

令和 2（2020）年度マダイ瀬戸内海東部系群の資源評価

水産研究・教育機構 水産資源研究所

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 年に過去最高値の 2,431 トンとなった。その後は 2 千トン前後で推移し、2019 年は 2,370 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、2019 年の CPUE は過去最高値となる 7.54 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。2019 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、2018 年には 362 千尾の人工種苗が放流された。

| 管理基準 | Target/ Limit | 2021 年 ABC (トン) | 漁獲割合 (%) | F 値 (現状の F 値から の増減%) |
|-------------------|------------------|--------------------|-------------|----------------------------|
| 1.0・Cave5-yr・1.12 | Target | 1,953 | — | — |
| | Limit | 2,441 | — | — |

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 (%) |
|------|-------------|-------------|-------------|-----|-------------|
| 2015 | — | — | 1,985 | — | — |
| 2016 | — | — | 1,956 | — | — |
| 2017 | — | — | 2,135 | — | — |
| 2018 | — | — | 2,415 | — | — |
| 2019 | — | — | 2,370 | — | — |

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) ・2007～2018 年県別漁業種類別魚種別漁獲量、2019 年概数値(農林水産省) ・2018 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 |

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。2019 年における全国のマダイ漁獲量(15,937 トン)に対する瀬戸内海東部海域(2,370 トン)の割合は 15%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、2018 年には 362 千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 年代前半に掛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、2018 年の収量は 542 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。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)(図 1)。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。2019 年における漁法別漁獲割合は、小底 59%、釣漁業 5%、小定置 9%、刺網 12%、吾智網 12%であった（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。漁獲統計がとられる様になった 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 4、表 1）。その後、近年に到るまで増加傾向が続き、2011 年には過去最高の 2,431 トンとなった。その後は 2 千トン前後で推移し、2019 年の漁獲量は 2,370 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の漁獲量が他水域、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。

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 年度遊漁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漁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 5 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 5 に示す。延べ出漁隻日数は、仮屋漁協において 2013 年以降は横ばいで、2016 年、2018 年、2019 年に増加がみられた。一方、沼島漁協では最近 5 年間は 4 千隻日数台で安定して推移している。漁獲量は、仮屋漁協において 2018 年に大幅に減少したが、2019 年はやや増加した。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が、2019 年は 2017 年の水準に戻った。

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えないものの、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 4) から計算される CPUE (図 7、表 4) を用いた。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 5) から計算される CPUE の加重平均値 (図 7、表 5) 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、2019 年は過去最高の 7.54 kg/隻日となった (図 7、表 4)。但し計算に際して使用した 2019 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を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、2019 年の CPUE は 10.87 kg/隻日であった (図 7、表 5)。最近年を含む直近 5 年間 (2015 ~ 2019 年) の CPUE 平均値にあてはめた回帰直線式の傾きは 1.323、その R^2 値は 0.47、 p

値は 0.20 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 4) 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 CPU 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: 7.54 kg/隻日であった 2019 年の資源水準は高位にあたる。

資源動向の判断ならびに ABC 算定 (規則 2 の場合) に用いる資源量指標値の傾き b には、直近 5 年間 (2015~2019 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 1.323 と増加傾向にあることが示唆されたが、一方で、 p 値は 0.20 とやや大きく、この結果のみを以て楽観的な判断を下す危険性を考慮すると、資源は増加傾向にあるとはいえない。以上の理由から、本評価においては当該資源の動向は横ばいと判断した。

(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 1,000 千尾を超え、2000 年には 1,767 千尾まで増加した。2001 年以降は 1,000 千尾を下回り、2018 年は過去最低の 362 千尾であった (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. 2021 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。

$$ABClimit = \delta I \times Ct \times \gamma I$$

$$ABCtarget = ABClimit \times \alpha$$

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

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 (2015~2019 年) の

平均漁獲量 Cave5-yr (2,172 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 $\delta 1$ 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 $\delta 1$ 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 は資源量指標値の傾き（ここでは兵庫県内 2 漁協の CPUE 加重平均値にあてはめた回帰係数）で、年変動が大きいため直近 5 年間とし、1.323 を与えた。 I は資源量指標値の平均値で、本資源の評価においては最近年を含む直近 5 年間（2015～2019 年）の CPUE 加重平均値の平均：10.70 を用いた。 $\gamma 1$ は 1.12 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、2021 年の ABClimit は 2,441 トン、安全率 α として 0.8 を乗じた ABCtarget は 1,953 トンとなった。

| 管理基準 | Target/ Limit | 2021 年 ABC (トン) | 漁獲割合 (%) | F 値 (現状の F 値から の増減%) |
|-------------------|------------------|--------------------|-------------|----------------------------|
| 1.0・Cave5-yr・1.12 | Target | 1,953 | — | — |
| | Limit | 2,441 | — | — |

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"> ・2018 年漁獲量確定値 ・2019 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"> ・2018 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) |
|-----------------------|-------------------|-----|-------------|------------------|-------------------|-------------|
| 2019 年(当初) | 1.0・Cave5-yr・1.01 | — | — | 2,003 | 1,603 | |
| 2019 年(2019 年 再評価) | 1.0・Cave5-yr・1.01 | — | — | 2,010 | 1,608 | |
| 2019 年(2020 年 再評価) | 1.0・Cave5-yr・1.01 | — | — | 2,010 | 1,608 | 2,370 |
| 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 | |

資源量を推定していないため、該当部分のF値と資源量をーで表した。2019年（2019年再評価）は、2019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上方修正され、一方、2019年（2020年再評価）はそのCPUEを2018年と同じと仮定しているため同値となった。2020年（2020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がみられたことから、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か月間は全長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。前者は兵庫県が収集している標本漁協別銘柄別重量を利用することとした。後者は、兵庫県の標本漁協から標本を購入して銘柄別の体長組成を作成する計画を立案し、2020年2月から調査を実施中である。それ以外の対応として、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から漁獲物体長組成を得る方法を検討した。

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.
- 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)

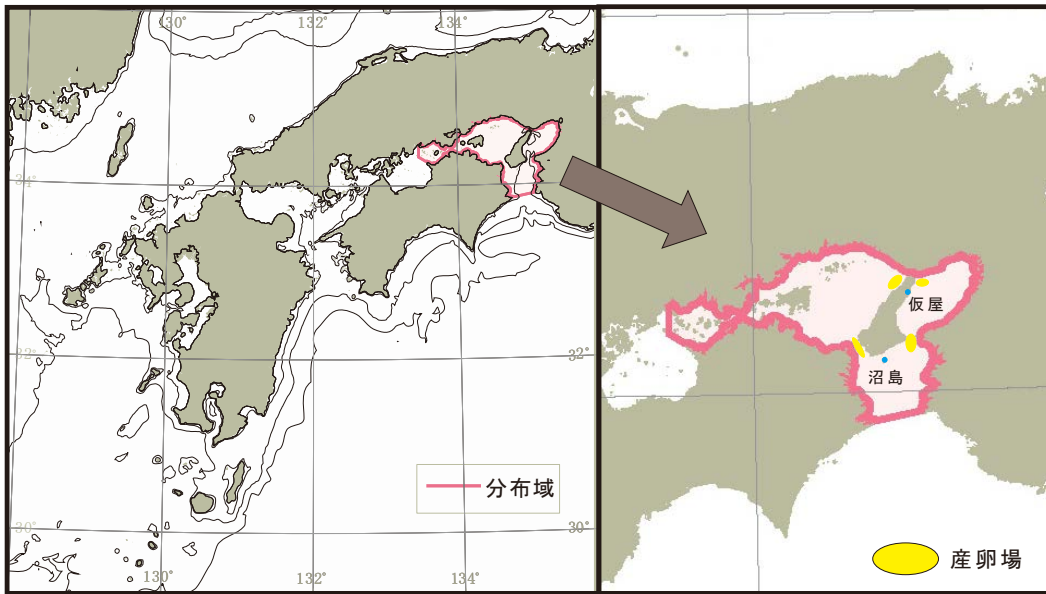


図1. マダイ瀬戸内海東部系群の分布域と産卵場

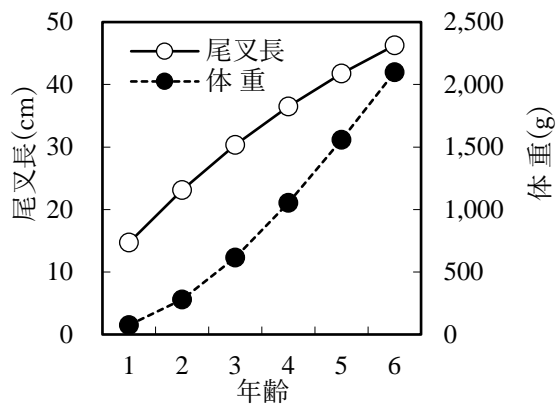


図2. マダイ瀬戸内海東部系群の年齢と成長 (5月に加齢)

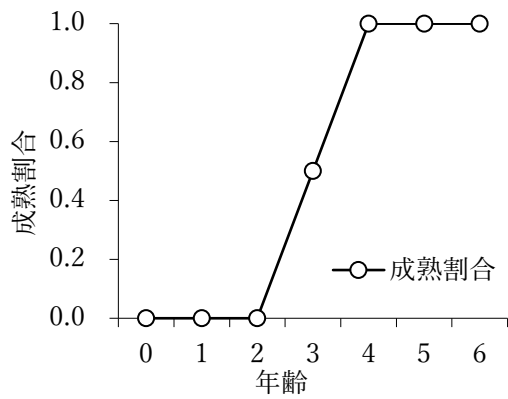


図3. マダイ瀬戸内海東部系群の年齢別成熟割合

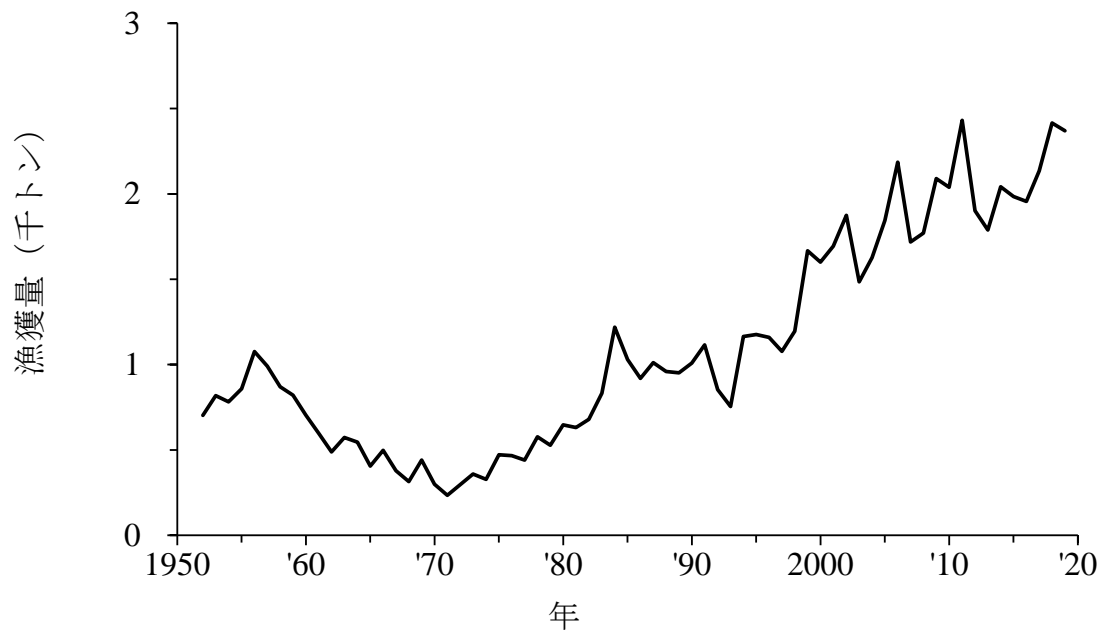


図4. マダイ瀬戸内海東部系群の漁獲量の推移

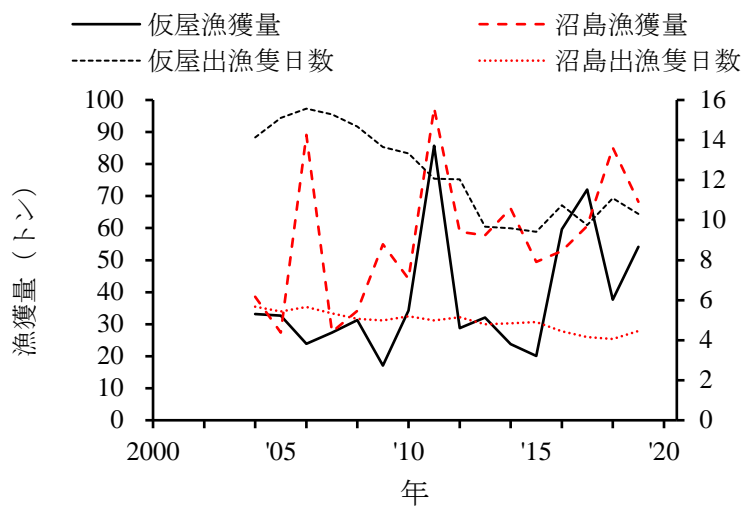


図5. 兵庫県内2漁協（仮屋・沼島）の小底によるマダイ漁獲量と延べ出漁隻日数の推移

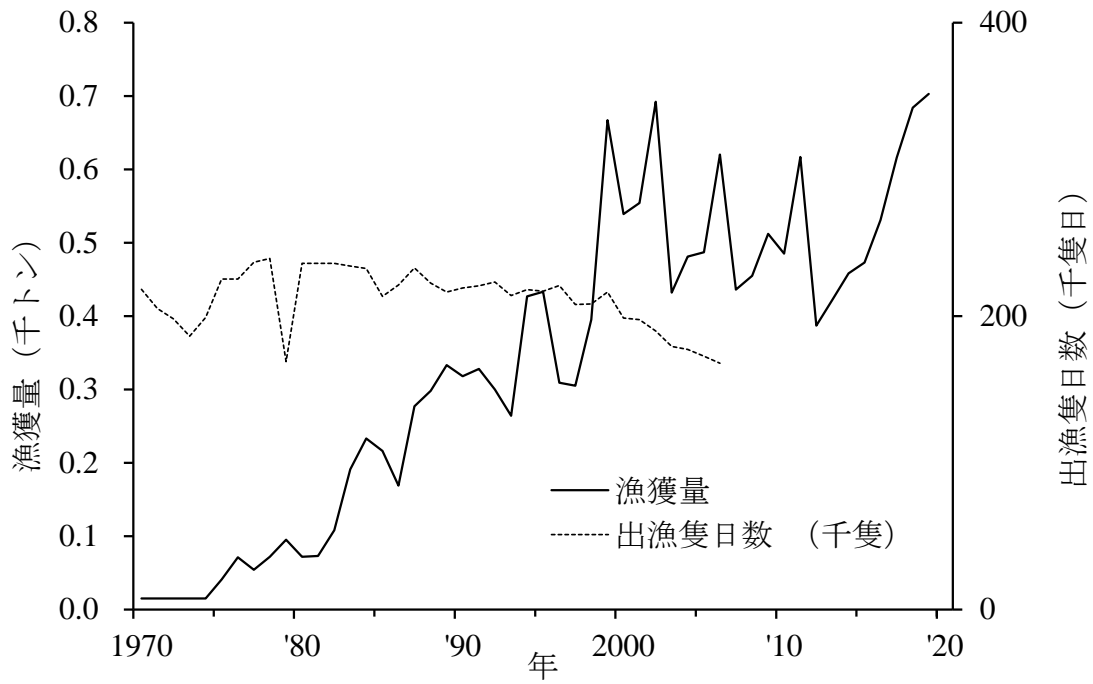


図 6. 兵庫県瀬戸内海区の小底によるマダイ漁獲量と延べ出漁隻日数の推移

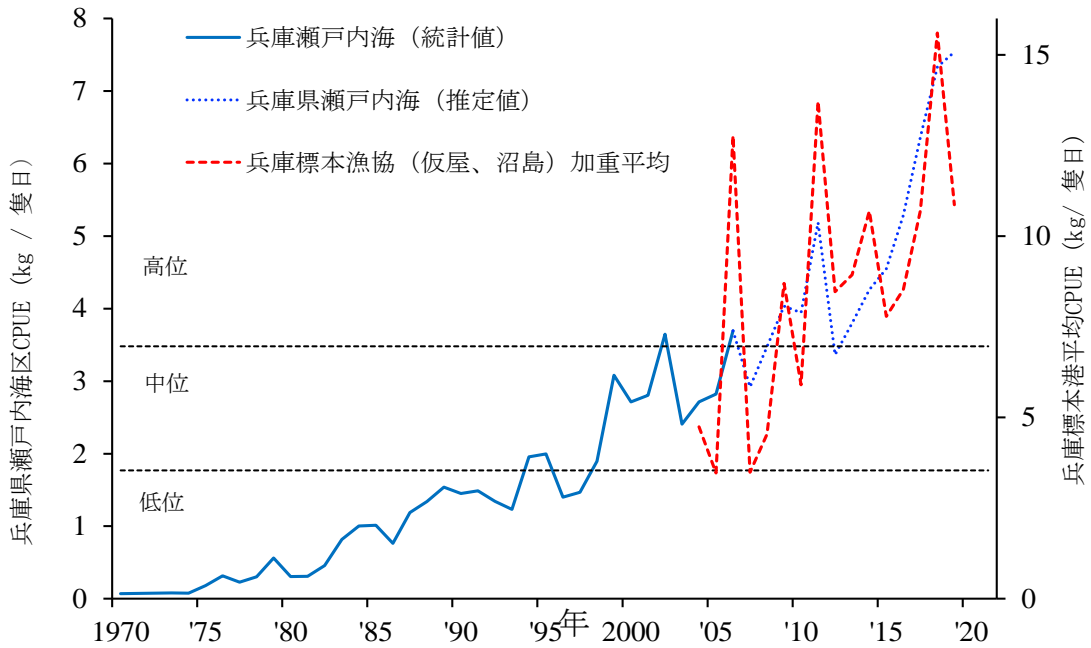


図 7. 兵庫県瀬戸内海区および兵庫県内 2 標本港の小底によるマダイ CPUE の推移

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を使用したが、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、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。

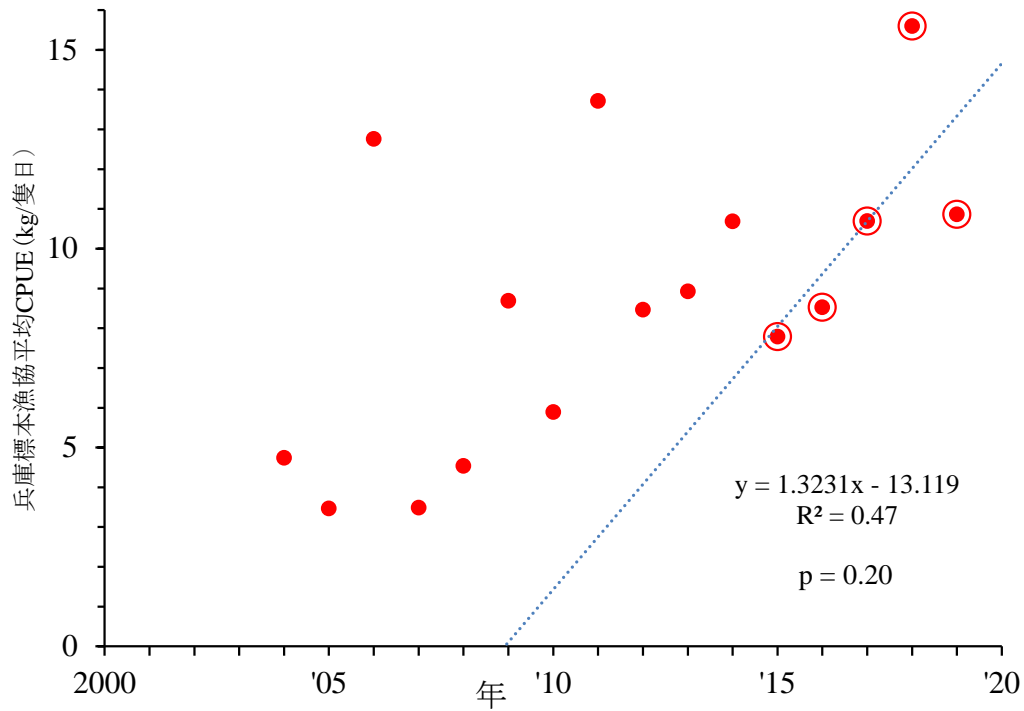


図8. 兵庫県内2漁協（仮屋、沼島）の加重平均CPUEへの回帰直線式の当てはめ点線は直近5年間（2015～2019年）のCPUEに対する回帰直線（資源動向の判定ならびにbを求めるのに使用）。

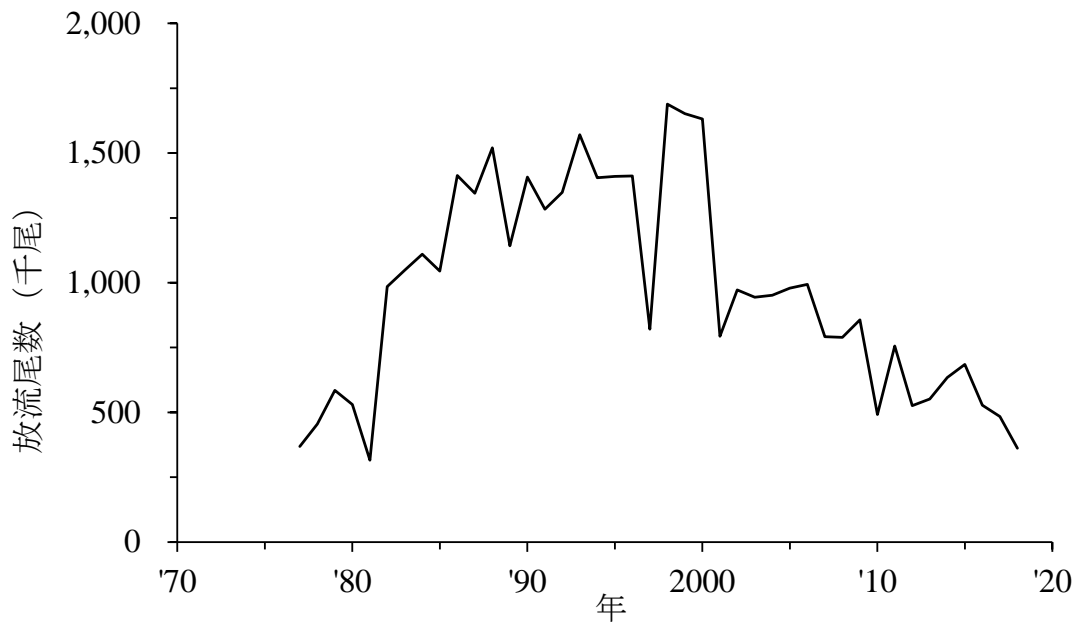


図9. 瀬戸内海東部におけるマダイ人工種苗の放流尾数の推移

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

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 (%) | 漁獲量 (トン) | 割合 (%) | 漁獲量 (トン) | 割合 (%) | 漁獲量 (トン) | 割合 (%) | 漁獲量 (トン) | 割合 (%) | 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 | 14 | 258 | 11 | 365 | 15 | 74 | 3 |
| 2019 | 1,390 | 59 | 128 | 5 | 222 | 9 | 283 | 12 | 289 | 12 | 58 | 2 |

2019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 | 114 | 1,075 | 200 | 281 |
| 2018 | 195 | 214 | 85 | 1,280 | 263 | 323 |
| 2019 | 255 | 199 | 110 | 1,230 | 255 | 321 |

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宍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。

2019年は暫定値。

表 4. 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 | 1995 | 433 | 216,973 | 2.00 |
| 1971 | 15 | 205,095 | 0.07 | 1996 | 309 | 220,749 | 1.40 |
| 1972 | 15 | 198,107 | 0.08 | 1997 | 305 | 207,851 | 1.47 |
| 1973 | 15 | 186,300 | 0.08 | 1998 | 395 | 208,206 | 1.90 |
| 1974 | 15 | 198,958 | 0.08 | 1999 | 667 | 216,432 | 3.08 |
| 1975 | 41 | 225,216 | 0.18 | 2000 | 539 | 198,609 | 2.71 |
| 1976 | 71 | 225,238 | 0.32 | 2001 | 554 | 197,512 | 2.80 |
| 1977 | 54 | 236,599 | 0.23 | 2002 | 692 | 189,715 | 3.65 |
| 1978 | 72 | 239,176 | 0.30 | 2003 | 432 | 179,353 | 2.41 |
| 1979 | 95 | 168,947 | 0.56 | 2004 | 481 | 177,260 | 2.71 |
| 1980 | 72 | 235,827 | 0.31 | 2005 | 487 | 172,596 | 2.82 |
| 1981 | 73 | 235,876 | 0.31 | 2006 | 620 | 167,859 | 3.69 |
| 1982 | 108 | 235,887 | 0.46 | 2007 | 436 | 149,365 | 2.92 |
| 1983 | 191 | 233,984 | 0.82 | 2008 | 455 | 130,870 | 3.48 |
| 1984 | 233 | 232,321 | 1.00 | 2009 | 512 | 126,912 | 4.03 |
| 1985 | 216 | 213,448 | 1.01 | 2010 | 485 | 122,954 | 3.94 |
| 1986 | 169 | 221,103 | 0.76 | 2011 | 617 | 118,996 | 5.19 |
| 1987 | 277 | 232,837 | 1.19 | 2012 | 387 | 115,038 | 3.36 |
| 1988 | 298 | 222,508 | 1.34 | 2013 | 422 | 111,080 | 3.80 |
| 1989 | 333 | 216,388 | 1.54 | 2014 | 458 | 107,520 | 4.26 |
| 1990 | 318 | 219,177 | 1.45 | 2015 | 473 | 103,960 | 4.55 |
| 1991 | 328 | 220,539 | 1.49 | 2016 | 531 | 100,400 | 5.29 |
| 1992 | 300 | 223,099 | 1.34 | 2017 | 616 | 96,840 | 6.36 |
| 1993 | 264 | 214,014 | 1.23 | 2018 | 684 | 93,280 | 7.33 |
| 1994 | 427 | 218,106 | 1.96 | 2019 | 703 | 93,280 | 7.54 |

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。2019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 年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。

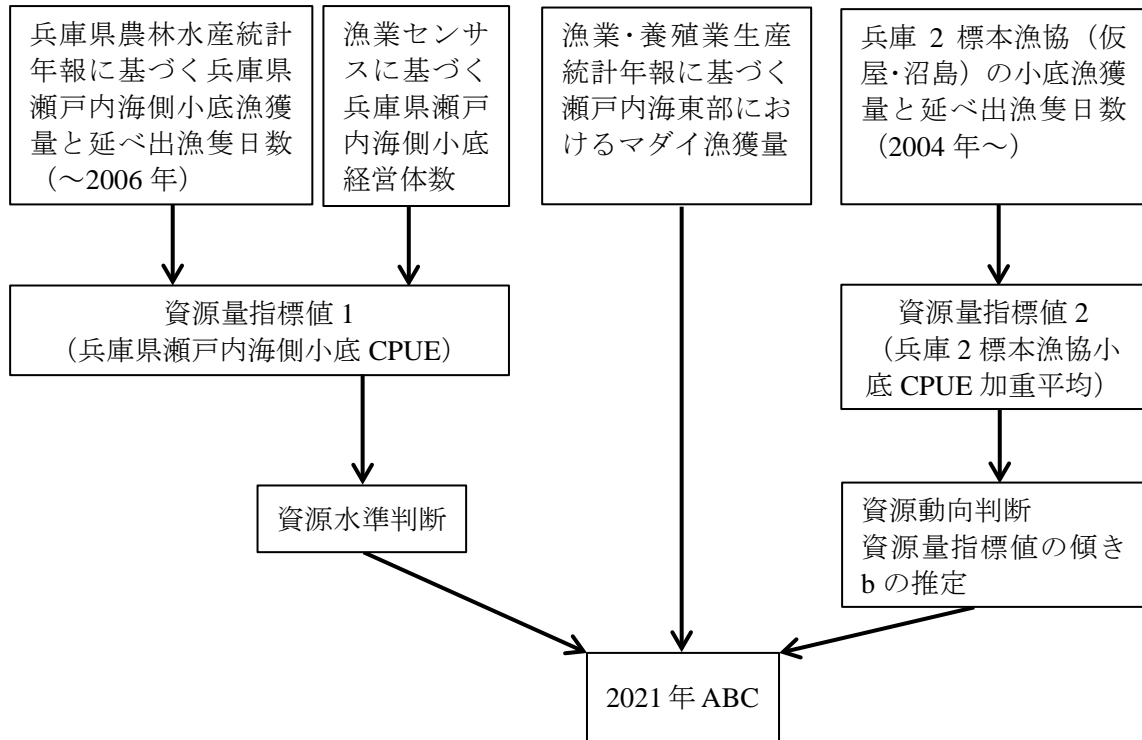
5) 斜字体は、推定値を表す。

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。

表 5. 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 |

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(2019年: 2,370 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 (2019 年: 1,390 トン)の 5 割を占める兵庫県瀬戸内海区の小底漁獲量 (2019 年: 703 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、両年の延べ出漁隻日数を推定した (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 年延べ出漁隻日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

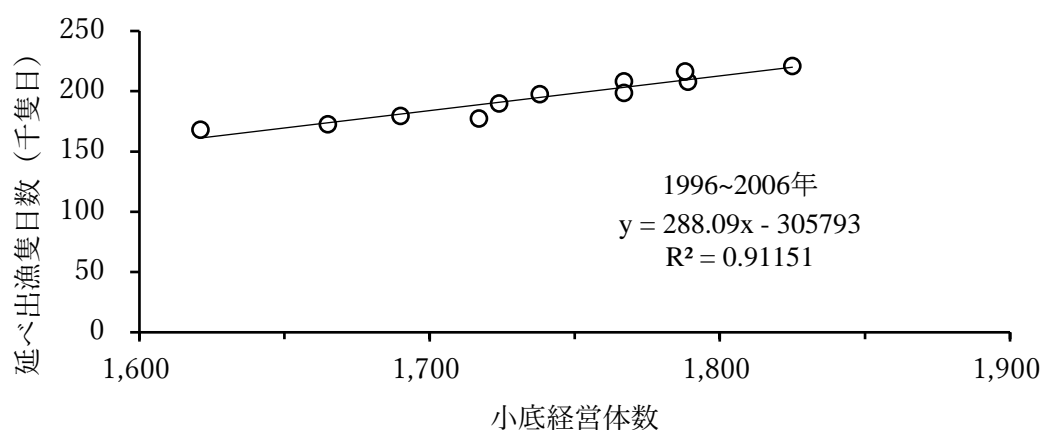
漁獲日数とそれを用いた CPUE を推定した（図 8、表 4）。

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 年以降の努力量ならびに 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。

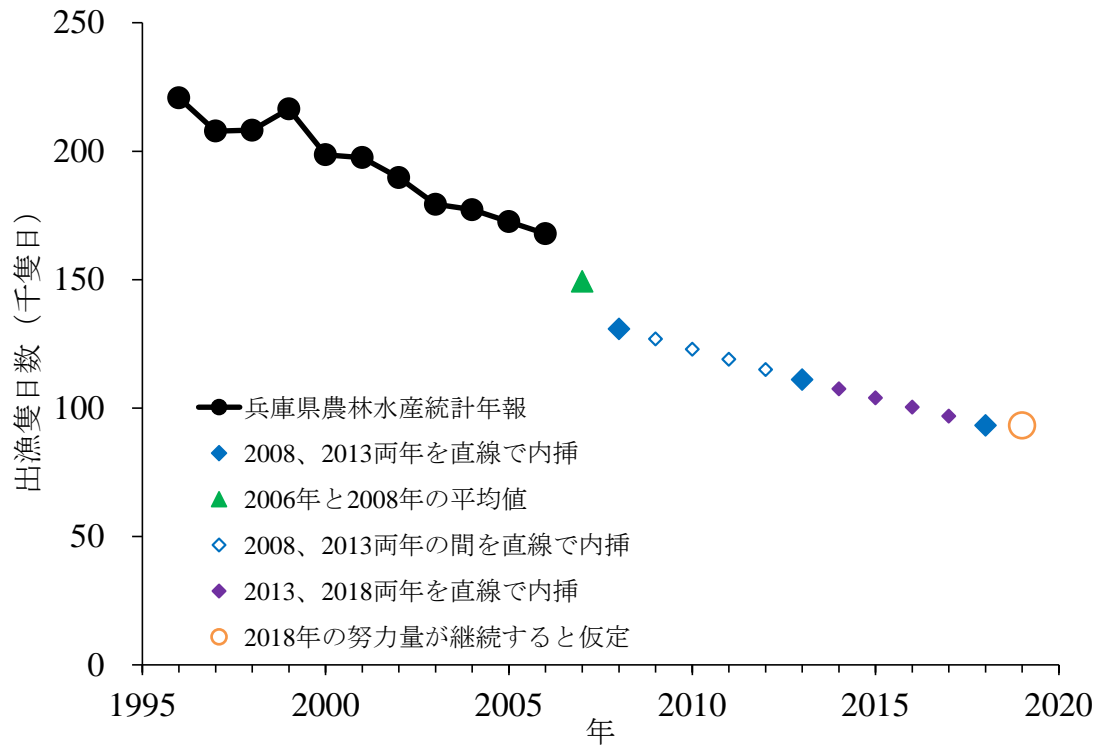
2) 資源量指標値 2: 兵庫県内標本港 2 漁協（仮屋、沼島）の CPUE の加重平均値（資源動向の資源水準の判断ならびに ABC 算定時の資源量指標値の傾きに使用）

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（703 トン、表 4）は瀬戸内海東部におけるマダイ漁獲量（2,370 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（122 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）。



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日数の対応

| 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。

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.