

令和 3（2021）年度マダイ瀬戸内海東部系群の資源評価

担当水研：水産研究・教育機構 水産資源研究所+「水産資源研究センター」

参画機関：和歌山県水産試験場、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課、香川県水産試験場、漁業情報サービスセンター、全国豊かな海づくり推進協会

要 約

本系群の資源状態を複数の資源量指標値の推移により評価した。漁獲量は 1971 年には過去最低の 234 トンとなった後、小幅の増減があるものの増加傾向で推移し、2011 年に 2,431 トンとなった。その後は 2,000 トン前後で推移し、2020 年は過去最大の 2,502 トン（概数）であった。資源水準の判断に用いた兵庫県瀬戸内海区の小型底びき網（以下、小底）CPUE は 1970 年の 0.07 kg/隻日から増加傾向で推移し、2020 年の CPUE は 7.78 kg/隻日と推定された。一方、資源の動向ならびに ABC 算定に用いた兵庫県瀬戸内海側 2 漁協の小底 CPUE の加重平均値の推移は、最近年を含む直近 5 年間で明らかな増加を示すには至らなかった。漁獲量と資源量推定値が利用できることから ABC 算定のための基本規則の 2-1)を適用した。2020 年の資源水準は高位、資源動向は横ばいと判断された。本種は栽培対象種であり、2019 年には 37 万尾の人工種苗が放流された。

管理基準	Target/ Limit	2022 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値から の増減%)
1.0・Cave5-yr・1.08	Target	1,980	—	—
	Limit	2,475	—	—

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、管理基準の下でより安定的な資源の維持が期待される漁獲量である。 $ABC_{target} = \alpha ABC_{limit}$ とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2016	—	—	1,956	—	—
2017	—	—	2,135	—	—
2018	—	—	2,415	—	—
2019	—	—	2,463	—	—
2020	—	—	2,502	—	—

水準：高位 動向：横ばい

本件資源評価に使用したデータセットは以下のとおり

データセット	基礎情報、関係調査等
漁獲量・CPUE・努力量	<ul style="list-style-type: none"> ・瀬戸内海区及び太平洋南区における漁業動向(中国四国農政局統計部) ・2007～2019 年県別漁業種別魚種別漁獲量、2020 年概数値(農林水産省) ・2019 年香川県農林水産灘別統計 ・1970～2007 兵庫県農林水産統計年報 ・2008 年、2013 年および 2018 年漁業センサス ・生物情報収集調査、漁場別漁獲状況調査
放流尾数	栽培漁業種苗生産、入手・放流実績(全国豊かな海づくり推進協会)
混入率	生物情報収集調査(兵庫県)

1. まえがき

マダイは北海道から九州にかけて広範囲に分布し、沖縄を除く全国で漁獲される沿岸漁業における重要魚種の一つである。2020 年における全国のマダイ漁獲量(14,642 トン)に対する瀬戸内海東部海域(2,502 トン)の割合は 17%であった。

瀬戸内海漁業取締規則により、毎年 7 月 1 日から 9 月 30 日までの 3 カ月間、全長 12 cm 以下のマダイの採捕が禁じられている。

本種は栽培対象種であり、2019 年には 37 万尾の人工種苗が放流された(種苗放流の詳細については 4. (4) 種苗放流効果の項を参照)。

また、瀬戸内海東部海域内ではマダイの養殖も行われている。1970 年代後半から 2000 年代前半にかけてはマダイの漁獲量を上回る収量をあげていたが、2008 年以降減少し、2019 年の収量は 403 トンであった(表 1)。

2. 生態

(1) 分布・回遊

瀬戸内海東部系群のマダイは、大阪湾、播磨灘、備讃瀬戸の全域及び紀伊水道を分布域とする(瀬戸内海東部マダイ班 1988)。体長 10 cm 前後の幼魚期までは産卵場に近い成育場で生息し、その後成長に伴って生息範囲を拡大する(図 1)。

(2) 年齢・成長

1 年で 14.7 cm、2 年で 23.1 cm、3 年で 30.3 cm、4 年で 36.5 cm、5 年で 41.8 cm、6 年で 46.3 cm となる(図 2)(島本 1999)。寿命は 15～20 年である。

(3) 成熟・産卵

3 歳で約半数が産卵に加わり、4 歳以上で完全に成熟する(図 3)。広島湾では、雄は 3 歳で、雌は 4 歳で大部分の個体が成熟する(北島 1978)。産卵期は春季で、紀伊水道、大阪湾、播磨灘では 4 月中旬～5 月上旬、瀬戸内海中央部の備讃瀬戸では 5 月中旬～6 月中旬

である。親魚は主要な産卵場に回遊して多回産卵を行う（島本 1999）。産卵適地は水深 30～70 m の砂質底で、産卵適水温は 16.5～21.5℃である（Zenitani et al. 2014）。

(4) 被捕食関係

甲殻類のほか多毛類、尾虫類、魚類を主な餌とする（島本 1999）。稚幼魚期には魚食性魚類に捕食される。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

漁獲統計の存在しない 1951 年以前については、主に釣漁業（一本釣り）、船びき網（吾智網）、巻き網（しばり網）などによって大型魚を漁獲していた模様である。1970 年代以降、主たる漁業種類は小型底びき網（以下、「小底」と表記）、吾智網、小型定置網（以下、「小定置」と表記）、刺網、釣漁業となった。また漁獲対象サイズも小型魚へ移行したが、その後、漁獲量の増加とともに、再び大型魚の割合が増加している。2020 年における漁法別漁獲割合は、小底 59%、釣漁業 4%、小定置 10%、刺網 11%、吾智網 14%であった（図 4、表 2）。

(2) 漁獲量の推移

1951 年以前については漁獲統計が存在しない。漁獲統計が得られるようになった 1952 年の漁獲量は 702 トンで、1956 年に 1,076 トンに達した後、再び減少し、1971 年には過去最低の 234 トンとなった（図 1）。その後は概ね増加傾向にあり、2011 年には 2,431 トンとなった。2012～2017 年は 2,000 トン前後で推移した後はやや増加し、2020 年の漁獲量は過去最大の 2,502 トン（概数）となった。

灘別あるいは県別の漁獲量の推移をみると、播磨灘あるいは兵庫県漁獲量が他水域、他県に比べて多いことが分かる（表 3）。なお、2006 年以降灘別の統計ではなく県別の統計を示した理由は、同年に灘別統計が廃止されたことによる。

標本漁協の漁獲量は、仮屋漁協において 2018 年に大幅に減少した、2020 年は 49,814 kg であった。一方、沼島漁協は 2018 年に大幅に増加し、CPUE も 2004 年以降の最高値となった、2020 年は 18.64 kg/隻日であった（図 5、表 4）。

遊漁による漁獲については、1997 年の遊漁調査において瀬戸内海全体で 120 トンのマダイ採捕が報告されており（農林水産省統計情報部 1998）、これは同年の瀬戸内海全体でのマダイ漁獲量 3,907 トンの 3%に相当した。このうち東部（和歌山、大阪、兵庫、岡山、徳島、香川）の採捕量は 72 トンで、瀬戸内海東部におけるマダイ漁獲量 1,078 トンの 7%に相当した。2002 年の遊漁調査では瀬戸内海全体で 195 トンのマダイ採捕が報告され（農林水産省統計情報部 2003）、瀬戸内海全体でのマダイ漁獲量 4,529 トンの 4%に相当した。2008 年の遊漁調査では瀬戸内海全体で 331 トンのマダイ採捕が報告され（水産庁資源管理部沿岸沖合課 平成 20 年度遊魚採捕量調査報告書データ http://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00502002&kikan=00502&tstat=000001031445&cycle=8&tclass1=000001031446&tclass2=000001031447&result_page=1&second2=1、2018 年 8 月 8 日）、瀬戸内海全体でのマダイ漁獲量 4,175 トンの 8%に相当した。なお、2002、2008 両年の遊

漁調査結果では瀬戸内海東部海域とその他の海域を分離して評価することが出来ない。また、2018年漁業センサスにおいては遊魚採捕量調査が実施されていない。

(3) 漁獲努力量

漁獲努力量として利用可能な指標値を収集・掲載していた各種漁獲統計の多くが、2006年を以て廃止され、直近年を含む長期の漁獲努力量を連続的に示すことが出来るデータは存在しない。そこで、本評価においては、1) 資源低水準期を含む長期間の（そしてこの後計算する CPUE の外挿推定に用いる）漁獲努力量として、兵庫県農林水産統計年報に掲載されていた兵庫県瀬戸内海区の小底の延べ出漁隻日数を、また 2) 近年の漁獲努力量（および CPUE）の推移をみる指標として、兵庫県瀬戸内海側に位置する 2 つの標本漁協（仮屋、沼島）の小底延べ出漁隻日数を示す。

兵庫県瀬戸内海区の小底によるマダイ漁獲量と延べ出漁隻日数の推移を図 6 および表 4 に示す。1970 年代から 1990 年代にかけて、延べ出漁隻日数は 22 万隻日前後で比較的安定していたが、2000 年以降努力量は年々僅かずつ低下した。なおこのデータについても 2007 年以降は統計値として公表されなくなった。

兵庫県瀬戸内海側の仮屋、沼島両漁協の小底によるマダイ漁獲量と延べ出漁隻日数の推移を図 5 および表 4 に示す。出漁隻日数は、仮屋漁協において 2013 年以降は横ばいで推移し、2018 年にやや増加がみられたが、2020 年は過去最低の 9,206 隻日数に減少した。沼島漁協においても 2013～2019 年は 4,000～5,000 隻日数で推移していたが、2020 年は過去最低の 3,690 隻日数に減少した。両漁協の延べ出漁隻日数の減少は、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）流行の影響による休漁日の増加によるものである。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

平成 28 年度以前の資源評価では、漁法別漁獲量と漁法別年齢別漁獲尾数割合をもとに年齢別漁獲尾数を算出し、コホート解析による資源量推定を行っていたが、平成 29 年度以降は、年齢別漁獲尾数の調査精度の低下によりコホート解析による資源量推定を中止している。本年度の資源評価に際しては、2 種類の異なる CPUE 時系列を資源の評価に用いた（補足資料 1）。すなわち、1) 資源水準の評価については、2007 年以降はデータが得られず推定値を使用せざるを得ないものの、資源低水準期を含む長期間の漁獲努力量が利用可能である兵庫県瀬戸内海区の小底の延べ出漁隻日数とその漁獲量（図 6、表 5）から計算される CPUE（図 7、表 5）を用い、一方 2) 資源動向の評価ならびに ABC 算定の際に用いる資源量指標値の傾きの算出には、過去の低水準期については不明なもの、2004 年以降、現在に至るまで漁獲量と努力量の両方が継続して得られている兵庫県仮屋、沼島両漁協の小底漁獲量と延べ出漁隻日数（図 5、表 4）から計算される CPUE の加重平均値（図 7、表 4）を用いた。計算方法の詳細については補足資料 2 を参照されたい。

(2) 資源量指標値の推移

資源水準の判断に用いる兵庫県瀬戸内海区の小底 CPUE は 1970 年以降、増加傾向で推移した。2007 年以降は努力量に推定値を用いた CPUE を用いざるを得なくなるが、その後

も増加傾向を示し、2020年は過去最高の7.78 kg/隻日となった(図7、表5)。但し計算に際して使用した2020年延べ隻日数は2018年に推定された値と同じであるという仮定の下での値であることに留意する必要がある。

資源動向の判断ならびにABC算定の際の係数b(3)資源の水準・動向を参照)を求めらるのに用いる兵庫県仮屋、沼島両漁協の小底CPUEの加重平均値は、毎年大きく変動し、2020年のCPUEは13.08 kg/隻日であった(図7、表4)。最近年を含む直近5年間(2016~2020年)のCPUE平均値にあてはめた回帰直線式の傾きは0.928、そのR²値は0.30、p値は0.34となった(図8)。

(3) 資源の水準・動向

資源水準の判断には、兵庫県瀬戸内海区の小底CPUEの推移(図7、表5)を用いた。本年度の資源水準の区分は、2018年漁業センサスが公表されているため、兵庫県瀬戸内海区の小底CPUE系列の1970~2018年間の最高値と最低値の間を三等分した値を指標とすることが予定されたが、2014年以降の同CPUEの増加が著しく、これらの値を採用した場合、過去の水準判断との齟齬が大きいことから、昨年と同様に兵庫県瀬戸内海区の小底CPUE系列の1970~2013年間の最高値(2011年:5.19)と最低値(1970~1971年:0.07)の間を三等分した指標値とした。その結果、資源水準の低位と中位の境界は1.77 kg/隻日、中位と高位の境界は3.48 kg/隻日となり、CPUEが7.78 kg/隻日であった2020年の資源水準は高位にあたる。

資源動向の判断には、直近5年間(2016~2020年)の兵庫県内2漁協のCPUE加重平均値にあてはめた回帰直線の傾きを用いた。図8に点線で示した回帰直線の通り、直近5年間のCPUEの回帰係数は0.928と増加傾向にあることが示された。一方で、この資源量指標値は年ごとの数値の振れ幅が大きい、一般的に本種のように寿命が長い種の資源の変化は緩やかであると考えられる。本指標値は実際の資源の挙動より変動が大きいと懸念されること、また本指標値の回帰係数のp値も0.34と大きいことから、楽観的な判断は下せないとして、当該資源の動向を横ばいと判断した。

(4) 種苗放流効果

瀬戸内海東部海域におけるマダイ種苗放流は、中・西部海域よりもやや遅れて1970年代に入ってから行われるようになった。瀬戸内海東部における放流尾数は1983年に初めて100万尾を超え、1998年には168.9万尾まで増加した。2001年以降は100万尾を下回り、2019年は37万尾であった(図9、表1)。本系群の資源評価では、個体群動態モデルによる資源量推定を行っていないため、種苗放流効果についての評価は行うことができない。

5. 2022年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

兵庫県瀬戸内海区の小底CPUEの推移から資源水準を、また、兵庫県仮屋、沼島両漁協の最新年を含む直近5年間のCPUE加重平均値の回帰係数により資源動向をそれぞれ判断した。資源水準は高位、動向は横ばいである。

(2) ABC の算定

資源量指標値の水準と動向に合わせた漁獲を行うことを管理目標とした。漁獲量と資源量指標値が利用できることから、ABC 算定規則 2-1) を適用し ABC を算定した。

$$ABClimit = \delta_1 \times Ct \times \gamma_1$$

$$ABCtarget = ABClimit \times \alpha$$

$$\gamma_1 = 1 + k(b/I)$$

ここで、Ct には最新年の漁獲量ではなく、最近年を含む直近 5 年間 (2016~2020 年) の平均漁獲量 Cave5-yr (2,294 トン) を用いた。これは、最新年の漁獲量の変動によって ABC が毎年大きく変動するのを防ぐためである。また δ_1 は資源水準によって決まる係数で、資源水準が高位であるので δ_1 には推奨値の 1.0 を与えた。k は係数で、ここでは標準値の 1.0 をそのまま用いた。b は資源量指標値 (兵庫県内 2 漁協の CPUE 加重平均値) の傾きで、年変動が大きいため直近 5 年間 (2016~2020 年) を対象とし、0.928 を与えた。I は資源量指標値の平均値で、傾きを算出したのと同じ直近 5 年間の CPUE 加重平均値の平均 : 11.75 を用いた。 γ_1 は 1.08 と計算された。 α は安全率で、ABCtarget の算出に際して 0.8 を用いた。

この結果、2022 年の ABClimit は 2,475 トン、安全率 α として 0.8 を乗じた ABCtarget は 1,980 トンとなった。

管理基準	Target/ Limit	2022 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの増減%)
1.0・Cave5-yr・1.08	Target	1,980	—	—
	Limit	2,475	—	—

Limit は、管理基準の下で許容される最大レベルの漁獲量である。Target は、資源変動の可能性やデータ誤差に起因する評価の不確実性を考慮し、管理基準の下でより安定的な資源の維持が期待される漁獲量である。ABCtarget = α ABClimit とし、係数 α には標準値 0.8 を用いた。

(3) ABC の再評価

昨年度評価以降追加されたデータセット	修正・更新された数値
<ul style="list-style-type: none"> ・2019 年漁獲量確定値 ・2020 年漁獲量概数値 ・兵庫県瀬戸内海区 2 漁協の小底 CPUE 	<ul style="list-style-type: none"> ・2019 年漁獲量 ・データの追加
<ul style="list-style-type: none"> ・管理基準の見直し 	<ul style="list-style-type: none"> ・更新無し

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	F 値	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2020年(当初)	1.0・Cave5-yr・1.12	—	—	2,352	1,881	
2020年(2020年 再評価)	1.0・Cave5-yr・1.12	—	—	2,358	1,886	
2020年(2021年 再評価)	1.0・Cave5-yr・1.01	—	—	2,133	1,707	2,502
2021年(当初)	1.0・Cave5-yr・1.08	—	—	2,441	1,953	
2021年(2021年 再評価)	1.0・Cave5-yr・1.12	—	—	2,452	1,961	

資源量を推定していないため、該当部分のF値と資源量を—で表した。2020年(2020年再評価)は、2020年評価時とCPUE時系列の傾きおよび平均値が増加したためわずかに上方修正された。一方、2020年(2021年再評価)はCPUE時系列の傾きが減少したため下方修正された。2021年(2021年再評価)は、当時の統計値暫定値から確定値への変更時に増加したことから、わずかに上方修正された。

6. ABC 以外の管理方策の提言

瀬戸内海漁業取締規則により、小型魚の保護を目的として7月1日から9月30日までの3カ月間は全長12cm以下のマダイの採捕が禁じられている。さらに、関係各県の指導により漁業者による自主的な小型魚の再放流が行われている。今後も小型魚の保護を継続することが望ましい。

本系群では年齢別漁獲尾数の調査精度の低下によりコホート解析による資源量推定を中止している。この問題への対応として、2017年10月に「マダイ瀬戸内海東部系群に係る情報交換会開催」を開催し関係県と対策を協議し、「既存データの収集」と「市場調査の実施」により年齢別漁獲尾数を得る計画を立案した。現在、以下の二つの案を実施中である。

第1案: 既存データとしては兵庫県が収集している標本漁協別銘柄別重量統計を利用する。この統計は、2009年から開始されており、仮屋、五色町、沼島、福良、湊、由良町など主要6漁協から漁業別魚種別銘柄別に水揚量が集計されている。小底漁業のマダイについては、大きさ別に3区分の銘柄に分けられている。そこで、小底漁業が主体である仮屋漁協と由良町漁協から標本を購入し、銘柄ごとの年齢組成を把握し、それらのデータから漁獲物年齢組成を作成しコホート解析のデータとする計画である。2020年2月から調査を実施中である。

第2案: 画像計測により香川県海域の漁獲物の体長組成の傾向を調べるため、香川県から高松市場と庵治市場の漁獲物の写真データの提供を受け画像データを2016年分から蓄積中である。

7. 引用文献

- 北島 力 (1978) マダイ採卵と稚魚の量産に関する研究. 長崎県水産試験場論文集 **5**, 95 pp.
- 瀬戸内海東部マダイ班 (1988) 回遊性魚類共同放流実験調査事業総括報告書第Ⅱ期. 兵庫県水産試験場, 明石, pp1-60.
- 島本信夫 (1999) 瀬戸内海東部海域におけるマダイの資源変動および栽培漁業に関する研究. 兵庫水試研報, **35**, 43-112.
- 農林水産省統計情報部 (1998) 遊漁採捕量調査報告書 平成9年. 115 pp.
- 農林水産省統計情報部 (2003) 遊漁採捕量調査報告書 平成14年. 72 pp.
- Zenitani, H., Y. Onishi and Y. Obata (2014) Spawning grounds of red sea bream in the east Seto Inland Sea. Fish. Sci., **80**, 499-504.

(執筆者：山本圭介、片町太輔)



図1. マダイ瀬戸内海東部系群の分布域

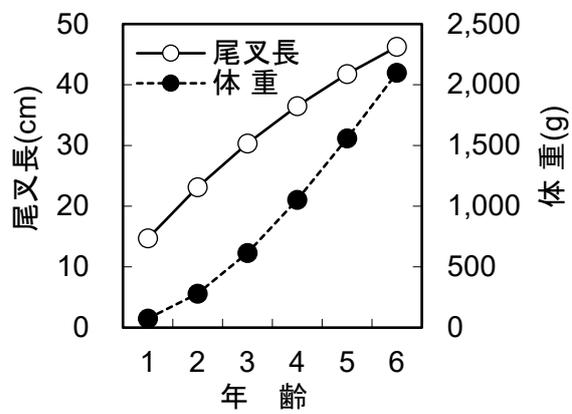


図2. マダイ瀬戸内海東部系群の年齢と成長 (5月に加齢)

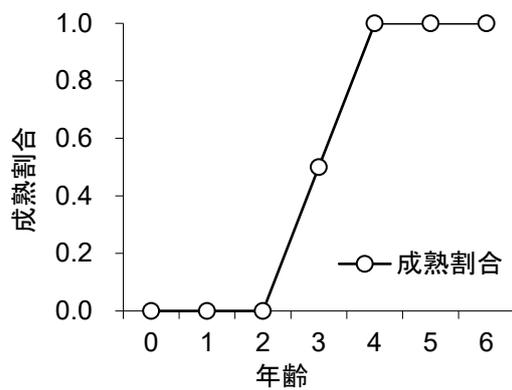


図3. マダイ瀬戸内海東部系群の年齢別成熟割合

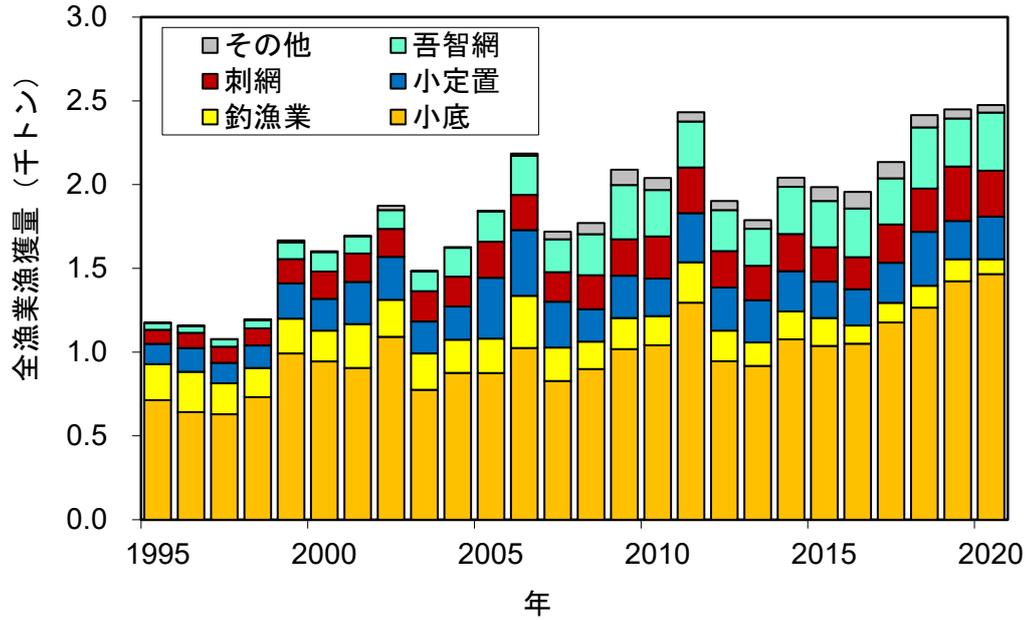


図 4. マダイ瀬戸内海東部系群の漁獲量の推移

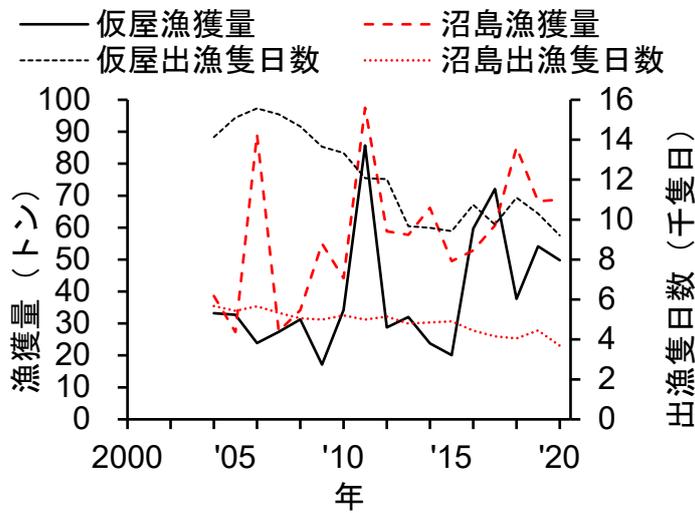


図 5. 兵庫県内 2 漁協（仮屋・沼島）の小底によるマダイ漁獲量と延べ出漁隻日数の推移

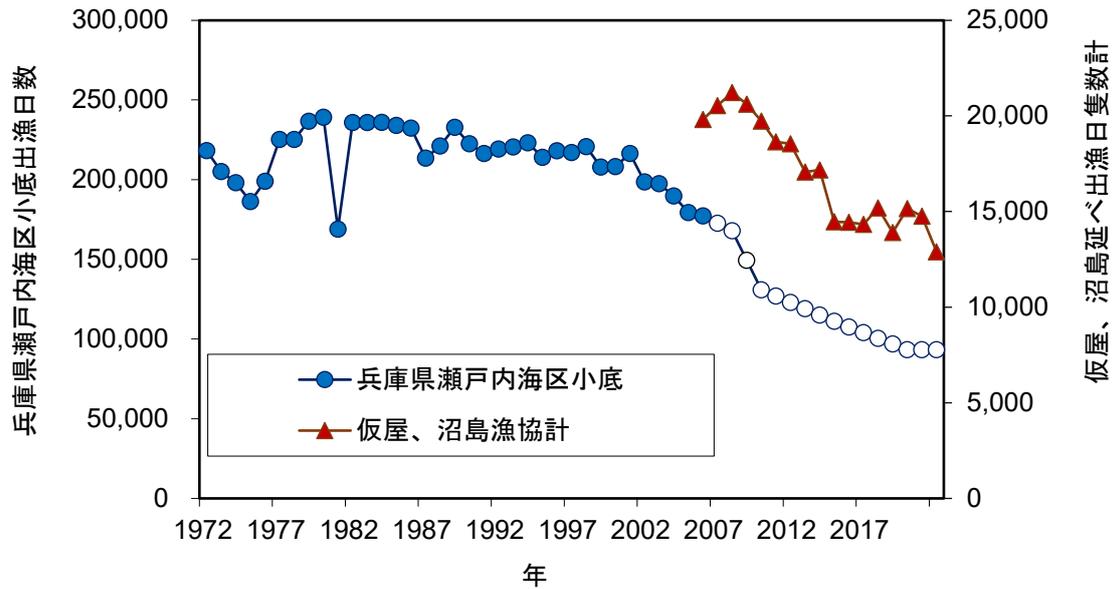


図 6. 兵庫県瀬戸内海区の小底による延べ出漁隻日数の推移

兵庫県瀬戸内海区の小底出漁隻日数は、1996～2006 年は兵庫県農林水産統計年報に基づく実数値。2007 年以降(○)は努力量にあたる統計が得られなくなったため、以下の方法により推定した：

- 1) 2008、2013 および 2018 年の努力量は漁業センサスによる小底経営体数と延べ出漁隻日数との回帰式から推定。
- 2) 2007 年の努力量は 2006 年と 2008 年の平均値。
- 3) 2009～2012 年の努力量は 2008 年から 2013 年にかけて努力量が直線的に減少したと仮定した内挿値。同様に、2015～2017 の努力量も推定した。
- 4) 2019 年以降は 2018 年と同水準の努力量が継続すると仮定。

以上の計算方法の詳細については補足資料 2 を参照のこと。

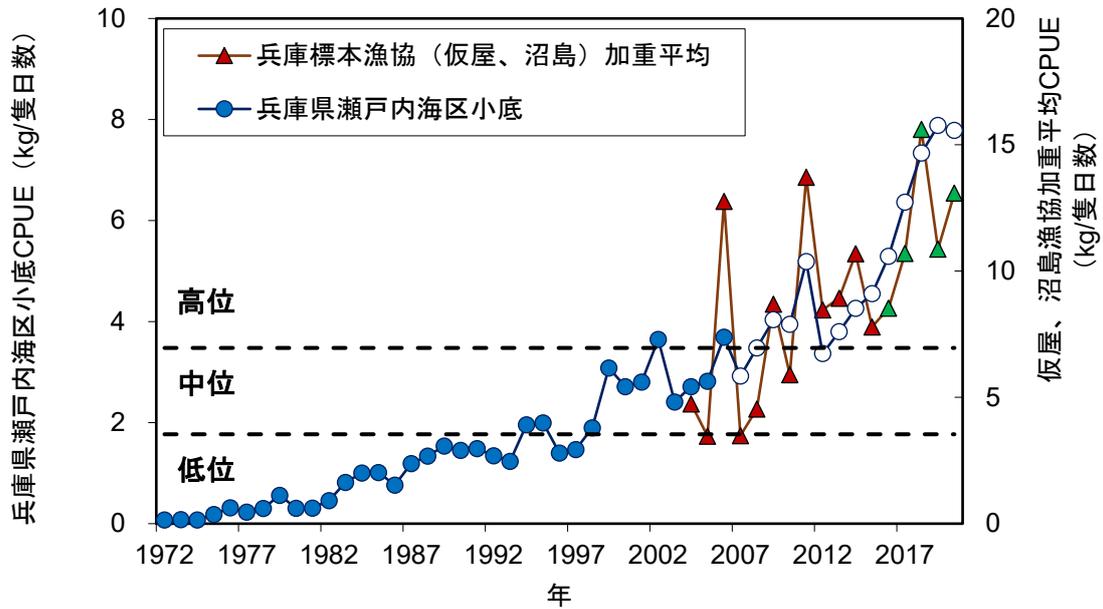


図 7. 兵庫県瀬戸内海区および兵庫県内 2 標本漁協の小底によるマダイ CPUE の推移
 兵庫県瀬戸内海区の CPUE 計算にあたり、2006 年以前については兵庫県農林水産統計年報の小底延べ出漁隻日数の実数値（青丸）を使用した。2007 年以降（白丸）は努力量にあたる統計が得られなくなったため、回帰・内挿などの方法により推定した。詳細は補足資料 2 を参照のこと。破線は、資源水準の境界線。標本漁協の小底 CPUE の加重平均値（赤三角）、最近 5 年間の経過（緑三角）を動向判断に使用した。

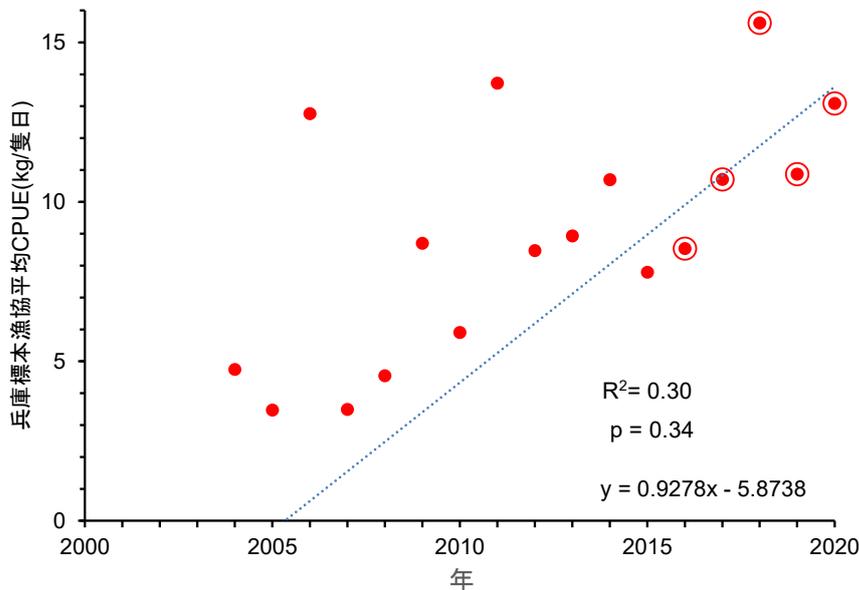


図 8. 兵庫県内 2 漁協（仮屋、沼島）の加重平均 CPUE への回帰直線式の当てはめ
 点線は直近 5 年間（2016～2020 年）の CPUE に対する回帰直線（資源動向の判定ならびに b を求めるのに使用）。

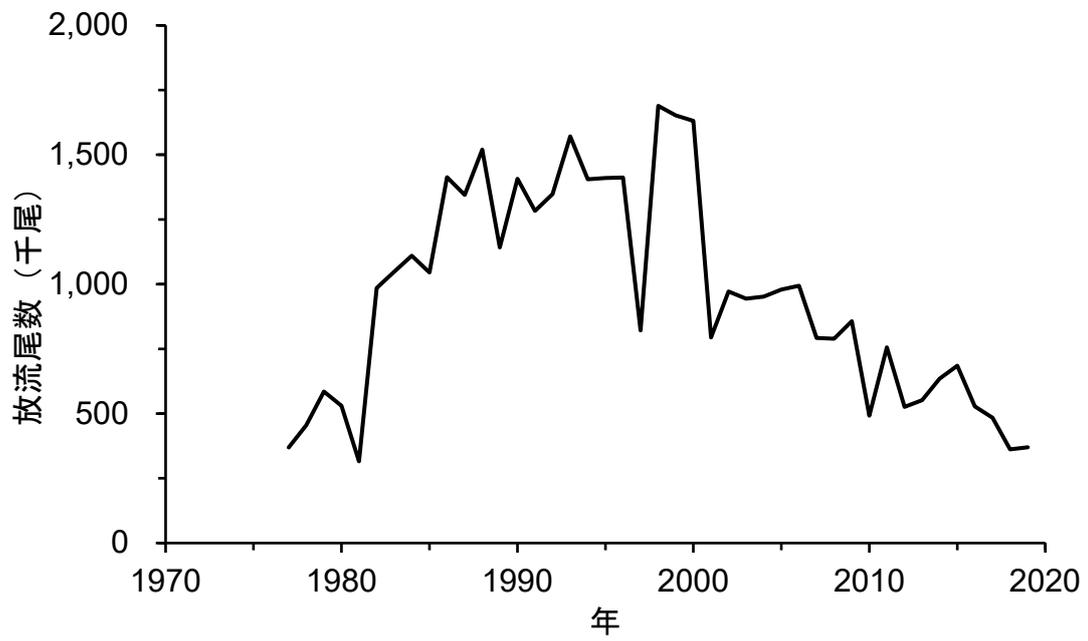


図9. 瀬戸内海東部におけるマダイ人工種苗の放流尾数の推移

表 1. マダイ瀬戸内海東部系群の漁獲量（トン）、放流数（千尾）、養殖魚収量（トン）

年	漁獲量 (トン)	放流尾数 (千尾)	養殖魚収量 (トン)	年	漁獲量 (トン)	放流尾数 (千尾)	養殖魚収量 (トン)
1952	702			1987	1,011	1,345	1,486
1953	818			1988	960	1,520	1,403
1954	782			1989	952	1,142	1,328
1955	858			1990	1,009	1,407	2,401
1956	1,076			1991	1,115	1,283	1,980
1957	990			1992	853	1,348	2,129
1958	870			1993	754	1,571	1,987
1959	821			1994	1,164	1,405	1,958
1960	704			1995	1,176	1,410	2,255
1961	598			1996	1,159	1,412	2,641
1962	489			1997	1,078	821	2,458
1963	573			1998	1,196	1,689	2,739
1964	545			1999	1,667	1,652	2,638
1965	406			2000	1,601	1,631	2,118
1966	498			2001	1,694	794	1,932
1967	378			2002	1,874	972	1,699
1968	314			2003	1,485	944	1,270
1969	440			2004	1,627	952	1,431
1970	299		0	2005	1,844	979	1,560
1971	234		11	2006	2,185	994	1,362
1972	297		159	2007	1,719	792	1,580
1973	359		478	2008	1,771	789	1,322
1974	328		278	2009	2,089	857	1,069
1975	471		589	2010	2,039	492	1,064
1976	466		468	2011	2,431	756	652
1977	440	369	484	2012	1,902	526	970
1978	577	455	841	2013	1,788	552	952
1979	528	585	1,076	2014	2,041	635	711
1980	647	530	1,106	2015	1,985	685	427
1981	631	316	1,008	2016	1,956	528	689
1982	679	985	1,190	2017	2,135	484	698
1983	833	1,048	2,329	2018	2,415	362	542
1984	1,219	1,110	874	2019	2,463	370	403
1985	1,029	1,045	1,080	2020	2,502		
1986	919	1,413	1,044				

養殖魚収量は公表値のみを集計、2003～2013年および2016～2017年は香川+徳島（瀬戸内海）、2014～2015年、2018～2019年は香川県のみ。

表 2. 瀬戸内海東部系群マダイの漁法別漁獲量（トン、左）と割合（%、右）

年	小底		釣漁業		小定置		刺網		吾智網		その他	
	漁獲量 (トン)	割合 (%)										
1995	713	61	215	18	121	10	84	7	41	3	2	0
1996	641	55	241	21	142	12	91	8	40	3	4	0
1997	629	58	185	17	122	11	96	9	44	4	2	0
1998	731	61	174	15	135	11	102	9	48	4	6	1
1999	992	60	208	12	210	13	145	9	100	6	12	1
2000	944	59	184	11	190	12	163	10	116	7	5	0
2001	905	53	262	15	252	15	170	10	103	6	2	0
2002	1,091	58	221	12	257	14	166	9	113	6	26	1
2003	775	52	217	15	191	13	181	12	118	8	3	0
2004	876	54	198	12	198	12	178	11	172	11	4	0
2005	875	47	206	11	363	20	215	12	181	10	4	0
2006	1,024	47	312	14	393	18	210	10	235	11	12	1
2007	827	48	200	12	274	16	176	10	196	11	46	3
2008	899	51	164	9	193	11	203	11	245	14	67	4
2009	1,018	49	186	9	252	12	217	10	324	16	92	4
2010	1,041	51	174	9	224	11	252	12	277	14	71	3
2011	1,295	53	241	10	294	12	272	11	275	11	55	2
2012	945	50	183	10	258	14	217	11	245	13	54	3
2013	918	51	140	8	251	14	206	12	221	12	52	3
2014	1,076	53	167	8	240	12	222	11	282	14	54	3
2015	1,037	52	167	8	217	11	205	10	276	14	83	4
2016	1,050	54	109	6	216	11	192	10	290	15	99	5
2017	1,177	55	117	5	239	11	229	11	275	13	98	5
2018	1,266	52	130	5	322	13	258	11	365	15	74	3
2019	1,423	58	131	5	229	9	325	13	287	12	54	2
2020	1,466	59	88	4	255	10	274	11	347	14	45	2

2020 年は暫定値。

表 3. マダイ瀬戸内海東部系群の海域別漁獲量（トン）

年	紀伊水道	大阪湾	播磨灘	備讃瀬戸		
1995	531	275	279	92		
1996	553	187	312	108		
1997	433	211	309	124		
1998	417	327	323	130		
1999	512	469	533	153		
2000	485	386	568	162		
2001	578	382	557	177		
2002	626	461	567	220		
2003	472	332	446	235		
2004	509	315	525	277		
2005	497	356	681	310		
	和歌山	徳島	大阪	兵庫	岡山	香川 (東部)
2006	261	326	44	1,109	98	347
2007	197	256	35	832	127	271
2008	195	176	37	868	165	332
2009	210	198	51	1,045	228	357
2010	226	176	49	968	239	381
2011	276	243	72	1,118	271	451
2012	245	212	63	803	233	346
2013	181	172	57	803	232	342
2014	249	188	76	986	210	332
2015	278	184	89	918	214	302
2016	226	167	94	986	202	281
2017	252	172	112	1,081	194	284
2018	195	214	85	1,280	263	323
2019	263	199	108	1,310	254	329
2020	288	189	93	1,328	301	303

香川（東部）の漁獲量は、香川県農林水産統計年報をもとに、香川県全体の漁獲量から瀬戸内海西部海域にあたる燧灘分を減じて求めた、備讃瀬戸及び播磨灘の合計にあたる。

和歌山県、徳島県、兵庫県の漁獲量はそれぞれ瀬戸内海区の値である。

2020年は暫定値。

表 4. 兵庫県仮屋・沼島 2 漁協における小底マダイ漁獲量、延べ出漁隻日数および CPUE

年	仮屋			沼島			加重平均 CPUE (kg/隻日)
	漁獲量 (kg)	延べ出漁 隻日数	CPUE (kg/隻日)	漁獲量 (kg)	延べ出漁 隻日数	CPUE (kg/隻日)	
2004	33,193	14,133	2.35	38,607	5,678	6.80	4.74
2005	32,709	15,105	2.17	27,334	5,435	5.03	3.47
2006	23,886	15,571	1.53	89,166	5,654	15.77	12.76
2007	27,348	15,276	1.79	27,581	5,333	5.17	3.49
2008	31,245	14,669	2.13	34,151	5,060	6.75	4.54
2009	17,131	13,649	1.26	54,997	4,994	11.01	8.70
2010	34,228	13,338	2.57	44,134	5,203	8.48	5.90
2011	85,755	12,072	7.10	97,521	4,994	19.53	13.71
2012	28,749	12,030	2.39	58,844	5,145	11.44	8.47
2013	32,024	9,670	3.31	57,723	4,792	12.05	8.93
2014	23,755	9,587	2.48	66,162	4,851	13.64	10.69
2015	20,053	9,420	2.13	49,491	4,909	10.08	7.79
2016	59,679	10,744	5.55	52,817	4,443	11.89	8.53
2017	72,052	9,748	7.39	60,678	4,151	14.62	10.70
2018	37,682	11,102	3.39	85,132	4,053	21.00	15.60
2019	54,160	10,304	5.26	68,226	4,453	15.32	10.87
2020	49,814	9,206	5.41	68,770	3,690	18.64	13.08

表 5. 兵庫県瀬戸内海区における小底の延べ出漁隻日数と漁獲量および CPUE

年	漁獲量 (トン)	延べ出漁 隻日数	CPUE (kg/隻 日)	年	漁獲量 (トン)	延べ出漁 隻日数	CPUE (kg/隻 日)
1970	15	218,223	0.07	1996	309	220,749	1.40
1971	15	205,095	0.07	1997	305	207,851	1.47
1972	15	198,107	0.08	1998	395	208,206	1.90
1973	15	186,300	0.08	1999	667	216,432	3.08
1974	15	198,958	0.08	2000	539	198,609	2.71
1975	41	225,216	0.18	2001	554	197,512	2.80
1976	71	225,238	0.32	2002	692	189,715	3.65
1977	54	236,599	0.23	2003	432	179,353	2.41
1978	72	239,176	0.30	2004	481	177,260	2.71
1979	95	168,947	0.56	2005	487	172,596	2.82
1980	72	235,827	0.31	2006	620	167,859	3.69
1981	73	235,876	0.31	2007	436	149,365	2.92
1982	108	235,887	0.46	2008	455	130,870	3.48
1983	191	233,984	0.82	2009	512	126,912	4.03
1984	233	232,321	1.00	2010	485	122,954	3.94
1985	216	213,448	1.01	2011	617	118,996	5.19
1986	169	221,103	0.76	2012	387	115,038	3.36
1987	277	232,837	1.19	2013	422	111,080	3.80
1988	298	222,508	1.34	2014	458	107,520	4.26
1989	333	216,388	1.54	2015	473	103,960	4.55
1990	318	219,177	1.45	2016	531	100,400	5.29
1991	328	220,539	1.49	2017	616	96,840	6.36
1992	300	223,099	1.34	2018	684	93,280	7.33
1993	264	214,014	1.23	2019	735	93,280	7.88
1994	427	218,106	1.96	2020	726	93,280	7.78
1995	433	216,973	2.00				

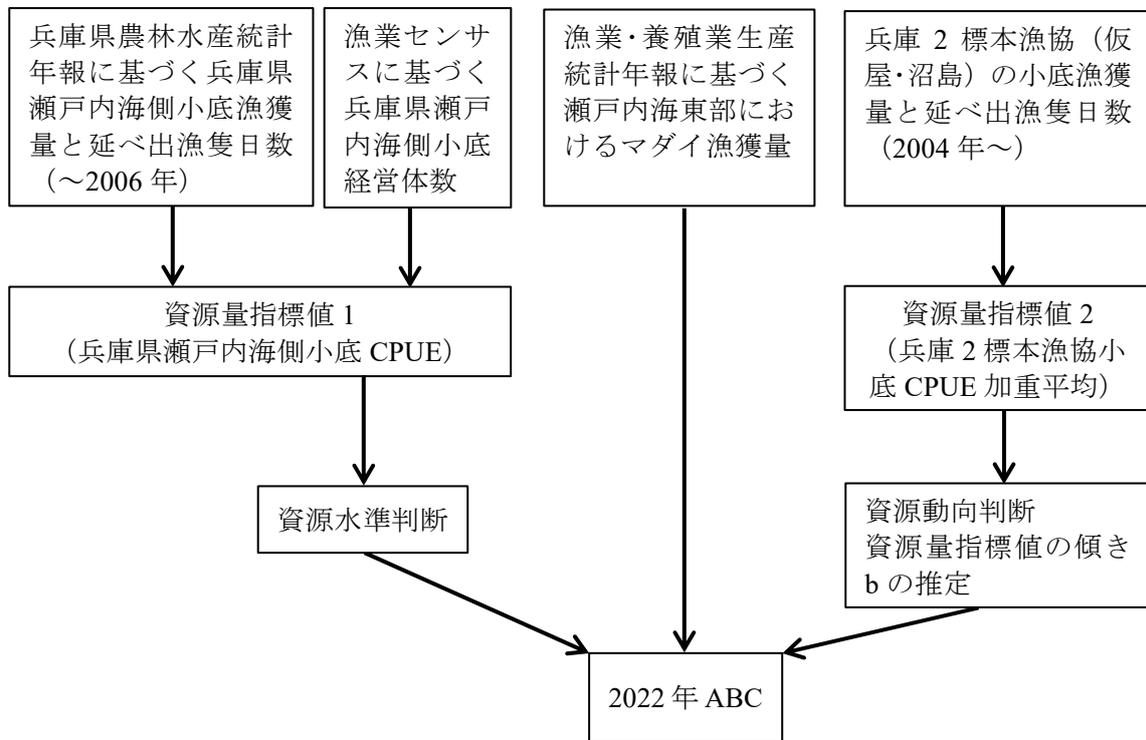
1970～2006年の漁獲量は兵庫県農林水産統計年報の縦びき1種と縦びきその他の合計、2007～2019年は県別漁業種類別魚種別漁獲量(農林水産省)の小型底びき網の値を使用。2020年は概数値。

1996～2006年の延べ出漁隻日数は兵庫県農林水産統計年報に基づく実数値。2007年以降(斜体で表記)は努力量にあたる統計が得られなくなったため、以下の方法により推定した:

- 1) 2008、2013 および 2018 年の努力量は漁業センサスによる小底経営体数と延べ出漁隻日数との回帰式から推定。
- 2) 2007年の努力量は2006年と2008年の平均値。
- 3) 2009～2012年の努力量は2008年から2013年にかけて努力量が直線的に減少したと仮定した内挿値。同様に、2015～2017の努力量も推定した。
- 4) 2019年以降は2018年と同水準の努力量が継続すると仮定。

以上の計算方法の詳細については補足資料 2 を参照のこと。

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源量指標値の計算方法

本資源の資源評価においては、以下に示す 2 種類の異なる資源量指標値を用いた。

1) 資源量指標値 1: 兵庫県瀬戸内海区の小底 CPUE (資源水準の判断に使用)

資源水準の判断には、最新年の瀬戸内海東部におけるマダイ漁獲量(2020年: 2,502 トン)の 3 割、同じく瀬戸内海東部における漁獲の主体である小底漁獲量 (2020 年: 1,466 トン)の 5 割を占める兵庫県瀬戸内海区の小底漁獲量 (2020 年: 726 トン) ならびに延べ出漁隻日数 (表 4) から求めた CPUE を用いた (図 7、表 4)。同 CPUE 系列を資源水準の判定に用いた理由は、資源が低水準であったと考えられる 1990 年代以前の時期から資源が増大した近年までを広く網羅していることによる。CPUE の計算にあたり、漁獲努力量となる延べ出漁隻日数は兵庫県農林水産統計年報から得た実数値を用いていたが、2006 年の統計値を最後に、兵庫県農林水産統計年報は廃止されてしまった。そこで、2007 年以降については、漁業センサスから得られる兵庫県瀬戸内海区小底経営体数と延べ出漁隻日数との間の回帰式を利用して延べ出漁隻日数を推定し、CPUE 計算に利用した。

漁業センサスから得られた 1996~2006 年の兵庫県瀬戸内海区における小底経営体数と、兵庫県農林水産統計年報から得られた同年の延べ出漁隻日数の間には (補足表 2-1)、以下の (1) 式で示す強い回帰関係が認められた (補足図 2-1)。

$$E = 288.09 \cdot \text{兵庫県瀬戸内海区小底経営体数} - 305,793 \quad (1)$$

$$R^2 = 0.91$$

漁業センサスは 5 年ごとに行われ、これまでに 2008、2013 両年の兵庫県瀬戸内海区小経営体数が得られている (農林水産省統計情報部 2018 年漁業センサス, 第 6 巻 海面漁業の団体経営体に関する統計 <https://www.e-stat.go.jp/statsearch/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500210&tstat=000001033844&cycle=0&year=20180&month=0&tclass1=000001132724&tclass2=000001136323&tclass3=000001141706>, 2020 年 7 月 12 日) および (農林水産省統計情報部 2010、2015)。その値を (1) 式に代入し、両年の延べ出漁日隻数を推定した (補足表 2-1)。

2009~2012 年の延べ出漁隻日数については、2008 年と 2013 年延べ出漁隻数の間で年々直線的に変化 (減少) したであろうという仮定を置き、以下の式で推定した (補足図 2-2)。

$$E_y = E_{2008} - \frac{E_{2008} - E_{2013}}{5} (y - 2008) \quad (2)$$

2007 年の延べ出漁隻日数は、2006 年と 2008 年の平均値とした (補足図 2-2)。

2014~2018 年の延べ出漁隻日数については、2009~2012 年と同様の仮定を置き推定した。2019 年の延べ出漁隻日数推定値は、2018 年のそれがその後も持続しているという仮定の下で CPUE を推定した。これは、2018 年以降小底経営体数の情報が得られていない中で (1) 式を外挿し、延べ出漁隻日数が現在も低下し続けていると仮定して CPUE を求めることで、資源を過大に推定する危険性を考慮したことによる。

以上の方法により、努力量の情報が統計値から得られなくなった 2007 年以降の延べ出漁隻日数とそれを用いた CPUE を推定した (図 7、表 4)。

なお、同様の CPUE 系列として、同じく 2006 年までに限られるものの、兵庫県瀬戸内海側に限らず、瀬戸内海東部全域の小底を対象とした CPUE も計算可能である。但しこちらは、2007 年以降の努力量が CPUE 推定に際して適切に推定する方法を見いだすことが出来なかった。そこで今回は兵庫県瀬戸内海区に限った小底のみを扱った CPUE 系列を資源水準の判断に採用した。

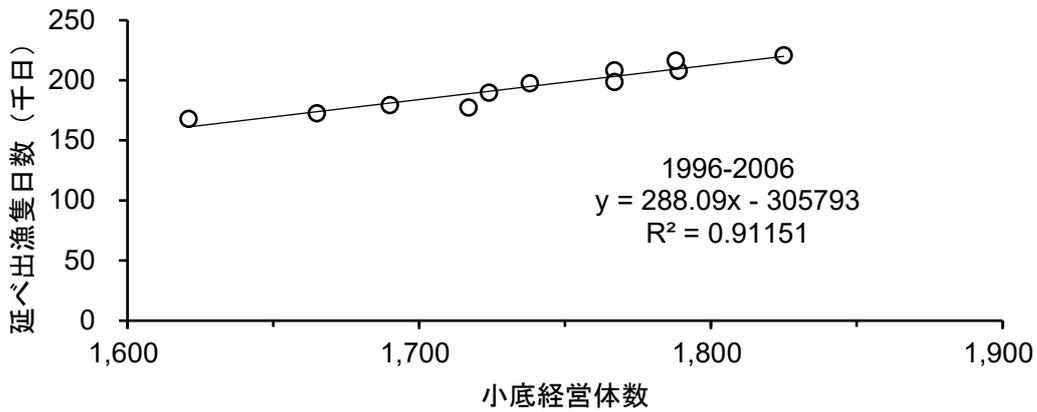
2) 資源量指標値 2: 兵庫県内標本港 2 漁協（仮屋、沼島）の CPUE の加重平均値（資源動向の資源水準の判断ならびに ABC 算定時の資源量指標値の傾きで使用）

前述の通り、資源水準の判断には兵庫県瀬戸内海区の小底 CPUE を用いたが、この CPUE 系列は、2007 年以降の努力量が実数値ではなく、推定値に基づいている。また推定値を求める際に用いた小底経営体数のデータが 2013 年以降得られておらず、現在の資源状況を判断するには確実な情報ではないという問題もある。

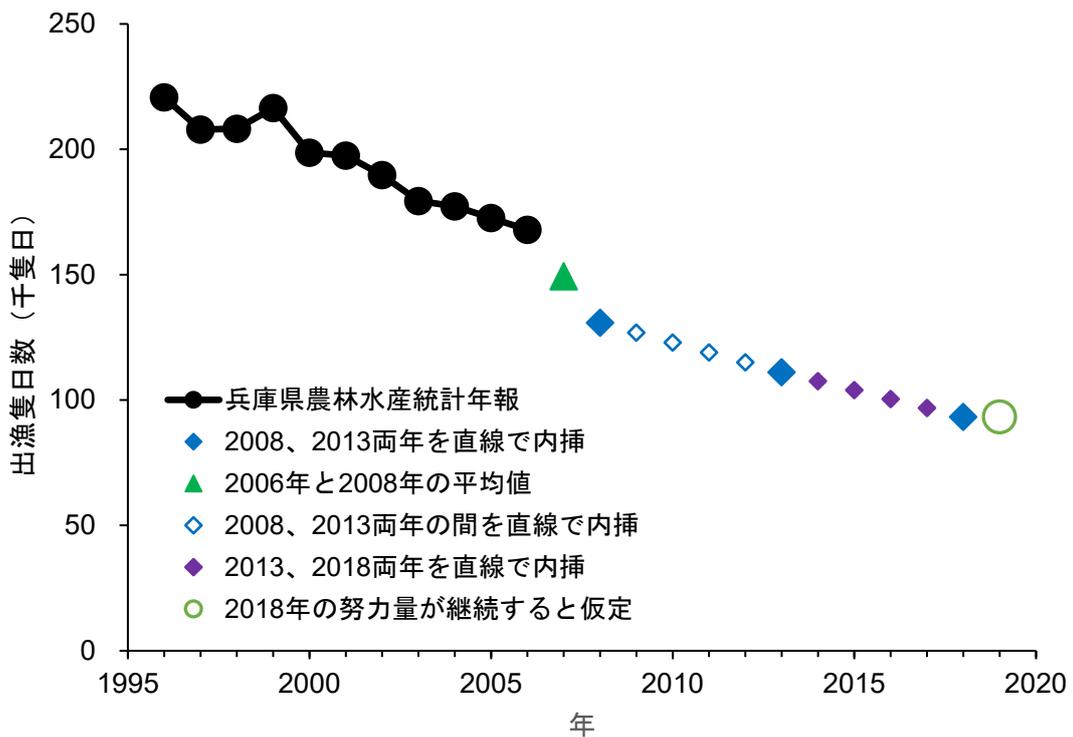
漁場別漁獲状況調査の一環として、瀬戸内海を取り巻く関係各県が収集した標本漁協における月別魚種別漁獲量と延べ出漁隻日数の情報は、資源評価情報システム（FRESCO）に入力、蓄積される。このデータベースから瀬戸内海東部で小底によるマダイ漁獲量と努力量が 2019 年末まで継続的に存在する漁協を検索したところ、兵庫県の仮屋、沼島の 2 漁協が該当した（この他に福良漁協のデータもあったが、マダイの漁獲量が極めて少ないことから今回の評価からは除いた）。前述の通り、2019 年における兵庫県瀬戸内海区の小底漁獲量（726 トン、表 4）は瀬戸内海東部におけるマダイ漁獲量（2,502 トン、表 1）の約 3 割にあたるが、このうち仮屋、沼島両漁協による漁獲量（119 トン、表 5）は兵庫県瀬戸内海区の小底漁獲量の約 2 割を占める。そこで、本評価においては、この仮屋、沼島両漁協の小底 CPUE 加重平均値を、マダイ東部系群の近年の資源動向ならびに ABC 算定に用いる近年の資源量指標値の傾きを求める指標値として採用した（図 8、表 5）。

引用文献

- 農林水産省統計情報部（2010）海面漁業の団体経営体に関する統計. 2008 年漁業センサス, 第 6 巻, 221 pp.
- 農林水産省統計情報部（2015）海面漁業の団体経営体に関する統計. 2013 年漁業センサス, 第 6 巻, 221 pp.



補足図 2-1. 1996～2006 年における兵庫県瀬戸内海側の小底経営体数（漁業センサス）と延べ出漁隻日数（兵庫県農林水産統計年報）の関係



補足図 2-2. 兵庫県における小底延べ出漁隻日数の推移

1996～2006 年の延べ出漁隻日数は兵庫県農林水産統計年報に基づく実数値。2007 年以降は努力量にあたる統計が得られなくなったため、以下の方法により推定した：

- 1) 2008、2013 および 2018 年の努力量は漁業センサスによる小底経営体数と延べ出漁隻日数との回帰式 (1) から推定。
- 2) 2007 年の努力量は 2006 年と 2008 年の平均値。
- 3) 2009～2012 年の努力量は 2008 年から 2013 年にかけて努力量が直線的に減少した

と仮定した内挿値。(2)式により推定。

- 4) 2014～2017年の努力量は2014年から2017年にかけて努力量が直線的に減少したと仮定した内挿値。(2)式により推定。
- 5) 2019年以降は2018年と同水準の努力量が継続すると仮定。

補足表 2-1. 兵庫県瀬戸内海区における小底経営体数と延べ出漁隻数の対応

年	小底経営体数	延べ出漁隻日数
1996	1,825	220,749
1997	1,789	207,851
1998	1,767	208,206
1999	1,788	216,432
2000	1,767	198,609
2001	1,738	197,512
2002	1,724	189,715
2003	1,690	179,353
2004	1,717	177,260
2005	1,665	172,596
2006	1,621	167,859
2008	1,316	<i>130,870</i>
2013	1,117	<i>111,080</i>
2018	983	<i>93,280</i>

小底経営体数は漁業センサス、2006年以前の延べ出漁隻日数は兵庫県農林水産統計年報による。2008、2013および2018年の延べ出漁隻日数は回帰式(2)による推定値。斜体は小底経営体数から推定された延べ出漁隻日数を表す。