

平成30（2018）年度マダイ瀬戸内海東部系群の資源評価

責任担当水研： 瀬戸内海区水産研究所（山本圭介、本田 聡）

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

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。その後は小幅な増減を経てやや減少し、2017年は2,102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推定値は1970年の0.07kg/隻日から増加傾向で推移し、2017年には過去最高値となる5.55kg/隻日となった。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。2017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、2016年には93.5万尾の人工種苗が放流された。

管理基準	Target / Limit	2019年 ABC (トン)	漁獲 割合 (%)	F値 (現状のF値から の増減%)
1.0・Cave5-yr・1.01	Target	1,603	—	—
	Limit	2,003	—	—

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 (%)
2013	—	—	1,788	—	—
2014	—	—	2,041	—	—
2015	—	—	1,985	—	—
2016	—	—	1,956	—	—
2017	—	—	2,102	—	—

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	・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) ・2007～2016年県別漁業種別魚種別漁獲量、2017年概数値(農林水産省) ・2016年香川県農林水産灘別統計 ・1970～2008兵庫県農林水産統計年報 ・2008年および2013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。2017年における全国のマダイ漁獲量(15,245トン)に対する瀬戸内海東部海域(2,102トン)の割合は14%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12cm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、2016年には93.5万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、2016年の収量は515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10cm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)。

(2) 年齢・成長

1年で14.7cm、2年で23.1cm、3年で30.3cm、4年で36.5cm、5年で41.8cm、6年で46.3cmとなる(図3)(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4)。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2)。産卵適地は水深30～70m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、昆虫類、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。2017年における漁法別漁獲割合は、小底56%、吾智網14%、小定置11%、刺網10%、釣漁業6%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が、マダイ瀬戸内海東部系群のおおよその漁獲量は1,500トン程度であったと想定される。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5、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、2017年の漁獲量は2,102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、他県に比べて高いことが分かる（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 2009, 平成20年度遊魚採捕量調査報告書；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, 2018/8/8 DL)、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は瀬戸内海東部海域と分離して評価することが出来ない。

(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年を以て廃止されてしまったため、現在まで至る長期の漁獲努力量の時系列を継続的に示すことが出来るデータは少ない。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の計算に用いる) 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ている。なおこのデータについても2007年以降は統計値として収集されなくなったため、CPUEの推定においてはいくつかの仮定の下で努力量を推定している(方法の詳細については補足資料2を参照)。

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7および表5に示す。仮屋漁協において2016年にやや増加がみられるものの、基本的に両漁協ともに延べ出漁隻日数は漸減傾向にある。

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。すなわち、1) 資源水準の評価については、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一方、2007年以降はデータが得られず推定値を使わざるをえない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8、表4)を、また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7、表5)から計算されるCPUEの加重平均値(図8、表5)をそれぞれ用いた。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2012年以降一貫して上昇傾向を示し、2017年の推定CPUEは過去最高の5.55kg/隻日となった(図8、表4)。但し計算に際して使用した2017年延べ隻日数は2013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(後述)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、2017年のCPUEは10.70kg/隻日であった(図8、表5)。最近年を含む直近5年間(2013~2017年)のCPUE平均値にあてはめた回帰直線式の傾きは0.137、そのR²値は0.0272、p値は0.79となった(図9)。

(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(表4)を用いた。同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、資源水準を区分した。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: 5.55kg/隻日であった2017年の資源水準は高位にあたる。なお、平成29年度の評価においては、資源水準の区分の際に最新年のCPUEまで含めて計算を行ったが、本方法における2014年以降のCPUEについては努力量があくまで仮定値でしかなく、漁業センサスに基づく経営体数からの推定も出来ていないため、水準区分設定の対象から外すこととした。

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（2013～2017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9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0.137と増加傾向にあることが示唆された一方、その標準誤差は0.47、 p 値は0.79と極めて大きく、この結果のみを以て回帰係数が正であり、資源は増加傾向にあるとは言い難い。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100万尾を超え、2000年には176.7万尾まで増加した。2001年以降は100万尾を下回り、2016年は93.5万尾であった（図10、表1）。種苗放流効果についての評価は行われていない。

5. 2019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。

$$ABC_{limit} = \delta_1 \times C_t \times \gamma_1$$

$$ABC_{target} = ABC_{limit} \times \alpha$$

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

ここで、 C_t には最新年の漁獲量ではなく、最近年を含む直近5年間（2013～2017年）の平均漁獲量Cave5-yr（1,974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 は直近5年間の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、0.137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（2013～2017年）のCPUE加重平均値の平均: 9.33を用いた。 α は安全率で、ABCtargetの算出に際して0.8を用いた。

この結果、2019年のABClimitは2,003トン、安全率 α として0.8を乗じたABCtargetは1,603トン

となった。

管理基準	Target / Limit	2019年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F値 (現状のF値からの増減%)
1.0・Cave5-yr・1.01	Target	1,603	—	—
	Limit	2,003	—	—

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"> ・2016年漁獲量確定値 ・2017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"> ・2016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) (実際のF値)
2017年 (当初)	Fcurrent	0.92	5,649	2,653	2,262	
2017年 (2017年再評価)	1.0・Cave5-yr・1.11	—	—	2,255	1,804	
2017年 (2018年再評価)	1.0・Cave5-yr・0.90	—	—	1,832	1,466	2,102 (-)
2018年 (当初)	1.0・Cave5-yr・1.09	—	—	2,217	1,773	
2018年 (2018年再評価)	1.0・Cave5-yr・0.99	—	—	1,912	1,530	

F値は1歳魚の値で代表する。前年度から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。昨年度評価と今年度評価では使用したCPUEがそれぞれ異なるため γ_1 の値が変化した。

6. ABC以外の管理方策への提言

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。

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.



図 1. マダイ瀬戸内海東部系群の分布

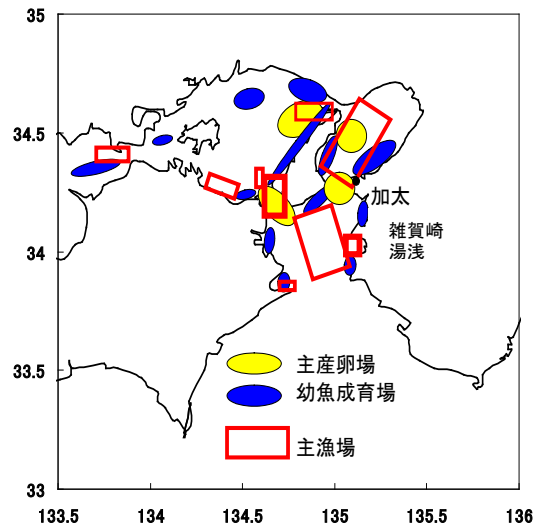


図 2. マダイ瀬戸内海東部系群の生活史・漁場形成図

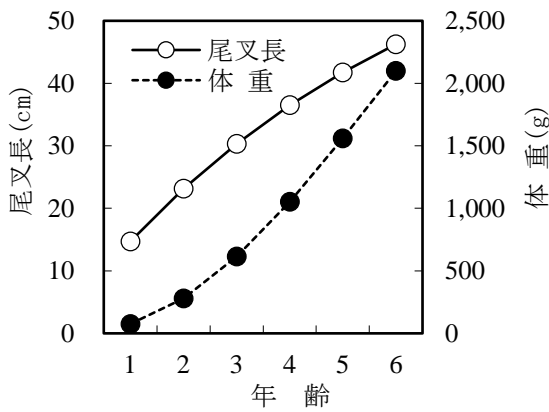


図 3. マダイ瀬戸内海東部系群の年齢と成長 (5月に加齢)

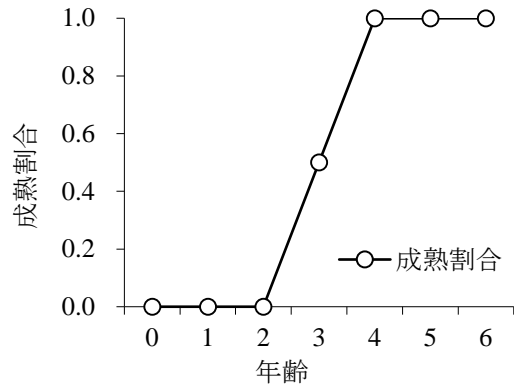


図 4. マダイ瀬戸内海東部系群の年齢別成熟割合

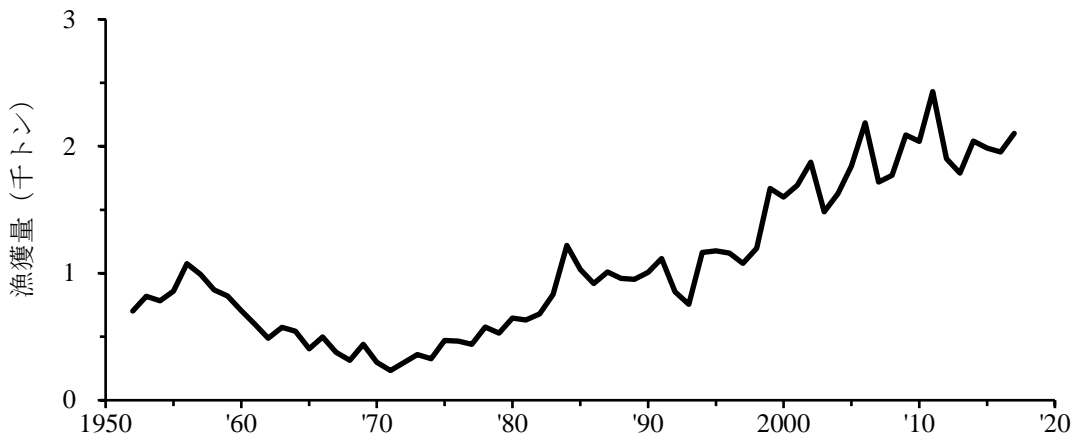


図 5. マダイ瀬戸内海東部系群の漁獲量の推移

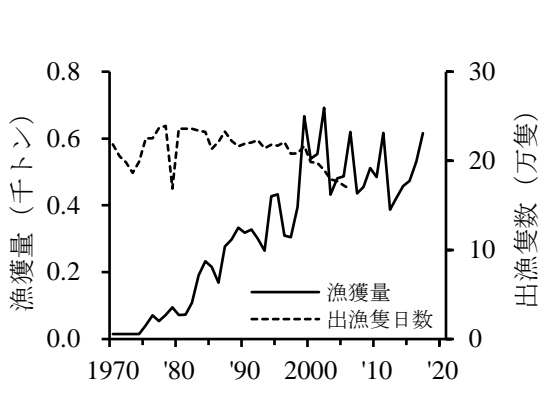


図 6. 兵庫県瀬戸内海区の小底によるマダイ漁獲量と延べ出漁隻日数の推移

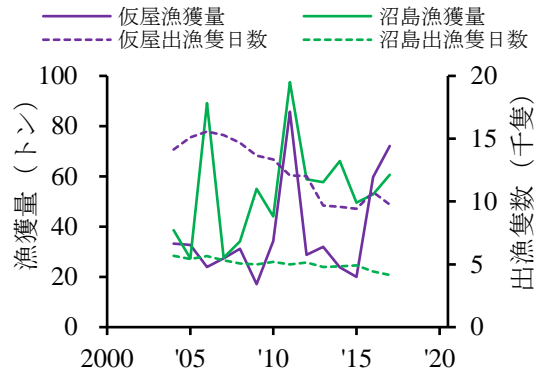


図 7. 兵庫県内 2 漁協（仮屋・沼島）の小底によるマダイ漁獲量と延べ出漁隻日数の推移

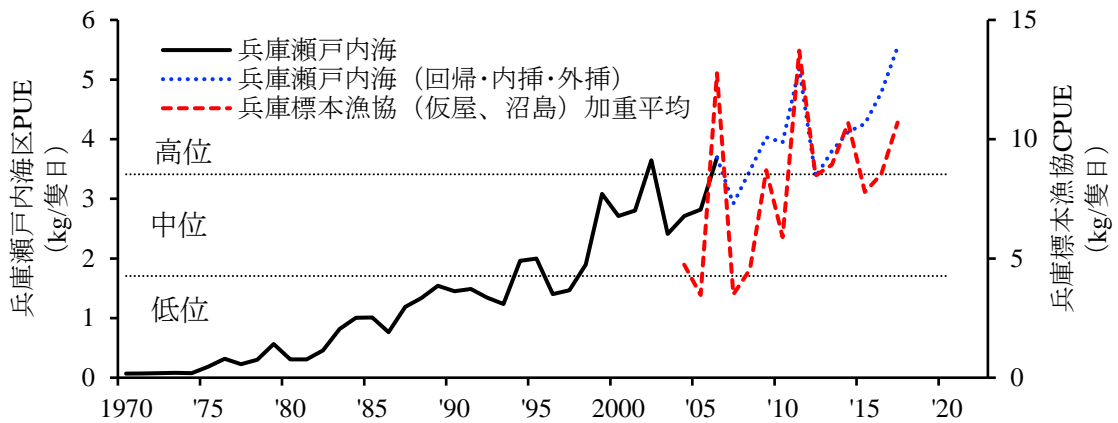


図 8. 兵庫県瀬戸内海区および兵庫県内 2 標本港の小底によるマダイ CPUE の推移
兵庫県瀬戸内海区の CPUE 計算にあたり、2006 年以前については兵庫県農林水産統計年報の小底延べ出漁隻日数の実数値を使用したが、2007 年以降は努力量にあたる統計が得られなくなったため、回帰・内挿などの方法により推定した。詳細は補足資料 2 を参照のこと。

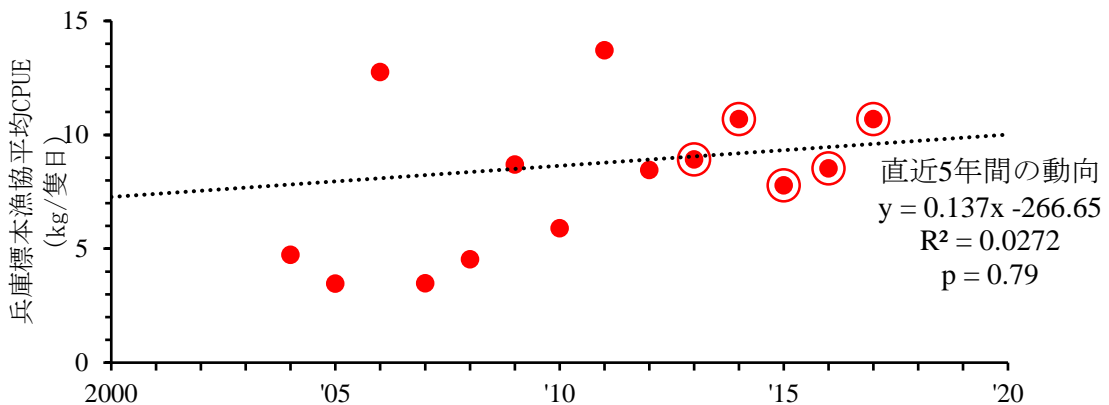


図 9. 兵庫県内 2 漁協（仮屋、沼島）の加重平均 CPUE への回帰直線式の当てはめ
点線は直近 5 年間（2013～2017 年）の CPUE に対する回帰直線（資源動向の判定ならびに b を求めるのに使用）

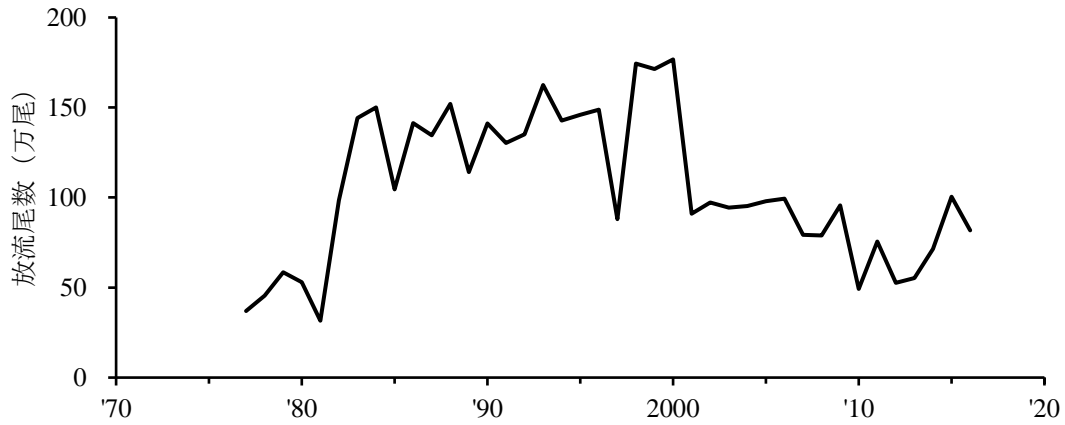


図 10. 瀬戸内海東部におけるマダイ人工種苗の放流尾数の推移

表 1. マダイ瀬戸内海東部系群の漁獲量、人工種苗放流数および養殖魚収量の推移

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			1985	1,029	1,045	1,080
1953	818			1986	919	1,413	1,044
1954	782			1987	1,011	1,345	1,486
1955	858			1988	960	1,520	1,403
1956	1,076			1989	952	1,142	1,328
1957	990			1990	1,009	1,411	2,401
1958	870			1991	1,115	1,303	1,980
1959	821			1992	853	1,351	2,129
1960	704			1993	754	1,624	1,987
1961	598			1994	1,164	1,428	1,958
1962	489			1995	1,176	1,459	2,255
1963	573			1996	1,159	1,488	2,641
1964	545			1997	1,078	880	2,458
1965	406			1998	1,196	1,744	2,739
1966	498			1999	1,667	1,713	2,638
1967	378			2000	1,601	1,767	2,118
1968	314			2001	1,694	910	1,932
1969	440			2002	1,874	972	1,699
1970	299		0	2003	1,485	944	1,270
1971	234		11	2004	1,627	952	1,431
1972	297		159	2005	1,844	979	1,560
1973	359		478	2006	2,185	994	1,362
1974	328		278	2007	1,719	792	1,580
1975	471		589	2008	1,771	789	1,322
1976	466		468	2009	2,089	957	1,069
1977	440	369	484	2010	2,039	492	1,064
1978	577	455	841	2011	2,431	755	652
1979	528	585	1,076	2012	1,902	526	970
1980	647	530	1,106	2013	1,788	552	952
1981	631	316	1,008	2014	2,041	715	711
1982	679	985	1,190	2015	1,985	1,005	427
1983	833	1,442	2,329	2016	1,956	935	515
1984	1,219	1,500	874	2017	2,102		

養殖魚収量は公表値のみを集計、2003～2013年は香川+徳島（瀬戸内海）、2014～2016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と割合

年	小底		吾智網		小定置		刺網		釣漁業		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	41	3	121	10	84	7	215	18	2	0
1996	641	55	40	3	142	12	91	8	241	21	4	0
1997	629	58	44	4	122	11	96	9	185	17	2	0
1998	731	61	48	4	135	11	102	9	174	15	6	1
1999	992	60	100	6	210	13	145	9	208	12	12	1
2000	944	59	116	7	190	12	163	10	184	11	5	0
2001	905	53	103	6	252	15	170	10	262	15	2	0
2002	1,091	58	113	6	257	14	166	9	221	12	26	1
2003	775	52	118	8	191	13	181	12	217	15	3	0
2004	876	54	172	11	198	12	178	11	198	12	4	0
2005	875	47	181	10	363	20	215	12	206	11	4	0
2006	1,024	47	235	11	393	18	210	10	312	14	12	1
2007	827	48	196	11	274	16	176	10	200	12	46	3
2008	899	51	245	14	193	11	203	11	164	9	67	4
2009	1,018	49	324	16	252	12	217	10	186	9	92	4
2010	1,041	51	277	14	224	11	252	12	174	9	71	3
2011	1,295	53	275	11	294	12	272	11	241	10	55	2
2012	945	50	245	13	258	14	217	11	183	10	54	3
2013	918	51	221	12	251	14	206	12	140	8	52	3
2014	1,076	53	282	14	240	12	222	11	167	8	54	3
2015	1,037	52	276	14	217	11	205	10	167	8	83	4
2016	1,050	54	290	15	216	11	192	10	109	6	99	5
2017	1,182	56	284	14	224	11	208	10	118	6	86	4

2017 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

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道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。2017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	<i>149,365</i>	2.92
1983	191	233,984	0.82	2008	455	<i>130,870</i>	3.48
1984	233	232,321	1.00	2009	512	<i>126,912</i>	4.03
1985	216	213,448	1.01	2010	485	<i>122,954</i>	3.94
1986	169	221,103	0.76	2011	617	<i>118,996</i>	5.19
1987	277	232,837	1.19	2012	387	<i>115,038</i>	3.36
1988	298	222,508	1.34	2013	422	<i>111,080</i>	3.80
1989	333	216,388	1.54	2014	458	<i>111,080</i>	4.12
1990	318	219,177	1.45	2015	473	<i>111,080</i>	4.26
1991	328	220,539	1.49	2016	531	<i>111,080</i>	4.78
1992	300	223,099	1.34	2017	616	<i>111,080</i>	5.55
1993	264	214,014	1.23				
1994	427	218,106	1.96				

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、2007～2017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。2017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：

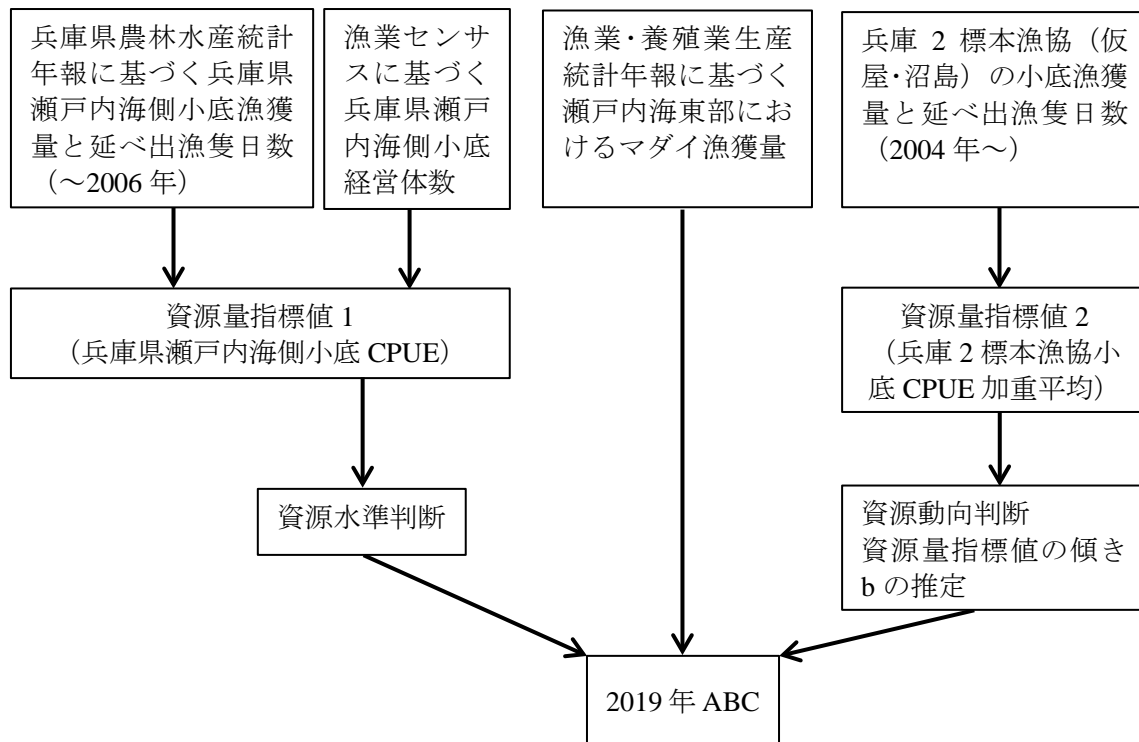
- 1) 2008、2013 両年の努力量は漁業センサスによる小底経営体数と延べ出漁隻日数との回帰式から推定。
- 2) 2007年の努力量は2006年と2008年の平均値。
- 3) 2009～2012年の努力量は2008年から2013年にかけて努力量が直線的に減少したと仮定した内挿値。
- 4) 2014年以降は2013年と同水準の努力量が継続すると仮定。

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。

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

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 (2017年: 2,102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 (2017年: 1,182トン) の5割を占める兵庫県瀬戸内海区の小底 (2017年: 616トン) 漁獲量ならびに延べ出漁隻日数 (図7、表4) から求めたCPUE系列を用いた (図8、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)。

(1)

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

$$R^2 = 0.91$$

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 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）。

最後に、2014～2017年の延べ出漁隻日数については、2013年の延べ出漁隻日数推定値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、2013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。また同様の理由により、資源水準を設定する際のCPUE最高値設定には、2014年以降のCPUEは用いていない。

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）。

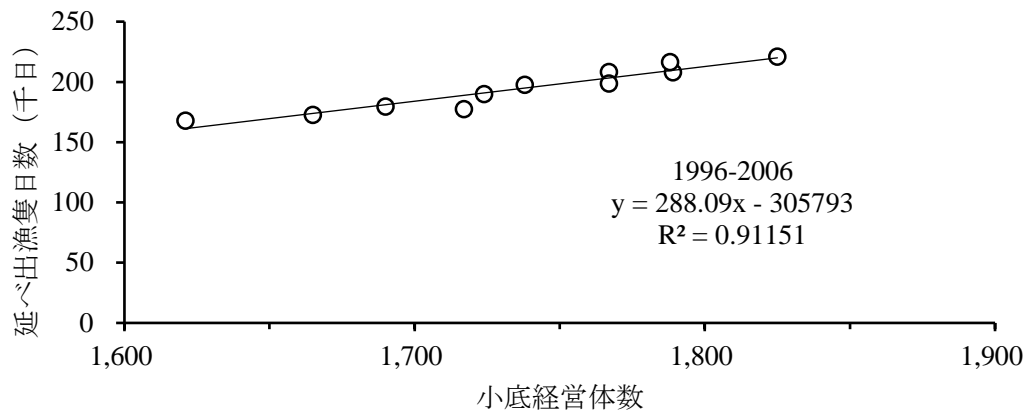
なお、同様のCPUE系列として、同じく2006年までに限られるものの、兵庫県瀬戸内海側に限らず、瀬戸内海東部全域の小底を対象としたCPUEも計算可能である。但しこちらは、2007年以降の努力量ならびにCPUE推定に際してうまく推定する方法を見いだすことが出来なかった。そこで今回は兵庫県瀬戸内海区に限った小底のみを扱ったCPUE系列を資源水準の判断に採用した。

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）

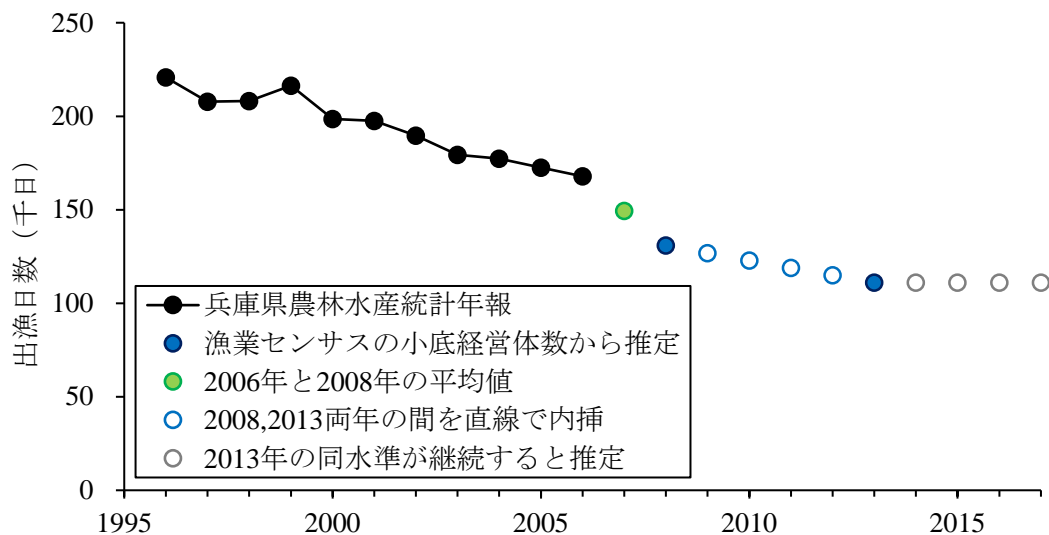
前述の通り、資源水準の判断には兵庫県瀬戸内海区の小底CPUEを用いたが、このCPUE系列は、2007年以降の努力量が実数値ではなく、推定値に基づいている。また推定値を求める際に用いた小底経営体数のデータが2013年以降得られておらず、現在の資源状況を判断するには確実な情報ではないという問題もある。

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 inputs、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2017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、2017年における兵庫県瀬戸内海区の小底漁獲量（616トン、表4）は瀬戸内海東部におけるマダイ漁獲量（2,102トン、表1）の3割にあたるが、このうち仮屋、沼島両漁協による漁獲量（133トン、表5）は兵庫県瀬戸内海区の小底漁獲量の2割強を占める。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9、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 両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年以降は2013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	130,870
2013	1,117	111,080

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両年の延べ出漁隻日数は回帰式(2)による推定値。

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.