

## 令和元（2019）年度マダイ日本海西部・東シナ海系群の資源評価

担当水研：西海区水産研究所

参画機関：鳥取県栽培漁業センター、島根県水産技術センター、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター

## 要 約

本系群の資源量についてコホート解析により推定した。1986～2014年の資源量は15～18千トン間で推移していたが、2015年以降の資源量は増加し、2018年は1986年以降の最大になる22千トンと推定された。これは、近年のFの低下と2013～2015年の高い再生産成功率の影響と考える。再生産関係において、加入量が比較的高い親魚量の下限值である2005年の親魚量10.1千トンをBlimitとした。2018年の親魚量は14.8千トンでこれを上回っている。中位と低位の境界値をBlimitとすると、資源水準は中位、動向は最近5年間（2014～2018年）の資源量の推移から増加と判断した。現状の漁獲圧で漁業を継続しても資源は増加することが予測された。資源量を増加させることを管理目標として、Fcurrentを管理基準とし、ABC算定規則1-1) - (1)より2020年ABCを算出した。本種は栽培漁業対象種であり、2017年の放流尾数は2,828千尾、基礎データの制約により精度の問題は残るが、2018年の混入率は1.7%、添加効率は0.08と推定された。

管理基準	Target / Limit	2020年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状のF値からの増減%)
Fcurrent	Target	6,178	26	0.31 (-20%)
	Limit	7,407	31	0.39 (0%)

Limitは、管理基準の下で許容される最大レベルのF値による漁獲量である。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、より安定的な資源の増大が期待されるF値による漁獲量である。Ftarget =  $\alpha$  Flimitとし、係数 $\alpha$ には標準値0.8を用いた。Fcurrentは、2015～2017年のFの平均値、漁獲割合は2020年の漁獲量/資源量、F値は各年齢の平均値である。ABCに0歳魚は含まれない。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F 値	漁獲割合 (%)
2015	19,146	11,128	6,291	0.39	33
2016	20,128	12,242	6,297	0.40	31
2017	21,135	13,452	6,188	0.38	29
2018	21,924	14,793	6,586	0.39	30
2019	22,773	15,359	6,748	0.39	30
2020	24,167	15,416	—	—	—

2019年、2020年の値は、将来予測に基づく値。

水準： 中位      動向： 増加

本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
漁獲量および年齢別漁獲尾数	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省） 以西底びき網漁漁獲成績報告書（水産庁） 漁業種別漁獲量（鳥取～鹿児島（8）県） 漁業種別・月別体長組成（鳥取県・島根県・佐賀県・長崎県） 漁業種別・銘柄別漁獲量（福岡県・鹿児島県） 年齢別漁獲尾数（鳥取～鹿児島（8）県）
自然死亡係数（M）	年当たり $M=0.125$ を仮定（田中 1960）
マダイ人工種苗放流数	2017年までの県別・水域別放流尾数（水産機構）
放流魚標識率・混入率	天然・人工魚別年齢別漁獲尾数（鹿児島県） 年別年齢別混入率（佐賀県、熊本県） 年別混入率（島根県）
養殖マダイ収穫量	漁業・養殖業生産統計年報（農林水産省）

## 1. まえがき

2018年には全国のマダイの漁獲量 16,102 トンに対し、その 41%にあたる 6,586 トンが日本海西部（鳥取県以西）から九州西岸（鹿児島県佐多岬以西）に至る水域（以下、本海域）で漁獲された。本報告では、この海域に分布する群を単一の系群として取り扱う。なお、東シナ海における以西底びき網漁業による漁獲は含まない。マダイは栽培漁業の対象種として各地で種苗放流が行われており、本系群においても 1970 年代中頃より事業規模で実施されてきた。近年の放流尾数は徐々に減少し、1998 年には 9,000 千尾であったものが 2017 年には 2,828 千尾となり、近年の放流尾数は徐々に減少している。

## 2. 生態

### (1) 分布・回遊

本系群のマダイは、鳥取県以西の日本海西部海域と、福岡県から鹿児島県の九州西岸域

に分布している（図 1）。島根県の隠岐島周辺や山口県から鹿児島県にかけての九州西岸海域で、島周りを中心にいくつかの産卵場が知られている。1～3 歳魚は春季の接岸と秋季の離岸（沖合越冬）の季節的な移動を繰り返す。4 歳以上の成魚は等深線に沿った移動を行い、広域的に回遊すると推定されている。

## (2) 年齢・成長

孵化後の尾叉長は、半年で 9 cm、1 年で 14 cm、2 年で 22 cm、3 年で 30 cm（図 2）となり、寿命は 20 歳程度と推定されている（田中 1986）。

## (3) 成熟・産卵

産卵期は南ほど早く、鹿児島県では 2～5 月、長崎県の五島西沖や鯨曾根では 3 月上旬～5 月下旬、同県壱岐・対馬周辺では 4～6 月、福岡県では 3～5 月下旬である。孵化した仔魚は 30～40 日の浮遊期の後に底生生活に入り、幼魚は 4～5 月頃に沿岸一帯に広く分布する（田中 1986）。3 歳の半数と 4 歳以降の全数が再生産を行う（図 3）。

## (4) 被捕食関係

稚魚は端脚類や尾虫類などの動物プランクトン、当歳魚はヨコエビ類やアミ類、成魚は甲殻類や貝類、多毛類などを主要な餌とする（木曾 1980）。捕食者は大型の魚類などである。

## 3. 漁業の状況

### (1) 漁業の概要

本系群を対象とする漁業は船びき網（50%）、釣り・延縄（17%）、沖合底びき網（8%）、小型底びき網（7%）及び刺網（6%）など多種多様である。2018 年の県別の漁獲量の割合は、長崎県（29%）、福岡県（28%）で、島根県（14%）がそれに次いだ（図 4）。なお、当海域における遊漁採捕量は、213～327 トン（農林水産省統計情報部 1998、2003）と推定され、当該年の漁獲量に対して 4～5%であったが、採捕物の生物学的な基礎情報も整備されていないため、本報告ではその影響は考慮していない。

### (2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量は、1969 年の 11 千トンがピークで、1990 年の 5 千トンまで減少が続いた。それ以降、現在まで 5 千～7 千トンの範囲内で推移している。直近 5 カ年（2014～2018 年）の漁獲量は緩やかに増加し、2018 年の漁獲量は 6.6 千トンであった（図 5、表 1）。全国のマダイ漁獲量に対する本系群の占める割合は 41%であった。全国のマダイ漁獲量は 1970 年以降増減を繰り返しながら 14 千～20 千トンの間で推移し、2018 年は 16 千トンとなっている。また、本種の養殖は減少傾向にあるものの、2018 年の全国の養殖マダイ収穫量は 60 千トンで、全国のマダイ漁獲量の 3.7 倍に達する。本海域における養殖マダイ収穫量は 1990 年代には 20 千トンであった。近年では 12 千トンとなり減少しているが、本海域における漁獲量の 2 倍である。

#### 4. 資源の状態

##### (1) 資源評価の方法（補足資料1）

漁獲は漁期の中央で行われるとする Pope の近似式（Pope 1972）を用いてコホート解析した。漁業種別体長組成や年齢組成に基づいて推定された県別の漁業種別年齢別漁獲尾数を合計し、1986～2018年の系群全体の年齢別漁獲尾数を推定した。プラスグループ（10歳以上）の資源尾数については補足資料2の方法を用い、2018年の選択率は過去3年間（2015～2017年）の平均とした。自然死亡係数Mは、寿命を20年として田内・田中の式（田中 1960）で求めた0.125を用いた。コホートがまだ完結していない年級群の最近年の年齢別資源尾数は、各年齢につき過去3年間平均の漁獲係数Fを用いて計算した。2018年のプラスグループのFは、9歳のFと同じになるよう調整した。なお、1993年頃から各地で漁獲における全長規制が導入されたことで、漁獲尾数の推定精度が下がる0歳魚は計算から除外し、資源への加入年齢は1歳とした。

##### (2) 資源量指標値の推移

本種は多種多様な漁業の対象となっている。ただし、近年の本種の魚価の低迷から主な漁獲対象にされない事例も増えている。2007年度以降は、本種を漁獲する主要漁業種の漁労体数や出漁日数が公表されていない。これらのことから漁獲努力量の把握は困難であり、コホート解析においてCPUEなどを用いるチューニングはしていない。

##### (3) 漁獲物の年齢組成

漁獲物全体に占める年齢別尾数の割合を見ると、2018年は1歳魚が34%、2歳魚が37%、3歳魚が15%であり、3歳魚以下が全体の86%を占めた（図6）。このうち、1～2歳の漁獲尾数は前年に対して0.9～1.0倍であったが、3～10歳では前年に対して1.1～1.7倍となった（補足表2-1）。

##### (4) 資源量と漁獲割合の推移

年齢別漁獲尾数（補足表2-1）に基づくコホート解析の結果、資源量は1994～1998年に17千トンに達した後、2002年の15千トンまで減少を続けた。2004年以降は増加に転じ、2014年まで16千トン台から17千トン台の間で推移した。それ以降は、近年のFの低下と2013～2015年まで続いた高い再生産成功率の影響により増加に転じ、2018年の資源量は22千トンとなり、1986年以降の最大値を示した（図5、7、補足表2-2）。資源尾数は2017年までは資源量と類似した変動を示し25,423千～35,474千尾の範囲で推移した（補足表2-3）。しかし、2018年では資源量が前年に比べて増加したのに対し、資源尾数は前年に比べると減少していた。これは、(3)で述べたように、3～10歳の漁獲尾数が増加したためと考えられる。漁獲割合は1986～2012年まで32～41%（平均35%）の間で推移したが、2013年以降低下して2018年の漁獲割合は30%となった（図7）。漁獲係数は1986～2013年では0.45～0.59の範囲で推移したが、2014年以降は減少し0.38～0.42となった（図8、補足表2-4）。

自然死亡係数（M）の誤差が、コホート解析の結果に与える影響を検討した。Mを変化させた場合の資源量、親魚量、加入量の変動を図9に示す。解析に用いたM（0.125）に

20%の誤差があった場合、その資源量、親魚量、及び加入尾数の推定値が受ける影響はそれぞれ3~7%、4~8%および3~6%と推定された。

#### (5) 再生産関係

1歳魚の資源尾数と放流された放流魚の混入率に基づいて、1歳魚を天然魚と放流魚に分離し、再生産関係を検討した。親魚量と翌年の1歳魚加入尾数の関係(図10、表2)を見ると、1986~2014年までは、親魚量と加入尾数の変動はほぼ連動していた。しかし、2015~2018年の親魚量は増加するが、加入尾数は減少傾向を示した。2018年の親魚量は14.8千トン、加入尾数は12,677千尾であった。再生産成功率(親魚量1 kgあたりの翌年の1歳魚加入尾数)は、これまで周期的に増減が繰り返され、過去の平均値は1.20に対して2017年は0.94尾/kgとなり、過去最低値を示した(図11、表2)。これは2018年の加入尾数が1986年以降の平均値(12,512千尾)を若干上回る尾数(12,677千尾)であるのに対し、2017年親魚量が13.5千トンを示した影響のためである(表2)。

#### (6) Blimit の設定

これまでの再生産関係を見ると、親魚量と翌年の1歳加入尾数との間にはほぼ正の関係が認められる(図12)。昨年までと同様に近年の再生産関係において、加入量が比較的高い親魚量の下限値である2005年の親魚量10.1千トンをBlimitとした。

#### (7) 資源の水準・動向

資源水準を求めると、中位と低位の境界値をBlimit(親魚量10.1千トン)とすると(図12)、2018年の親魚量は14.8千トンであり(表2)、Blimitを上回っているため中位と判断した。動向は最近5年間(2014~2018年)の資源量の推移から増加と判断した。なお、資源解析を開始した1986年以降において、親魚量の最高値(2018年の14.8千トン)は最低値(2001年の9千トン)の1.6倍程度であり、資源水準の基準となる親魚量の変動幅が非常に小さい(表2)。このため、本系群については中位と高位の区分は困難と判断し、高位水準の設定は行っていない。

#### (8) 今後の加入量の見積もり

将来予測における加入量の計算は、再生産関係から求められる天然加入尾数に、近年の種苗放流尾数の動向を反映させるため、直近年の放流尾数に2018年の添加効率を乗じた値を加えたものを初期資源尾数とした。従って、将来予測値には放流効果が含まれることになる。なお、再生産成功率は直近年の変動の影響を受けにくいと考えられる過去10年間(2008~2017年)の中央値である1.26(尾/kg)を使用し(表2)、今後の加入量の見積もりを行った。

#### (9) 生物学的管理基準(漁獲係数)と現状の漁獲圧の関係

2018年以降の再生産成功率は、過去10年間(2008~2017年)の中央値である1.26(尾/kg)とし、各年齢の選択率は2018年と同じで推移すると仮定し、現状の漁獲圧で漁業を

継続しても資源は増加することが予測されたことから（図 15）、資源量を増加させることを管理目標としてこれを実現する  $F_{current}$  を管理基準とした。年齢別選択率を 2018 年と同じにして  $F$  を変化させた場合の YPR と %SPR を図 13 に示す。 $F_{current}$ （2015～2017 年）の推定値（0.39）は、資源量が維持される  $F_{med}$ （0.42）を下回った。

#### （10）種苗放流効果（補足資料 3）

本系群内において 2017 年には、島根県、佐賀県、長崎県、熊本県及び鹿児島県でマダイ人工種苗が放流されている。2017 年までの集計結果によると、放流総数は 1999 年に 9,136 千尾に達した後に減少し、2017 年は 2,828 千尾となった（図 14、補足表 3-1）。2017 年における総放流数に占める各県の割合は、熊本県（37%）、鹿児島県（34%）、島根県（21%）の順で高かった。

標識装着率で補正された放流魚の年齢別混入率については、2 県から近年の年毎の推定値が提供されており、それ以外の県については不明あるいは欠測年があるが全年齢込みの混入率が提供されている。このため、混入率は全年齢込みの値を用いて推定することとした。また、添加効率は、加入時の値が推定されるべきであるが、前述したようなことから、全年齢込みの値で添加効率を計算した。このように基礎情報が限られるが、利用できるデータを用いて人工種苗の混入率や添加効率を概算的に算出した。その結果、2018 年における混入率は 1.7%（補足表 3-2）、添加効率は 0.08 であった（補足表 3-1）。

現状の  $F$ 、再生産成功率、添加効率、及び現状の放流強度（3,000 千尾）で種苗を放流した場合と放流しなかった場合の 2024 年の漁獲量及び資源量の差を推定した（補足図 3-1、3-2）。その結果、漁獲量の差は 73 トンとなり、2024 年漁獲量の予測値 8,781 トンの 0.83% になると予測された。また、資源量の差は 231 トンとなり、2024 年資源量の予測値 28,387 トンの 0.81% になると予測された。

本海域では、放流種苗由来のマダイが 218 千～1,661 千尾加入しており（補足表 3-1）、天然の加入群を下支えする一定の効果はあると考えられる。しかし、養殖の発展に伴って市場価格が下がっている本種の場合、現状の資源状態を考慮すると放流数の更なる調整が必要であると考えられる。

## 5. 2020 年 ABC の算定

### （1）資源評価のまとめ

資源量は 1995～1997 年に 17 千トンに達した後、2002 年の 15 千トンまで減少を続けた。2004 年以降は増加に転じ、2014 年まで 16 千トン台から 17 千トン台の間で推移した。それ以降は、近年の  $F$  の低下と 2013～2015 年まで続いた高い再生産成功率の影響により、2018 年の資源量は 22 千トンとなり、1986 年以降の最大値を示した。2018 年の親魚量は 14.8 千トンで  $B_{limit}$ （10.1 千トン）を上回っているため資源水準は中位、動向は最近 5 年間（2014～2018 年）の資源量の推移から増加と判断した。

### （2）ABC の算定

過去における再生産関係（図 12）を見ると、親魚量と翌年の 1 歳加入尾数との間には正の関係が認められるため、加入量が比較的高い親魚量の下限值である 2005 年の親魚量 10.1

千トンでこれを上回っており（表 2）、ABC 算定規則 1-1) - (1) に該当する。現状の漁獲圧で漁業を継続しても資源は増加することが予測された。資源量を増加させることを管理目標として、これを実現する管理基準  $F_{current}$  により、ABC を算定した。

2020 年に  $F_{limit}$  (0.39) で漁獲した場合の  $ABC_{limit}$  は 7,407 トン、不確実性を見込んだ  $F_{target}$  (0.31) で漁獲した場合の  $ABC_{target}$  は 6,178 トンと算出された。

管理基準	Target / Limit	2020 年 ABC (トン)	漁獲割合 (%)	F 値 (現状の F 値からの増減%)
$F_{current}$	Target	6,178	26	0.31 (-20%)
	Limit	7,407	31	0.39 (0%)

$Limit$  は、管理基準の下で許容される最大レベルの F 値による漁獲量である。 $Target$  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、より安定的な資源の増大が期待される F 値による漁獲量である。 $F_{target} = \alpha F_{limit}$  とし、係数  $\alpha$  には標準値 0.8 を用いた。 $F_{current}$  は、2015～2017 年の F の平均値、漁獲割合は 2020 年の漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。ABC に 0 歳魚は含まれない。

### (3) ABC の評価

再生産成功率を過去 10 年間（2008～2017 年）の中央値と仮定し、複数の漁獲シナリオに基づいて F を変化させた場合の漁獲量、資源量及び親魚量を下表と図 15 に示す。将来予測においては、2019 年の漁獲係数は 2018 年と同じ、また 2020 年以降は年齢別選択率を 2018 年と同じとし、漁獲係数の年齢平均値が各資源管理基準の F 値となるよう設定した。 $F_{current}$  (0.39) は資源量の維持を目標とした  $F_{med}$  (0.42) を下回っている（図 13）。このため、 $F_{current}$  で漁獲しても、漁獲量、資源量及び親魚量は今後増加することが予測された。

漁獲シナリオ (管理基準)		F 値	漁獲量 (トン)							
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
現状の漁獲 圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.31	6,586	6,748	6,178	7,165	7,867	8,670	9,627	10,794
	Limit	0.39	6,586	6,748	7,407	7,955	8,227	8,502	8,781	9,155
現状の親魚 量の維持 (Fmed)	Target	0.34	6,586	6,748	6,618	7,471	8,033	8,658	9,374	10,248
	Limit	0.42	6,586	6,748	7,908	8,219	8,286	8,325	8,333	8,418
			資源量 (トン)							
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
現状の漁獲 圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.31	21,924	22,773	24,167	27,215	30,209	33,657	37,678	42,276
	Limit	0.39	21,924	22,773	24,167	25,326	26,250	27,253	28,387	29,672
現状の親魚 量の維持 (Fmed)	Target	0.34	21,924	22,773	24,167	26,539	28,758	31,263	34,134	37,369
	Limit	0.42	21,924	22,773	24,167	24,558	24,724	24,898	25,131	25,470
			親魚量 (トン)							
			2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
現状の漁獲 圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.31	14,793	15,359	15,416	16,999	19,417	21,896	24,412	27,341
	Limit	0.39	14,793	15,359	15,416	15,761	16,529	17,280	17,997	18,820
現状の親魚 量の維持 (Fmed)	Target	0.34	14,793	15,359	15,416	16,557	18,355	20,159	21,952	24,009
	Limit	0.42	14,793	15,359	15,416	15,255	15,425	15,609	15,778	16,011

## (4) ABC の再評価

昨年度評価以降に追加されたデータセットおよび修正・更新された数値の一覧を次の表に示す。

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
2017年漁獲量確定値	2017年漁獲量の確定
2018年漁獲量速報値	2018年までの推定資源量および RPS・Fcurrent・Fmed
2018年年齢別漁獲尾数	2018年までの推定資源量および RPS・Fcurrent・Fmed

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)
2018年(当初)	Frec	0.44	17,468	6,242	5,241	
2018年(2018年 再評価)	Fmed	0.40	17,309	5,856	4,908	
2018年(2019年 再評価)	Fcurrent	0.39	21,924	6,586	5,490	6,586 (0.39)
2019年(当初)	Fmed	0.40	16,912	5,591	4,680	
2019年(2019年 再評価)	Fcurrent	0.39	22,773	6,748	5,619	

2018年(当初)の値は2016年までの漁獲データを用いた2017年における評価結果、2018年(2018年再評価)と2019年(当初)は2017年までのデータを用いた2018年における結果、2018年(2019年再評価)と2019年(2019年再評価)は2018年までのデータを用いた今回の結果である。

2018年(当初)の資源量は17,468トン、2018年の再評価では17,309トン、2019年の再評価では21,924トンとなった。2018年当初から2018年再評価時には大きな修正はなかったが、2019年の再評価では大幅な上方修正となった。これは、近年のFが低下していることに加えて、2013～2015年の再生産成功率が高く加入尾数が多かったこと、2018年の高齢魚の漁獲尾数が前年に比べて多く、過去の資源量推定値が上方修正となったことが要因であると考えられた。2019年当初から2019年再評価の上方修正についても同様の要因であると考えられた。

## 6. ABC以外の管理方策の提言

2017年における全国のマダイ漁業による生産額は110億円である。また、本種は重要な養殖対象種でもあり、2017年における生産額は550億円となり、漁業と養殖を合わせたマダイの生産額は660億円に達する。本種の養殖収穫量は漁獲量をはるかに上回るとともに、農林統計値の単純計算ではあるものの、近年では単価の著しい低下が認められている。漁獲されたマダイだけでなく養殖マダイの単価も共に低下している可能性が示唆される。漁業者にとってマダイは漁家経営上魅力的な魚とは言えなくなり、Fが低下することによって資源管理上はプラスの効果をもたらしている可能性は考えられる。しかし、養殖の発展に伴って市場価格が下がっている本種の場合、現状の資源状態を考慮すると種苗放流数や、養殖収穫量との調整が必要であると考えられる。

## 7. 引用文献

- 秋元 聡・内田秀和(1988) 筑前海区におけるマダイ資源の現状と問題点. 水産海洋研究, **62**, 128-131.
- 木曾克裕(1980) 平戸島志々伎湾におけるマダイ当歳魚個体群の摂餌生態-I. 成長に伴

- う餌料の変化とその年変動. 西水研研報, **54**, 291-306.
- 農林水産省統計情報部 (1998). 平成 9 年遊漁採捕量調査報告書, 58 pp.
- 農林水産省統計部 (2003). 平成 14 年遊漁採捕量調査報告書, 52 pp.
- Pope J. G. (1972) An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis. *Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull.*, **9**, 65-74.
- 田中 克 (1986) II. 天然当歳魚の生態. 「マダイの資源培養技術」田中 克・松宮義晴編, 恒星社厚生閣, 東京, 59-74.
- 田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海水研研報, **28**, 1-200.

(執筆者: 中川雅弘、吉村 拓)

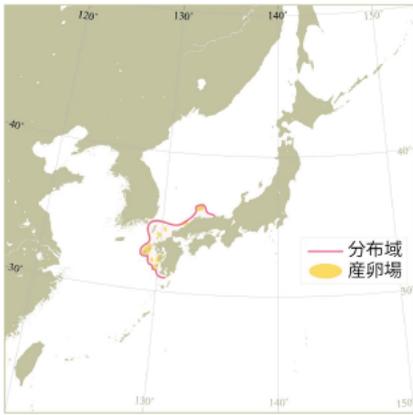


図1. マダイ日本海西部・東シナ海系群の分布水域

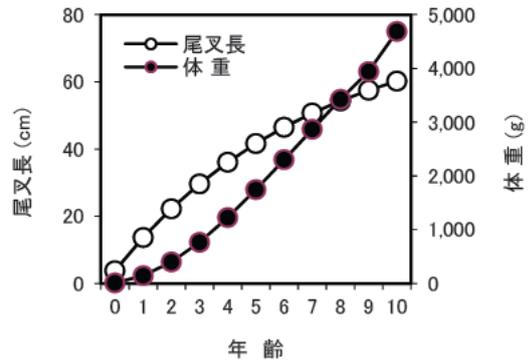


図2. マダイ日本海西部・東シナ海系群の成長

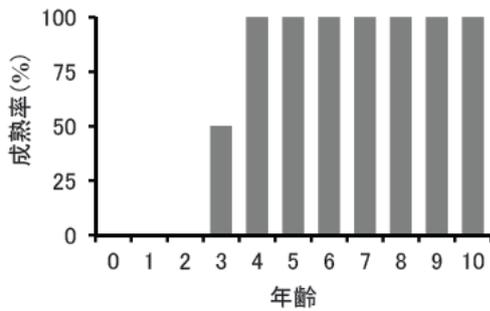


図3. マダイ日本海西部・東シナ海系群の成熟率

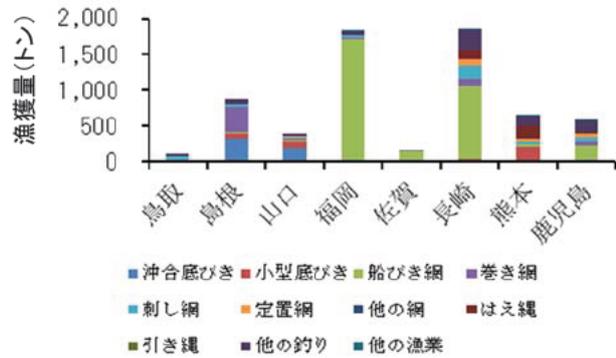


図4. マダイ日本海西部・東シナ系群の県別漁業種別の2018年漁獲量

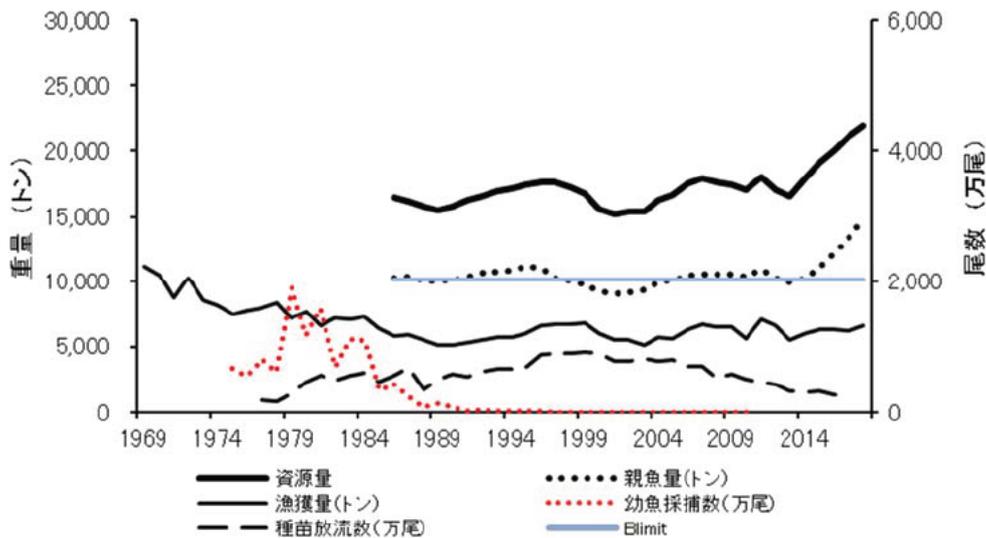


図5. マダイ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量、資源量、親魚量、養殖用天然幼魚の採捕、尾数（一部は秋元・内田（1988）より）、および人工種苗放流数の経年変化

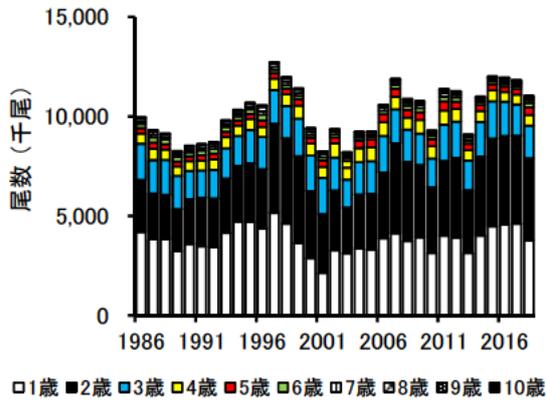


図 6. 年齢別漁獲尾数の経年変化

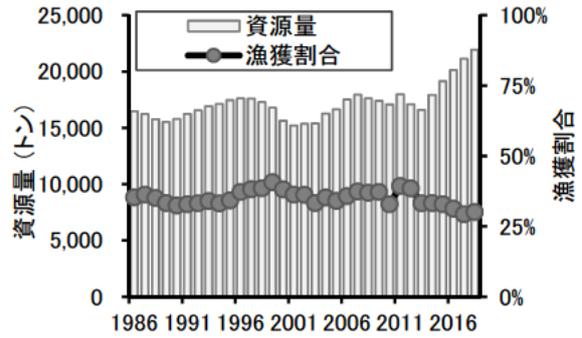


図 7. 資源量と漁獲割合の経年変化

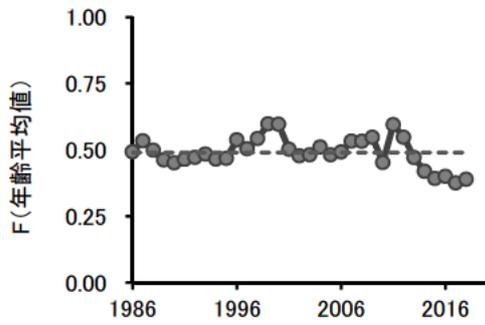


図 8. 漁獲係数の経年変化  
点線は過去平均値。

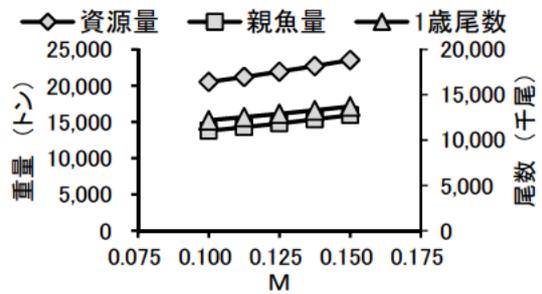


図 9. 資源量、親魚量、1歳魚尾数  
に対する M の影響

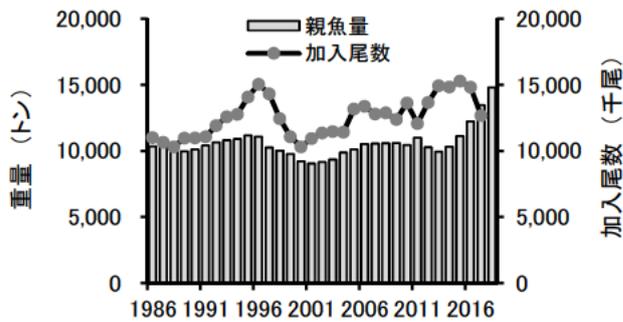


図 10. 親魚量と翌年加入尾数の経年変化

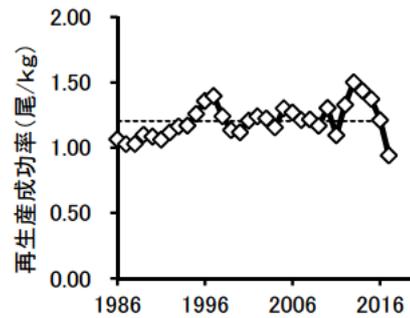


図 11. 再生産成功率の経年変化  
点線は過去 10 年間の平均値。

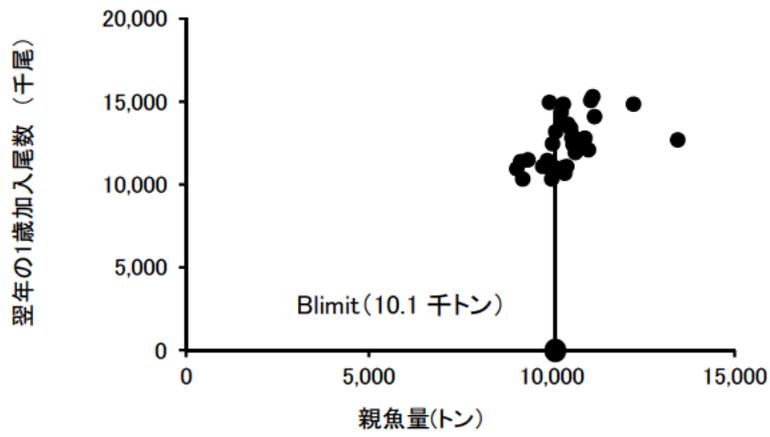


図 12. 再生産関係

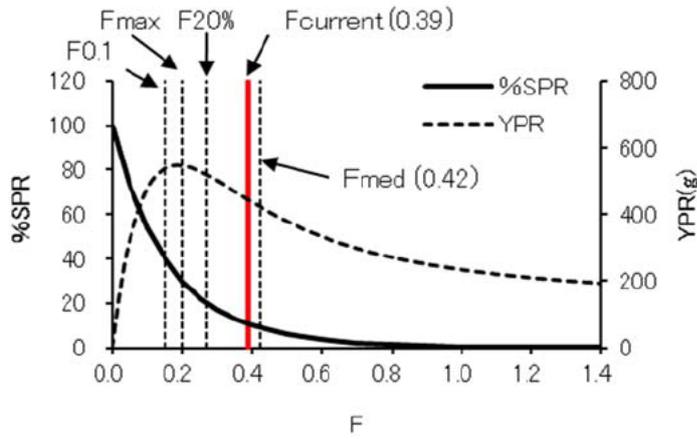


図 13. 漁獲係数 F と %SPR (実線)、YPR (点線) との関係、ならびに F の参考値

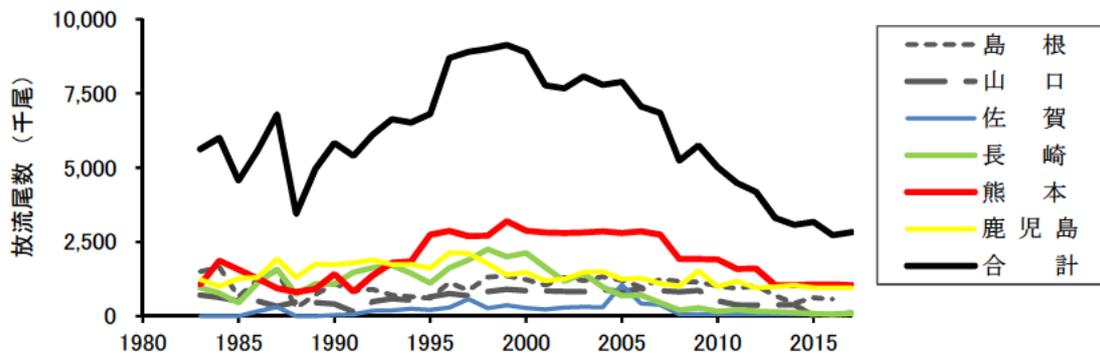


図 14. 県別マダイ人工種苗放流数の経年変化

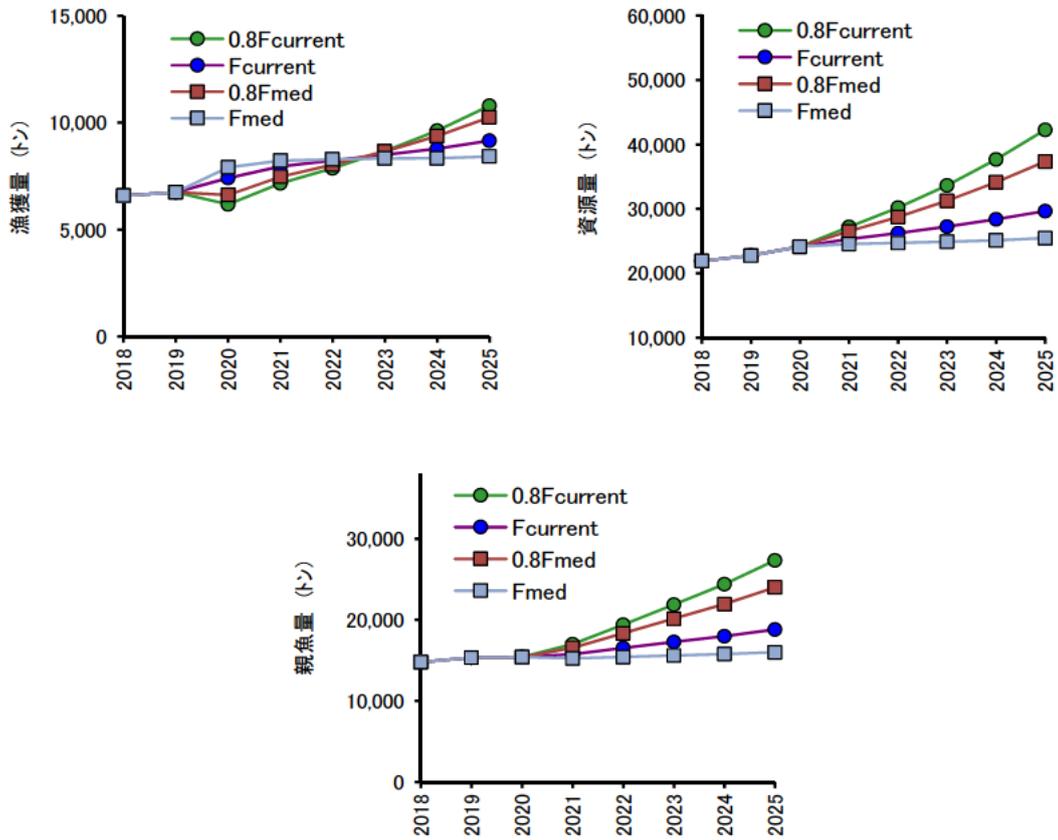


図 15. 異なる F 値による漁獲量と資源量、親魚量の予測推移

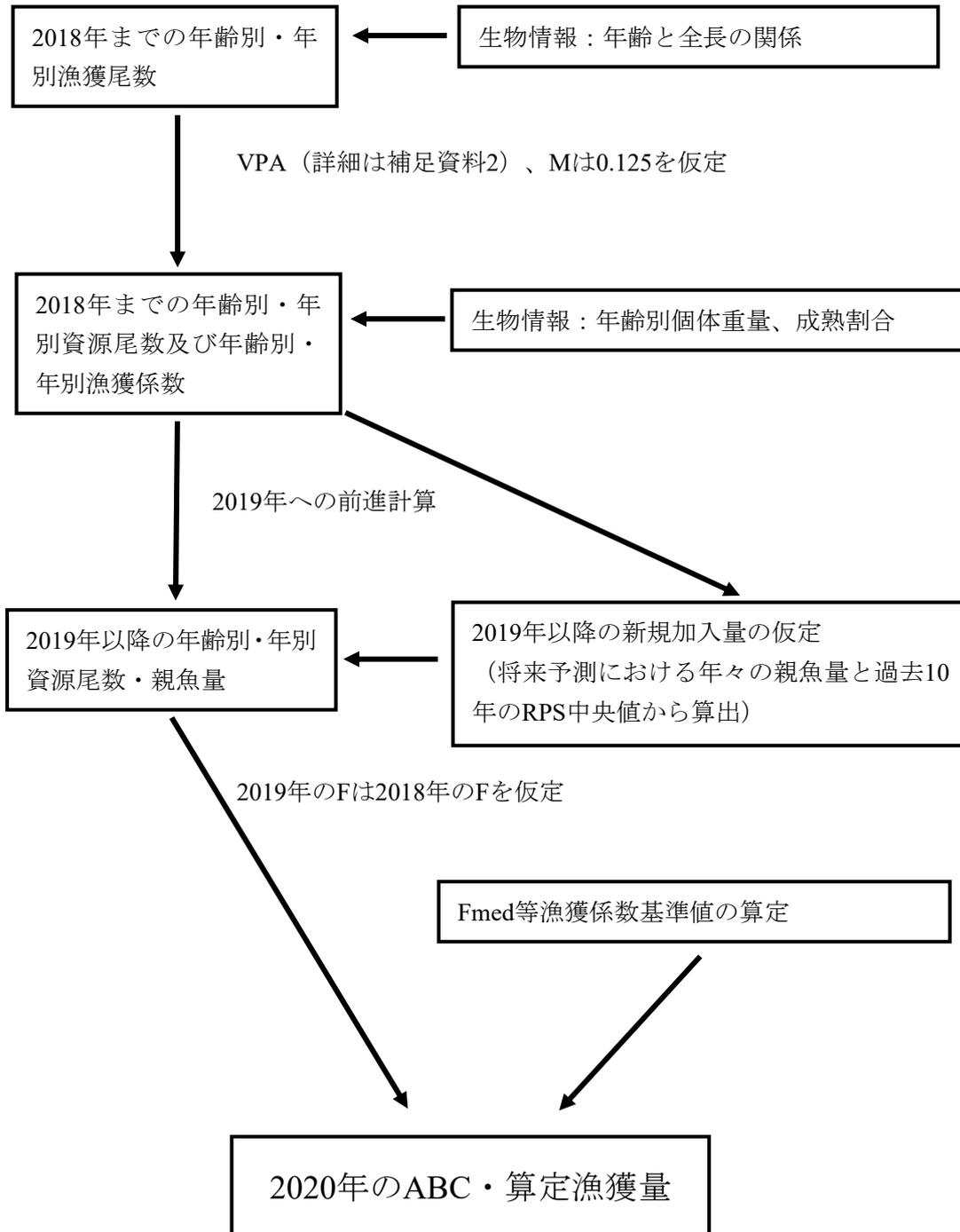
表 1. マダイ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量 (トン)

年	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
漁獲量	11,166	10,493	8,759	10,268	8,596	8,121	7,517	7,729	8,000	8,320
年	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
漁獲量	7,206	7,622	6,638	7,154	7,050	7,279	6,392	5,819	5,879	5,532
年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
漁獲量	5,154	5,111	5,327	5,495	5,754	5,669	5,973	6,555	6,716	6,666
年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
漁獲量	6,830	5,964	5,512	5,561	5,123	5,729	5,665	6,265	6,710	6,505
年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
漁獲量	6,472	5,610	7,065	6,568	5,506	5,965	6,291	6,297	6,188	6,586

表 2. コホート解析によるマダイ日本海西部・東シナ海系群の再生産関係

年	親魚量 (トン)	天然加入量 (千尾) (翌年の1歳魚)	再生産成功率 (尾/kg)
1986	10,343	11,014	1.06
1987	10,361	10,660	1.03
1988	10,007	10,312	1.03
1989	9,969	10,974	1.10
1990	10,114	10,991	1.09
1991	10,417	11,077	1.06
1992	10,654	11,914	1.12
1993	10,810	12,587	1.16
1994	10,913	12,779	1.17
1995	11,175	14,075	1.26
1996	11,076	15,049	1.36
1997	10,261	14,327	1.40
1998	10,026	12,445	1.24
1999	9,758	11,078	1.14
2000	9,215	10,309	1.12
2001	9,050	10,933	1.21
2002	9,154	11,364	1.24
2003	9,356	11,469	1.23
2004	9,886	11,427	1.16
2005	10,114	13,170	1.30
2006	10,522	13,374	1.27
2007	10,555	12,800	1.21
2008	10,586	12,879	1.22
2009	10,590	12,387	1.17
2010	10,447	13,628	1.30
2011	11,010	12,072	1.10
2012	10,281	13,669	1.33
2013	9,945	14,935	1.50
2014	10,322	14,834	1.44
2015	11,128	15,287	1.37
2016	12,242	14,830	1.21
2017	13,452	12,677	0.94
2018	14,793		

補足資料1 資源評価の流れ



## 補足資料2 資源計算の方法

年別年齢別資源尾数の算出には、下記の Pope の近似式 (Pope 1972) を用い、チューニングを用いない基本的な VPA によって行った。

$$\text{Pope の近似式} \quad : \quad N_{a,y} = N_{a+1,y+1}e^M + C_{a,y}e^{M/2}$$

ここで  $N_{a,y}$  :  $y$  年の  $a$  歳魚資源尾数

$C_{a,y}$  :  $y$  年の  $a$  歳魚漁獲尾数

各県によって推定される年齢組成が異なるため、10 歳以上の漁獲尾数を 10+歳として集計した。自然死亡係数  $M$  は年齢によらず一定とし、寿命を 20 として田内・田中の式 (田中 1960) (寿命を  $n$  年とすると、 $M = 2.5/n$ ) による 0.125 を用いた。成長に関するパラメータは、従来より本系群に用いられてきた値に従った。

コホートがまだ完結していない年級群の最近年の年齢別資源尾数は、各年齢につき過去 3 年間平均の漁獲係数  $F$  を用いて計算した。最近年の最高齢の  $F$  は、同一年の 1 歳若い年齢群の  $F$  と同じになるよう調整し、高齢部分の計算には以下の式を用いた。

$$N_{9,y} = \frac{C_{9,y}}{C_{10+,y} + C_{9,y}} N_{10+,y+1}e^M + C_{9,y}e^{\frac{1}{2}M}$$

$$N_{10+,y} = \frac{C_{10+,y}}{C_{9,y}} N_{9,y} \quad \text{ただし、} y \text{ は年}$$

なお、1993 年頃から各地で 0 歳魚の捕獲が禁止されたため、資源への加入年齢は 1 歳魚とし、解析では 0 歳魚を除外した。

補足表 2-1. マダイ日本海西部・東シナ海系群の年齢別漁獲尾数（千尾）

年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10+歳	合計
1986	4,195	2,621	1,812	513	270	220	126	142	37	38	9,976
1987	3,819	2,314	1,679	565	307	268	139	146	43	44	9,324
1988	3,823	2,234	1,765	513	267	242	115	130	34	38	9,161
1989	3,223	2,124	1,670	470	254	230	108	121	33	36	8,267
1990	3,594	2,260	1,422	469	253	210	116	140	33	35	8,531
1991	3,470	2,434	1,388	494	269	225	127	148	38	39	8,631
1992	3,421	2,464	1,427	532	285	240	130	149	39	41	8,727
1993	4,153	2,724	1,530	561	267	235	120	148	39	43	9,819
1994	4,707	2,803	1,514	521	252	216	110	143	36	41	10,344
1995	4,700	2,940	1,684	547	261	240	111	153	35	38	10,709
1996	4,375	2,973	1,623	509	317	292	171	223	44	46	10,576
1997	5,158	4,474	1,692	575	277	177	153	169	31	34	12,739
1998	4,615	4,295	1,609	595	295	176	156	164	38	53	11,997
1999	3,625	4,372	1,899	650	317	171	146	158	38	54	11,432
2000	2,878	3,379	1,780	600	290	144	149	144	33	47	9,442
2001	2,128	2,965	1,818	556	319	158	177	105	17	21	8,263
2002	3,270	3,016	1,655	708	310	146	135	96	16	20	9,372
2003	3,115	2,307	1,398	605	338	149	133	117	23	29	8,214
2004	3,376	2,697	1,630	710	368	155	115	144	23	30	9,247
2005	3,297	2,810	1,636	712	380	144	95	129	24	30	9,258
2006	3,877	3,303	1,843	677	403	198	141	95	31	30	10,597
2007	4,130	4,527	1,699	640	397	208	132	85	50	40	11,908
2008	3,735	3,982	1,625	592	393	213	143	117	68	33	10,901
2009	3,917	3,647	1,582	682	383	219	154	103	58	45	10,790
2010	3,139	3,305	1,438	627	340	181	120	78	45	37	9,310
2011	4,006	3,762	1,812	721	455	242	178	112	63	49	11,399
2012	3,913	4,000	1,833	630	369	206	147	93	50	38	11,280
2013	3,143	3,152	1,491	523	322	162	143	89	49	36	9,111
2014	4,018	3,970	1,741	542	308	149	124	78	42	29	11,001
2015	4,481	4,405	1,880	546	304	139	118	77	43	34	12,027
2016	4,576	4,447	1,718	490	277	129	120	89	63	58	11,965
2017	4,610	4,430	1,564	490	284	129	120	88	62	60	11,836
2018	3,781	4,115	1,646	533	383	213	149	100	63	66	11,050

補足表 2-2. コホート解析によるマダイ日本海西部・東シナ海系群の推定資源重量 (トン)

年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10+歳	合計
1986	1,760	2,835	3,096	2,264	1,933	1,630	1,209	909	381	469	16,486
1987	1,674	2,730	2,913	2,291	2,003	1,665	1,197	868	398	482	16,222
1988	1,620	2,662	2,957	2,187	1,952	1,667	1,107	817	342	457	15,768
1989	1,567	2,529	2,900	2,149	1,906	1,695	1,180	797	347	445	15,515
1990	1,668	2,625	2,753	2,178	1,929	1,670	1,243	899	363	455	15,783
1991	1,671	2,732	2,817	2,255	1,967	1,698	1,271	938	394	485	16,228
1992	1,684	2,785	2,873	2,386	2,023	1,708	1,260	931	404	505	16,559
1993	1,811	2,835	2,941	2,419	2,125	1,739	1,230	911	396	519	16,926
1994	1,913	2,871	2,839	2,398	2,118	1,897	1,276	910	379	516	17,117
1995	1,942	2,914	2,844	2,271	2,157	1,921	1,501	991	396	515	17,453
1996	2,139	2,988	2,817	2,083	1,956	1,946	1,464	1,227	442	549	17,612
1997	2,287	3,591	2,919	2,115	1,781	1,591	1,351	994	419	551	17,599
1998	2,178	3,660	2,861	2,180	1,714	1,474	1,270	934	384	639	17,295
1999	1,892	3,595	3,106	2,194	1,762	1,358	1,144	837	339	570	16,797
2000	1,684	3,267	2,941	2,206	1,690	1,365	1,030	737	266	450	15,636
2001	1,568	3,038	3,099	2,109	1,788	1,341	1,112	609	215	327	15,205
2002	1,668	3,035	3,010	2,290	1,738	1,392	1,048	604	230	347	15,363
2003	1,705	2,853	2,969	2,352	1,716	1,353	1,135	670	257	388	15,397
2004	1,793	3,001	3,169	2,588	1,962	1,267	1,085	769	246	383	16,264
2005	1,828	3,119	3,139	2,605	2,087	1,488	976	775	249	365	16,631
2006	2,136	3,235	3,259	2,555	2,104	1,608	1,247	723	308	347	17,521
2007	2,082	3,769	3,099	2,486	2,100	1,579	1,234	863	383	361	17,956
2008	1,924	3,543	3,123	2,426	2,073	1,586	1,173	879	561	325	17,614
2009	1,936	3,305	3,133	2,545	2,077	1,565	1,169	779	460	428	17,397
2010	1,874	3,266	2,971	2,609	2,079	1,591	1,129	737	411	406	17,072
2011	1,994	3,405	3,150	2,545	2,249	1,684	1,259	807	462	428	17,984
2012	1,902	3,375	3,057	2,368	2,016	1,635	1,199	757	406	371	17,087
2013	2,040	3,184	2,836	2,212	1,942	1,548	1,241	794	426	364	16,588
2014	2,237	3,811	3,123	2,294	1,921	1,564	1,264	848	475	394	17,931
2015	2,257	3,963	3,596	2,411	1,993	1,571	1,316	934	573	532	19,146
2016	2,276	3,840	3,540	2,920	2,134	1,662	1,352	1,009	665	731	20,128
2017	2,182	3,850	3,301	3,029	2,865	1,886	1,478	1,039	695	810	21,135
2018	1,857	3,609	3,331	2,867	3,002	2,721	1,724	1,174	731	907	21,924

補足表 2-3. コホート解析によるマダイ日本海西部・東シナ海系群の推定資源尾数 (千尾)

年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10+歳	合計
1986	12,219	7,106	4,047	1,847	1,108	708	422	266	97	100	27,919
1987	11,626	6,843	3,808	1,869	1,148	723	418	254	101	103	26,892
1988	11,252	6,672	3,865	1,784	1,119	724	386	238	87	98	26,225
1989	10,885	6,338	3,790	1,753	1,092	736	412	233	88	95	25,423
1990	11,584	6,579	3,598	1,776	1,105	726	434	263	92	97	26,253
1991	11,602	6,846	3,683	1,839	1,127	738	443	274	100	104	26,756
1992	11,692	6,979	3,755	1,946	1,159	742	440	272	103	108	27,196
1993	12,575	7,104	3,845	1,973	1,218	755	429	266	100	111	28,377
1994	13,286	7,197	3,711	1,956	1,214	824	445	266	96	110	29,105
1995	13,489	7,303	3,718	1,852	1,236	834	524	289	101	110	29,457
1996	14,856	7,489	3,683	1,699	1,121	845	511	358	112	117	30,792
1997	15,885	9,001	3,816	1,725	1,021	691	472	290	106	118	33,124
1998	15,122	9,173	3,740	1,778	982	640	443	273	98	136	32,387
1999	13,136	9,010	4,061	1,790	1,010	590	399	244	86	122	30,447
2000	11,693	8,187	3,844	1,799	968	593	360	215	67	96	27,823
2001	10,886	7,615	4,051	1,720	1,024	582	388	178	55	70	26,570
2002	11,582	7,608	3,935	1,868	996	605	366	176	58	74	27,268
2003	11,838	7,150	3,881	1,918	984	588	396	196	65	83	27,097
2004	12,452	7,521	4,143	2,111	1,124	550	379	225	62	82	28,649
2005	12,696	7,818	4,103	2,125	1,196	647	341	226	63	78	29,292
2006	14,831	8,107	4,260	2,084	1,206	699	435	211	78	74	31,984
2007	14,458	9,445	4,051	2,028	1,203	686	431	252	97	77	32,729
2008	13,361	8,880	4,083	1,979	1,188	689	410	257	142	69	31,058
2009	13,444	8,282	4,096	2,076	1,190	680	408	227	117	91	30,611
2010	13,012	8,185	3,883	2,128	1,191	691	394	215	104	87	29,890
2011	13,850	8,534	4,118	2,076	1,289	732	440	236	117	91	31,482
2012	13,208	8,459	3,997	1,931	1,155	710	419	221	103	79	30,283
2013	14,169	7,980	3,707	1,805	1,113	673	433	232	108	78	30,297
2014	15,533	9,552	4,082	1,871	1,101	679	441	248	121	84	33,711
2015	15,674	9,933	4,700	1,967	1,142	683	460	273	145	114	35,089
2016	15,806	9,623	4,628	2,381	1,223	722	472	295	169	156	35,474
2017	15,155	9,650	4,315	2,471	1,642	819	516	303	176	173	35,220
2018	12,894	9,044	4,354	2,339	1,720	1,182	602	343	185	194	32,858

補足表 2-4. コホート解析によるマダイ日本海西部・東シナ海系群の漁獲係数推定値

年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10+歳	F(平均)
1986	0.45	0.50	0.65	0.35	0.30	0.40	0.38	0.84	0.52	0.52	0.49
1987	0.43	0.45	0.63	0.39	0.34	0.50	0.44	0.95	0.61	0.61	0.53
1988	0.45	0.44	0.67	0.37	0.29	0.44	0.38	0.87	0.54	0.54	0.50
1989	0.38	0.44	0.63	0.34	0.28	0.40	0.33	0.80	0.51	0.51	0.46
1990	0.40	0.46	0.55	0.33	0.28	0.37	0.34	0.84	0.48	0.48	0.45
1991	0.38	0.48	0.51	0.34	0.29	0.39	0.36	0.86	0.51	0.51	0.46
1992	0.37	0.47	0.52	0.34	0.30	0.42	0.38	0.87	0.52	0.52	0.47
1993	0.43	0.52	0.55	0.36	0.27	0.40	0.35	0.89	0.53	0.53	0.48
1994	0.47	0.54	0.57	0.33	0.25	0.33	0.31	0.85	0.50	0.50	0.47
1995	0.46	0.56	0.66	0.38	0.25	0.37	0.26	0.82	0.46	0.46	0.47
1996	0.38	0.55	0.63	0.38	0.36	0.46	0.44	1.09	0.54	0.54	0.54
1997	0.42	0.75	0.64	0.44	0.34	0.32	0.42	0.97	0.37	0.37	0.50
1998	0.39	0.69	0.61	0.44	0.38	0.35	0.47	1.03	0.53	0.53	0.54
1999	0.35	0.73	0.69	0.49	0.41	0.37	0.49	1.16	0.65	0.65	0.60
2000	0.30	0.58	0.68	0.44	0.38	0.30	0.58	1.25	0.73	0.73	0.60
2001	0.23	0.54	0.65	0.42	0.40	0.34	0.66	0.99	0.39	0.39	0.50
2002	0.36	0.55	0.59	0.52	0.40	0.30	0.50	0.87	0.34	0.34	0.48
2003	0.33	0.42	0.48	0.41	0.46	0.31	0.44	1.02	0.47	0.47	0.48
2004	0.34	0.48	0.54	0.44	0.43	0.36	0.39	1.14	0.49	0.49	0.51
2005	0.32	0.48	0.55	0.44	0.41	0.27	0.35	0.94	0.52	0.52	0.48
2006	0.33	0.57	0.62	0.42	0.44	0.36	0.42	0.65	0.56	0.56	0.49
2007	0.36	0.71	0.59	0.41	0.43	0.39	0.39	0.45	0.79	0.79	0.53
2008	0.35	0.65	0.55	0.38	0.43	0.40	0.46	0.66	0.71	0.71	0.53
2009	0.37	0.63	0.53	0.43	0.42	0.42	0.51	0.66	0.75	0.75	0.55
2010	0.30	0.56	0.50	0.38	0.36	0.33	0.39	0.48	0.61	0.61	0.45
2011	0.37	0.63	0.63	0.46	0.47	0.43	0.56	0.70	0.84	0.84	0.59
2012	0.38	0.70	0.67	0.43	0.42	0.37	0.47	0.59	0.73	0.73	0.55
2013	0.27	0.55	0.56	0.37	0.37	0.30	0.43	0.53	0.67	0.67	0.47
2014	0.32	0.58	0.61	0.37	0.35	0.27	0.36	0.41	0.46	0.46	0.42
2015	0.36	0.64	0.55	0.35	0.33	0.24	0.32	0.36	0.38	0.38	0.39
2016	0.37	0.68	0.50	0.25	0.28	0.21	0.32	0.39	0.50	0.50	0.40
2017	0.39	0.67	0.49	0.24	0.20	0.18	0.28	0.37	0.46	0.46	0.38
2018	0.37	0.66	0.51	0.28	0.27	0.21	0.31	0.37	0.45	0.45	0.39

### 補足資料3 放流効果の試算

放流効果算定に必要な人工種苗の年齢別混入率は、一部の関係県から提供されているものの、系群全体の傾向を解析できるだけの十分なデータは得られていない。ここでは、利用可能なデータだけを用いて行った試算結果を参考として示す。

#### ① 県別混入率

年齢別混入率は多くの県で得られていないが、全年齢込みの混入率が4県で得られている。そこで、それらの混入率を各県の漁獲量で重みづけして算出した平均値を系群全体の混入率とした。本系群における混入率は1.7%と推定された（補足表3-2）。ただし、標識装着率で補正されていない値も一部含まれている。

#### ② 添加効率の試算

VPAで算出された1歳魚尾数、および放流魚混入率と放流尾数より添加効率を試算した。添加効率の算出方法を以下に示す。VPAで算出された1歳魚（天然+放流）の資源尾数に混入率を乗じて放流1歳魚の尾数を推定し、その値を前年の放流尾数で除した値を添加効率とした。なお、本来であれば各年級群における1歳時の混入率を用いて添加効率を求めるべきだが、年齢別の混入率データが十分に得られていないため、全年齢込みの値で添加効率を計算した。本系群における添加効率は0.08と推定された（補足表3-1）。

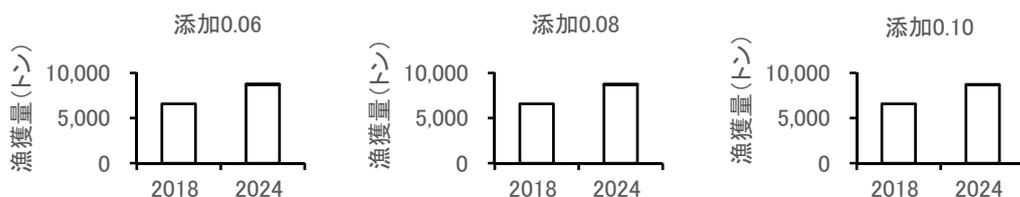
#### ③ 添加効率を変化させた場合の漁獲量と資源量への効果

2018年度の資源評価を基に、現状のF値、再生産成功率（過去10年の中央値）、及び現状の放流強度（3,000千尾）で種苗を放流した場合と放流しなかった場合、添加効率を3段階（0.06、0.08、0.10）に変化させて2024年の漁獲量及び資源量を推定した（補足図3-1、3-2）。なお、2018年の添加効率は0.08と推定されているため（補足表3-1）、この添加効率を参考値として3段階の値を設定した。計算方法は亘（2011）に準じて行った。その結果、添加効率0.06、0.08、0.10における放流ありとなしの場合の漁獲量の差は、それぞれ57トン、73トン及び90トンと推定された。2024年漁獲量の予測値は8,781トンであるため、それぞれの放流魚の割合は0.65%、0.83%、1.02%と推定された。また、同様に資源量の差については180トン、231トン及び282トンと推定された。2024年資源量の予測値は28,387トンであるため、それぞれの放流魚の割合は0.63%、0.81%、0.99%と推定された。

本海域では、放流種苗由来のマダイが215千～1,623千尾加入しており（補足表3-1）、天然の加入群を下支えする一定の効果はあると考えられる。しかし、養殖の発展に伴って市場価格が下がっている本種の場合、現状の資源状態を考慮すると放流数の更なる調整が必要であるとする。

## 引用文献

- 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会 (2007) 種苗放流実績表. 平成 17 年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績 (全国) 総括編・動向編, 80-82.
- 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会 (2008) 種苗放流実績表. 平成 18 年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績 (全国) 総括編・動向編, 80-82.
- 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会 (2009) 種苗放流実績表. 平成 19 年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績 (全国) 総括編・動向編, 80-82.
- 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会 (2010) 種苗放流実績表. 平成 20 年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績 (全国) 総括編・動向編, 76-78.
- 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会 (2011) 種苗放流実績表. 平成 21 年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績 (全国) 総括編・動向編, 76-78.
- 水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会 (2012) 種苗放流実績表. 平成 22 年度栽培漁業種苗生産、入手・放流実績 (全国) 総括編・動向編, 76-78.
- 水産総合研究センター (2013) 種苗放流実績表. 平成 23 年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績 (全国) 総括編・動向編, 72-73.
- 水産総合研究センター (2014) 種苗放流実績表. 平成 24 年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績 (全国) 総括編・動向編, 62-64.
- 水産総合研究センター (2015) 種苗放流実績表. 平成 25 年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績 (全国) 総括編・動向編, 64-65.
- 水産総合研究センター (2016) 種苗放流実績表. 平成 26 年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績 (全国) 総括編・動向編, 62-65.
- 水産研究・教育機構 (2017) 種苗放流実績表. 平成 27 年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績 (全国) 総括編・動向編, 64-65.
- 水産研究・教育機構 (2018) 種苗放流実績表. 平成 28 年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績 (全国) 総括編・動向編, 64-65.
- 水産研究・教育機構 (2019) 種苗放流実績表. 平成 29 年度栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績 (全国) 総括編・動向編, 64-65.
- 亘 真吾 (2011) 平成 23 年度ヒラメ瀬戸内海系群の資源評価. 平成 23 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁・水産総合研究センター, 1385-1410.



補足図 3-1. 添加効率を変化させた場合の 2024 年における漁獲量の推定値  
□は天然魚、■は放流魚を示す。



補足図 3-2. 添加効率を変化させた場合の 2024 年における資源量の推定値  
□は天然魚、■は放流魚を示す。

補足表 3-1. 添加効率の試算結果

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
前年の放流数 (千尾)	8,887	7,773	7,673	8,074	7,790	7,895	7,015	6,842	5,236	5,755
1 歳魚加入数 (千尾)	10,886	11,582	11,838	12,452	12,696	14,831	14,458	13,361	13,444	13,012
混入率 (%)	5.3	5.6	4.0	7.9	10.0	11.2	7.5	4.2	4.2	4.8
放流魚加入数 (千尾)	577	649	474	987	1,270	1,661	1,084	561	565	625
添加効率	0.06	0.08	0.06	0.12	0.16	0.21	0.15	0.08	0.11	0.11

年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
前年の放流数 (千尾)	5,017	4,490	4,188	3,306	3,074	3,174	2,724	2,828
1 歳魚加入数 (千尾)	13,850	13,208	14,169	15,533	15,674	15,806	15,155	12,894
混入率 (%)	1.6	8.6	3.5	3.8	5.4	3.3	2.1	1.7
放流魚加入数 (千尾)	222	1,136	500	597	840	519	325	218
添加効率	0.04	0.25	0.12	0.18	0.27	0.16	0.12	0.08

放流尾数：水産庁・水産総合研究センター・全国豊かな海づくり推進協会（2007～2012）、水産総合研究センター（2013～2015）、水産総合研究センター（2016）、水産研究・教育機構（2017～2019）。

混入率は全年齢込みで示した。

補足表 3-2. 県・年別混入率(%) ただし、標識装着率で未補正の値が含まれる。

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
鳥取	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
島根	—	—	—	7.4	19.3	18.1	14.1	8.4	7.4	6.7
山口	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
福岡	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
佐賀	1.2	2.0	3.0	2.2	4.7	5.2	3.8	3.4	1.5	0.6
長崎	3.5	4.2	1.8	6.4	—	—	—	—	—	—
熊本	9.6	10.3	8.0	15.8	11.9	12.3	6.9	3.1	4.2	4.6
鹿児島	5.3	4.5	4.4	4.2	2.1	1.8	1.7	1.5	1.8	3.5
全体	5.3	5.6	4.0	7.9	10.0	11.2	7.5	4.2	4.2	4.8

年	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
鳥取	—	—	—	—	—	—	—	—
島根	0.0	21.5	4.7	6.1	2.0	4.2	0.7	2.0
山口	—	—	—	—	5.6	1.0	0.2	—
福岡	—	—	—	—	—	—	—	—
佐賀	0.9	0.5	0.5	1.2	0.6	0.8	0.0	0.1
長崎	—	—	—	—	—	—	—	—
熊本	3.7	5.4	5.3	5.1	4.5	6.2	5.3	2.4
鹿児島	0.9	1.2	0.9	0.8	9.8	0.9	1.0	0.9
全体	1.6	8.6	3.5	3.8	5.4	3.3	2.1	1.7

全年齢込みの混入率で示した。