

## 平成 30 (2018) 年度マダイ日本海西部・東シナ海系群の資源評価

責任担当水研：西海区水産研究所（中川雅弘、吉村 拓）

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。資源量は 1995～1997 年に 18 千トンに達した後、2003 年の 15 千トンまで減少を続けた。2004 年以降は増加に転じ、16 千トンから 17 千トンの間で現在まで推移している。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值である 2005 年の親魚量 9.9 千トンを **Blimit** とした。2017 年の親魚量は 10.3 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（2013～2017 年）の資源量の推移から横ばいと判断した。ABC 算定規則 1-1) - (1) より、親魚量を維持させることを管理目標として、資源量を維持する基準値 **Fmed** により ABC を算出した。本種は栽培漁業対象種であり、2016 年の放流尾数は 2,731 千尾、基礎データの制約により精度の問題は残るが、2017 年の混入率は 2.1%、添加効率は 0.12 と推定された。

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%)
Fmed	Target	4,680	28	0.32 (-27%)
	Limit	5,591	33	0.40 (-8%)

**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維持が期待される 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。現状の F は、2014～2016 年の平均の F で 0.43 である。漁獲割合は 2019 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 (%)
2014	16,560	9,874	5,965	0.42	36
2015	17,181	10,271	6,291	0.41	37
2016	17,485	10,548	6,522	0.46	37
2017	17,245	10,332	6,259	0.43	36
2018	17,234	10,305	6,104	0.43	35
2019	16,912	10,401	—	—	—

2018 年、2019 年の値は、将来予測に基づく値。

水準： 中位      動向： 横ばい

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	2016 年までの県別・水域別放流尾数（水研）
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、鹿児島県） 年別混入率（島根県、山口県）
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

2017 年には全国のマダイの漁獲量 15,200 トンに対し、その 41%にあたる 6,259 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 2016 年には 2,731 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 9cm、1 年で 14cm、2 年で 22cm、3 年で 30cm（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、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（49%）、釣り・延縄（18%）、沖合底びき網（10%）、刺網（8%）及び小型底びき網（6%）など多種多様である。2017 年の県別の漁獲量の割合は、長崎県（30%）が最も多く、福岡県（26%）、鹿児島県（11%）がそれに次いだ（図 4）。なお、遊漁による採捕量の推定値は平成 9 年で全体の 2.1%（農水省統計情報部 1998）、平成 20 年で 8.4%（平成 20 年度漁業・養殖業生産統計年報、ただし兵庫県から福井県の日本海側を含む）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 5.1 千トンまで減少が続いた。その後増加に転じ、1999 年に 6.8 千トンまで回復した。2000 年以降は再び減少に転じ、2003 年には 1990 年と同じ最低水準となった。2004 年から再び増加に転じた後、増減を繰り返して 2017 年の漁獲量は 6.3 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、2017 年は 15 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、2017 年の全国の養殖マダイ収穫量は 63 千トンで、全国のマダイ漁獲量の 4.1 倍に達する。本海域におけるマダイ養殖収穫量は 1990 年代には 20 千トンであった。近年では 15 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 倍を超えている。

#### 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類別年齢別漁獲尾数を合計し、1986～2017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、2017年の選択率は過去3年間（2014～2016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。2017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

漁獲物に占める年齢別の割合は1986年以降ほぼ横ばいである。2017年は全体に占める1歳魚の割合が39%、2歳魚では37%、3歳魚では13%となり、3歳魚以下が全体の83～90%を占めた（図6）。2017年における1～8歳の漁獲尾数は前年に対して0.9～1.2倍であったが、年齢組成の割合としては低いものの、10歳+の漁獲尾数は前年と同様に高かった（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1995～1997年に18千トンに達した後、2003年の15千トンまで減少を続けた。2004年以降は増加に転じ、現在まで16千トン台から17千トン台の間で推移している。2017年の資源量は17.2千トンとなった（図5、7、補足表2-2）。資源尾数も類似した変動が認められ、1986年以降26,467千～34,564千尾の範囲で推移した（補足表2-3）。漁獲割合は1986～2017年まで31～41%（平均36%）の間で推移した（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0.41～0.46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2.8～6.3%、3.2～7.1%および2.5～5.4%と推定された。

## (5) 再生産関係

本報告では親魚を天然魚及び放流魚から由来すると仮定し、ここでの1歳魚とは天然魚のみの値である。天然1歳魚の尾数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た。それを1歳魚の資源尾数（天然＋放流）から差し引いた値を天然1歳魚とした。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年～1997年の間では親魚量の増加に伴い翌年の加入尾数も増加するなど、2005年までは両者間の変動はほぼ連動していた。しかし、2006年以降では、親魚量は増加するものの加入尾数がそれに連動していない年が認められる。また、2012年以降の親魚量はほぼ一定であるが、加入尾数の増加が認められる。2017年の親魚量は10.3千トン、1歳天然魚の資源尾数は14,562千尾となった。再生産成功率（親魚量1kgあたりの1歳魚加入尾数）は1986～1997年まで増加が続き、それ以降2000年まで減少に転じ2012年まで横ばいとなった。しかし、2013年以降増加して2016年は1.38尾/kgとなった（図11、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值である2005年の親魚量9.9千トンをBlimitとした。

## (7) 資源の水準・動向

資源水準を求めるにあたり、中位と低位の境界値をBlimit（親魚量9.9千トン）とすると（図5）、2017年の親魚量は10.3千トンであり、それを上回っているため中位と判断した。なお、昨年の評価における親魚量は9.8千トンであり、Blimitを僅かに下回っていたため昨年の水準は低位と判断した。動向は最近5年間（2013～2017年）の資源量の推移から横ばいと判断した。なお、資源解析を開始した1986年以降の親魚量の最大値は1995年の11,629トンであり（表2）、同年の漁獲量は5,973トンである（表1）。一方、1986年以前の漁獲量は1969年及び1970年には10,000トンを上回り（表1）、これら年代の親魚量は1995年より多いと想定される。このため、親魚量が推定されている1986年以降では高水準の年が存在しないと判断し、中位と高位の境界値は設定していない。

## (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、今後も放流が続くと仮定し、過去3年間の平均放流尾数に添加効率を乗じた値を加えて初期資源尾数とした。なお、再生産成功率は過去10年間（2007～2016年）の中央値である1.22（尾/kg）を使用し、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

2017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1.22（尾/kg）とし、各年齢の選択率は2017年と同じで推移すると仮定し、資源量を維持するFmedを基準値とした。年齢別選択率を2017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。Fcurrent（2014～2016年）の推定値（0.43）は、資源量が維持されるFmed

(0.40) を上回っている。

#### (10) 種苗放流効果（補足資料 3）

2016 年における本系群の分布水域内では、鳥取県、山口県（2016 年から休止）及び福岡県を除く 5 県でマダイ種苗が放流されている。2016 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、2016 年は 2,731 千尾となった（図 14、補足表 3-1）。2016 年における総放流数に占める各県の割合は、熊本県（39%）、鹿児島県（35%）、島根県（21%）の順で高かった。

放流数と翌年の 1 歳加入尾数の関係（図 15）によると、1990 年代に入って両者はともに増加傾向を示した。しかし、1997 年以降は放流数が微増したのに対して 1 歳魚は急減、また 2006 年には 1 歳魚が急増したが、その前年までの放流数に大きな変化は見られなかった。2008 年以降は放流数と 1 歳魚尾数はともに減少していたが、近年 1 歳魚の尾数が増加傾向にある。

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した。VPA で算出された 1 歳魚尾数、及び混入率と放流尾数より添加効率を試算した。本来であれば各年齢群における 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。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、2017 年における混入率は 2.1%（補足表 3-2）、添加効率は 0.12 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 2023 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 108 トンとなり、2023 年漁獲量の予測値 5,653 トンの 1.9%になると予測された。また、資源量の差は 269 トンとなり、2023 年資源量の予測値 16,180 トンの 1.7%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 211 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、資源の状態に加えて市況や放流の費用対効果等も考慮して放流数を調整することが必要である。

## 5. 2019 年 ABC の算定

### (1) 資源評価のまとめ

本系群マダイの資源量は 1995～1997 年に 18 千トンに達した後、2003 年の 15 千トンまで減少を続けた。2004 年以降は増加に転じ、16 千トンから 17 千トンで推移した。2014 年以降は、F の低下と高い再生産成功率の影響により 2017 年資源量は 17.2 千トンとなった。2017 年の親魚量は 10.3 千トンで Blimit（9.9 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（2013～2017 年）の資源量の推移から横ばいと判断した。

## (2) ABC の算定

過去における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 9.9 千トンで **Blimit** とした。2017 年の親魚量は 10.3 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。2017 年の親魚量は **Blimit** を上回ることから、親魚量を維持させることを管理目標として、資源量を維持する基準値 **Fmed** により ABC を算定した。

2019 年に **Flimit** (0.40) で漁獲した場合の **ABClimit** は 5,591 トン、不確実性を見込んだ **Ftarget** (0.32) で漁獲した場合の **ABCtarget** は 4,680 トンと算出された。

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%)
Fmed	Target	4,680	28	0.32 (-27%)
	Limit	5,591	33	0.40 (-8%)

**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維持が期待される 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。現状の F は、2014～2016 年の平均の F で 0.43 である。漁獲割合は 2019 年の漁獲量／資源量、F 値は各年齢の平均値である。

## (3) ABC の評価

再生産成功率を過去 10 年間（2007～2016 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 16 に示す。将来予測においては、2018 年の漁獲係数は 2017 年と同じ、また 2019 年以降は年齢別選択率を 2017 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。**Fcurrent** (0.43) は資源量の維持を目標とした **Fmed** (0.40) を上回っている（図 13）。このため、**Fcurrent** で漁獲すると、漁獲量、資源量及び親魚量は今後減少することが予測された。一方、**Flimit** (**Fmed**) 及び安全率を乗じた **Ftarget** (0.8**Fmed**) では、これらの値は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)							
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.32	6,259	6,104	4,680	5,139	5,557	6,039	6,648	7,307
	Limit	0.40	6,259	6,104	5,591	5,653	5,740	5,839	5,962	6,075
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.35	6,259	6,104	5,022	5,350	5,653	5,997	6,424	6,868
	Limit	0.43	6,259	6,104	5,949	5,814	5,752	5,690	5,629	5,558
			資源量 (トン)							
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.32	17,245	17,234	16,912	18,593	20,329	22,291	24,502	26,883
	Limit	0.40	17,245	17,234	16,912	17,195	17,510	17,848	18,195	18,527
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.35	17,245	17,234	16,912	18,069	19,246	20,548	21,976	23,466
	Limit	0.43	17,245	17,234	16,912	16,646	16,465	16,278	16,077	15,864
			親魚量 (トン)							
			2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
親魚量の維持 (Fmed)	Target	0.32	10,332	10,305	10,401	11,665	12,991	14,295	15,646	17,157
	Limit	0.40	10,332	10,305	10,401	10,698	10,896	11,097	11,310	11,517
現状の漁獲圧の維持 (Fcurrent)	Target	0.35	10,332	10,305	10,401	11,302	12,182	13,031	13,899	14,838
	Limit	0.43	10,332	10,305	10,401	10,318	10,127	9,987	9,876	9,746

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
2016年漁獲量確定値	2016年漁獲量の確定
2017年漁獲量速報値	2017年までの推定資源量および RPS・Fcurrent・Fmed
2017年年齢別漁獲尾数	2017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)
2017 年 (当初)	Frec	0.45	15,117	4,998	4,174	
2017 年 (2017 年 再評価)	Frec	0.48	17,806	6,696	5,668	
2017 年 (2018 年 再評価)	Fmed	0.40	17,245	5,743	4,807	6,259 (0.43)
2018 年 (当初)	Frec	0.45	17,660	6,076	5,089	
2018 年 (2018 年 再評価)	Fmed	0.40	17,234	5,657	4,735	

2017 年 (当初) の値は 2015 年までの漁獲データを用いた 2016 年における評価結果、2017 年 (2017 年再評価) と 2018 年 (当初) は 2016 年までのデータを用いた 2017 年における結果、2017 年 (2018 年再評価) と 2018 年 (2018 年再評価) は 2017 年までのデータを用いた今回の結果である。

2017 年 (当初) の資源量は 15,117 トン、2017 年の再評価では 17,806 トン、2018 年の再評価では 17,245 トンとなり、2017 年当初から 2017 年再評価時には上方修正となったが、2017 年および 2018 年の再評価ではほぼ同じ値を示した。一方、2018 年 (当初) の資源量は 17,660 トン、2018 年の再評価では 17,234 トンとなりほぼ同じ値となった。

## 6. ABC 以外の管理方策の提言

本種の漁業は天然魚及び放流魚を対象としているが、重要な養殖対象種でもある。本種養殖魚の収穫量は漁獲量をはるかに上回るとともに、近年、生産過剰とも考えられる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魚の双方の単価が低下している。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、資源の状態に加えて市況や放流の費用対効果等も考慮して放流数を調整することが必要である。

## 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, 1-115.
- 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) 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.



図1. マダイ日本海西部・東シナ海系群の分布水域

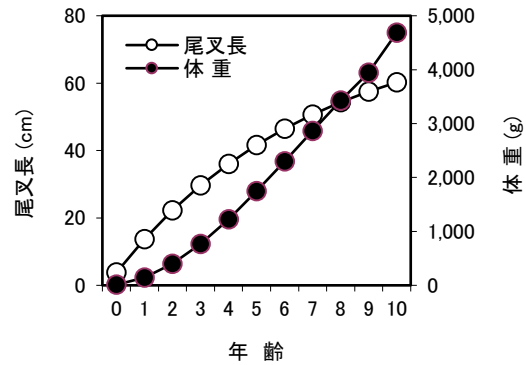


図2. マダイ日本海西部・東シナ海系群の成長

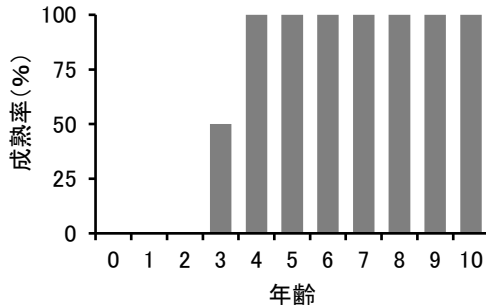


図3. マダイ日本海西部・東シナ海系群の成熟率

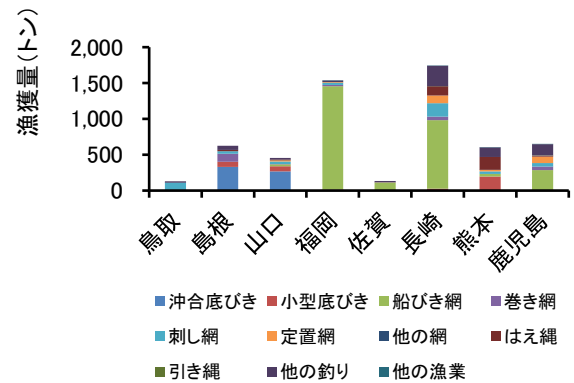


図4. マダイ日本海西部・東シナ系群の県海別漁業種別の2017年漁獲量

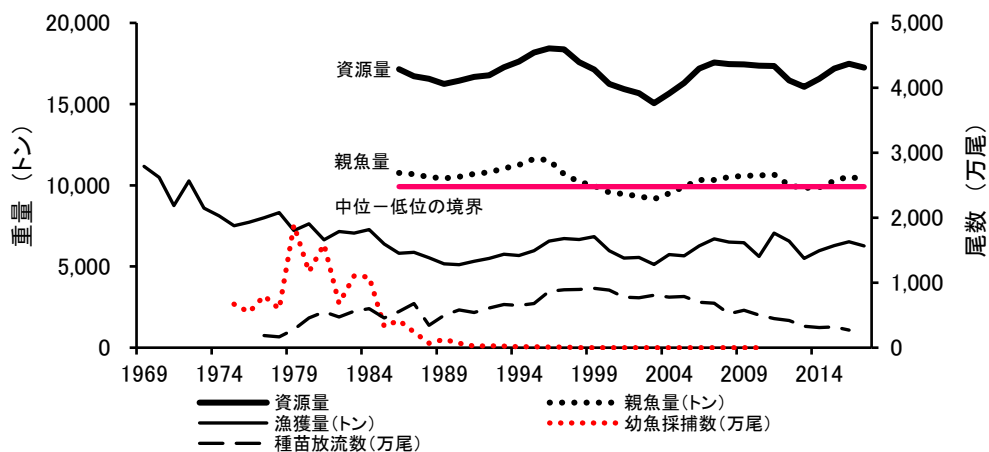


図5. マダイ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量、資源量、親魚量、養殖用天然幼魚の採捕、尾数（一部は秋元・内田（1988）より）、および人工種苗放流数の経年変化

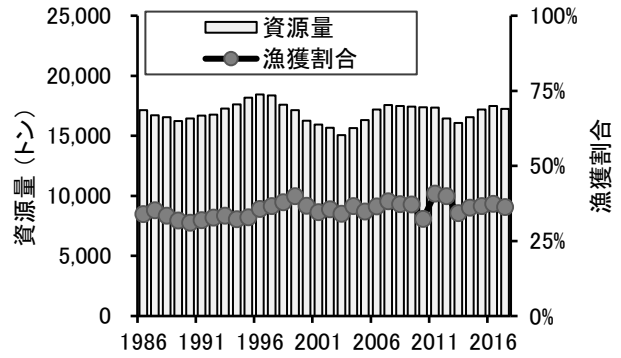
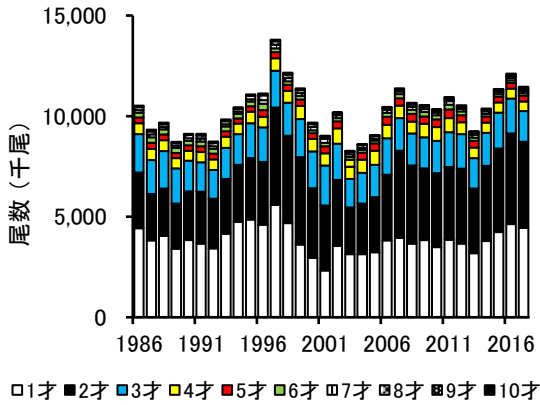


図6. 年齢別漁獲尾数の経年変化

図7. 資源量と漁獲割合の経年変化

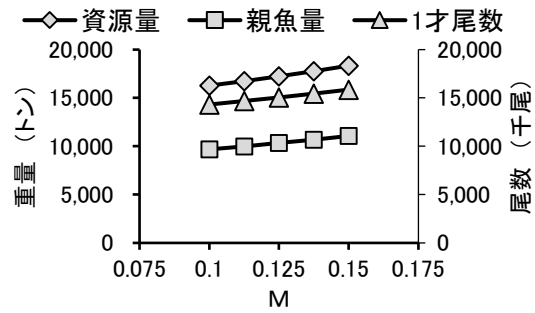
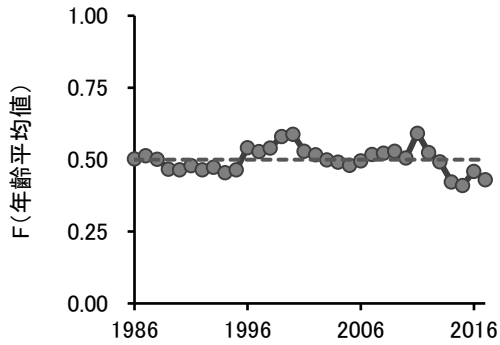


図8. 漁獲係数の経年変化  
点線は過去平均値。

図9. 資源量、親魚量、1歳魚尾数  
に対する M の影響

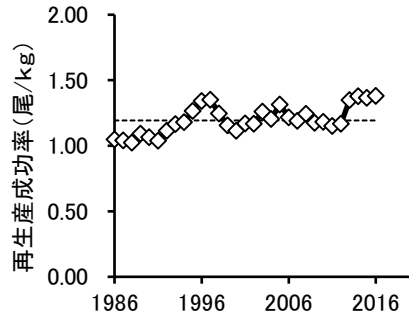
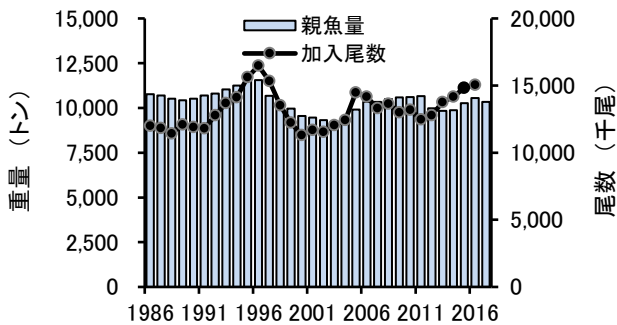


図10. 親魚量と1歳天然魚加入尾数の経年変化

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。

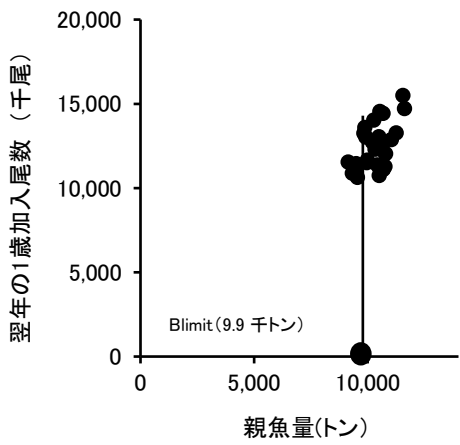


図 12. 再生産関係

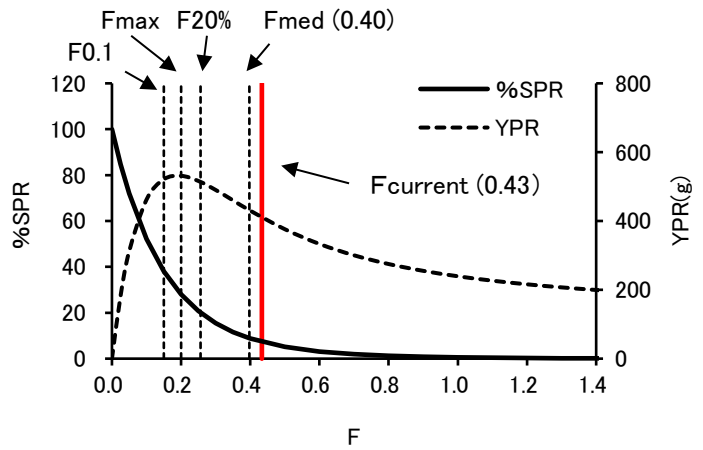


図 13. 漁獲係数 F と %SPR (実線)、YPR (点線) との関係、ならびに F の参考値

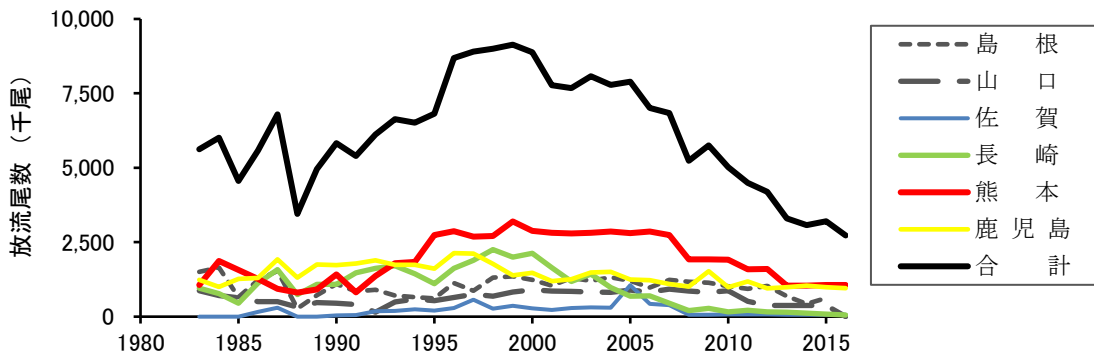


図 14. 県別マダイ種苗放流数の経年変化

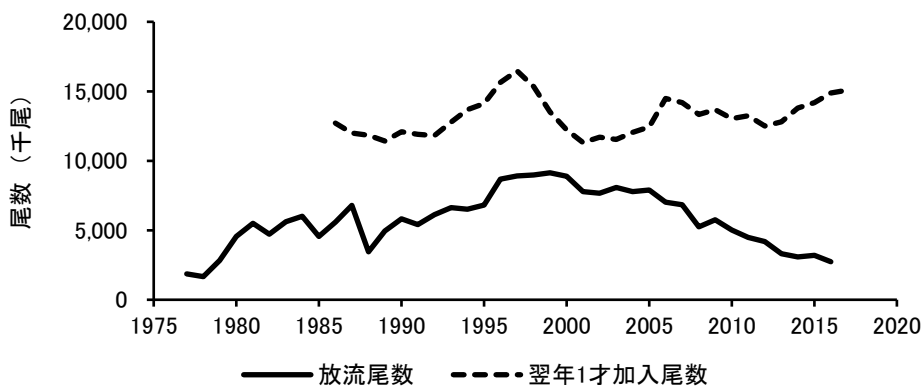


図 15. 種苗放流数と翌年の1歳魚加入尾数推定値の経年変化

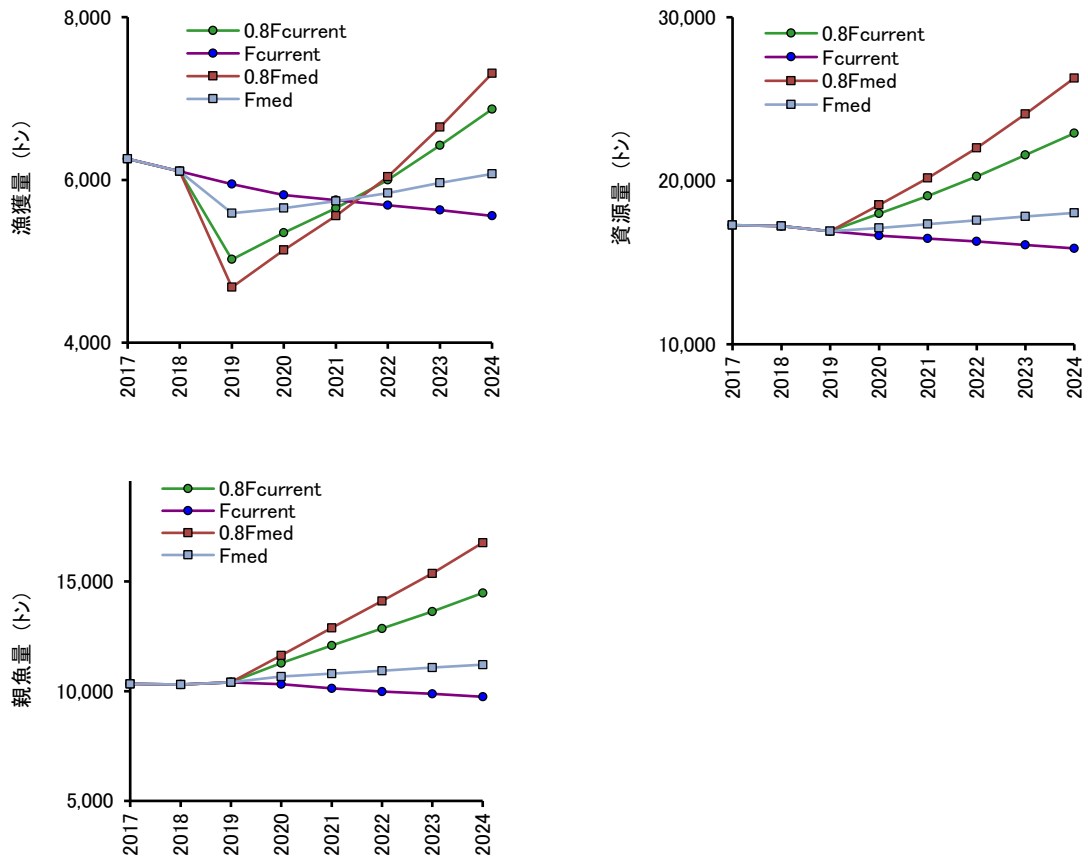


図 16. 異なる F 値による漁獲量と資源量、親魚量の予測推移

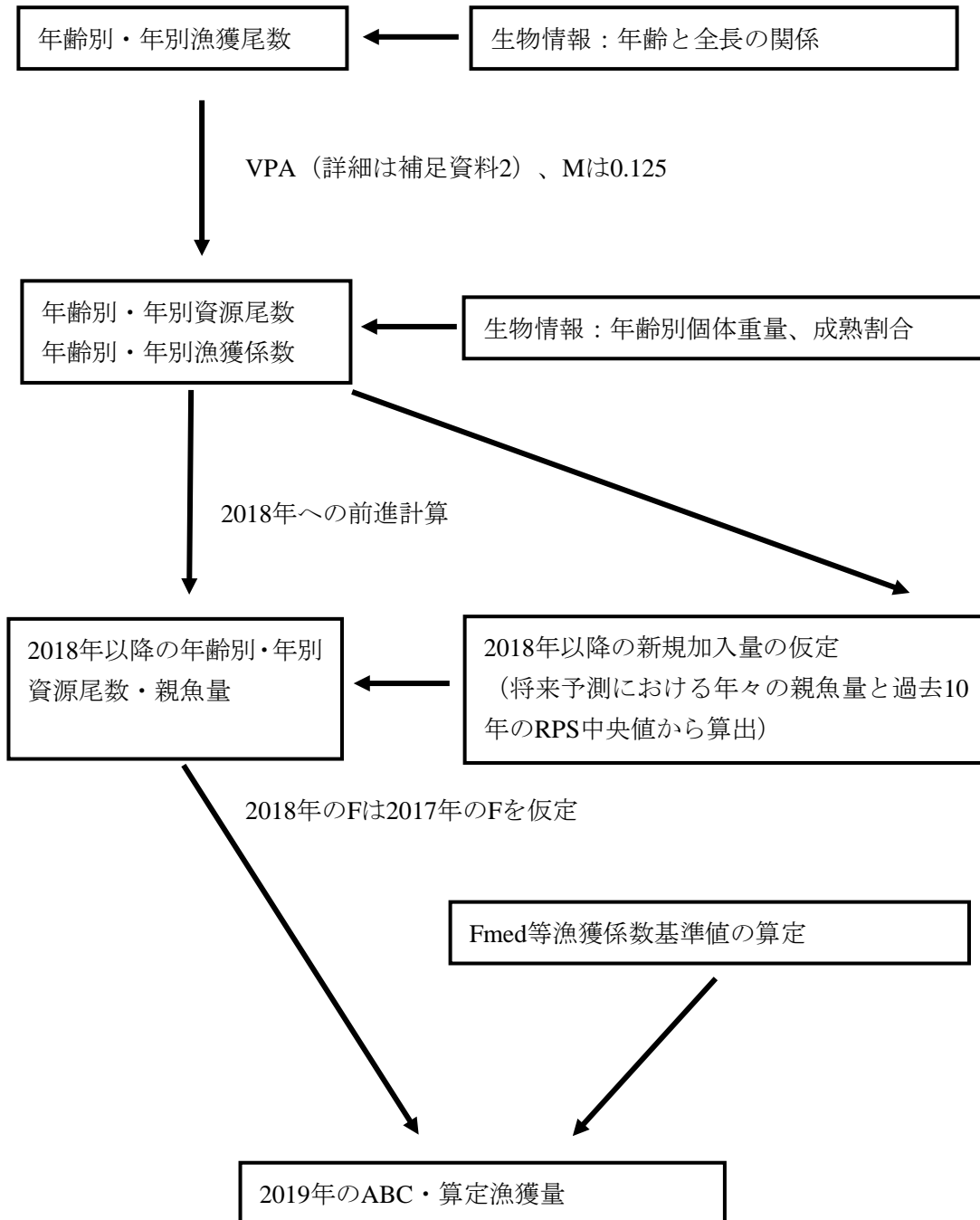
表 1. マダイ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量 (トン)

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	
漁獲量	6,472	5,610	7,065	6,568	5,506	5,965	6,291	6,522	6,259	

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	10,761	11,295	1.05
1987	10,689	11,141	1.04
1988	10,511	10,758	1.02
1989	10,426	11,389	1.09
1990	10,522	11,208	1.07
1991	10,696	11,123	1.04
1992	10,799	12,043	1.12
1993	11,043	12,884	1.17
1994	11,255	13,286	1.18
1995	11,629	14,718	1.27
1996	11,558	15,509	1.34
1997	10,684	14,433	1.35
1998	10,217	12,728	1.25
1999	9,969	11,522	1.16
2000	9,560	10,651	1.11
2001	9,467	11,078	1.17
2002	9,328	10,895	1.17
2003	9,152	11,557	1.26
2004	9,504	11,456	1.21
2005	9,917	13,038	1.31
2006	10,333	12,574	1.22
2007	10,337	12,306	1.19
2008	10,504	13,064	1.24
2009	10,593	12,452	1.18
2010	10,611	12,563	1.18
2011	10,655	12,264	1.15
2012	9,987	11,676	1.17
2013	9,834	13,267	1.35
2014	9,874	13,615	1.38
2015	10,271	14,038	1.37
2016	10,548	14,562	1.38
2017	10,332		

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	4,427	2,766	1,912	542	285	233	133	150	39	40	10,528
1987	3,818	2,313	1,679	565	307	268	139	146	43	44	9,323
1988	4,038	2,359	1,864	542	282	255	122	138	36	40	9,675
1989	3,403	2,243	1,763	497	268	243	114	127	35	37	8,729
1990	3,844	2,417	1,521	501	271	224	124	150	35	37	9,125
1991	3,664	2,570	1,465	521	284	237	134	156	40	41	9,114
1992	3,423	2,465	1,428	532	285	240	130	149	39	41	8,732
1993	4,157	2,727	1,531	562	267	236	121	148	39	43	9,831
1994	4,751	2,829	1,528	526	254	218	111	144	36	41	10,439
1995	4,863	3,042	1,743	566	270	248	115	158	36	39	11,080
1996	4,600	3,126	1,707	536	334	307	180	235	46	49	11,120
1997	5,584	4,844	1,832	622	300	192	165	183	33	37	13,793
1998	4,676	4,352	1,630	603	299	179	158	167	38	53	12,155
1999	3,611	4,355	1,892	648	316	171	145	157	38	54	11,388
2000	2,952	3,466	1,826	615	297	148	152	148	34	48	9,686
2001	2,324	3,238	1,985	607	348	172	193	115	18	23	9,023
2002	3,553	3,278	1,798	769	337	159	147	105	17	22	10,186
2003	3,140	2,325	1,409	610	341	150	134	118	23	29	8,281
2004	3,143	2,512	1,518	661	343	144	107	134	21	28	8,611
2005	3,227	2,750	1,601	697	372	141	93	127	23	29	9,060
2006	3,824	3,257	1,817	667	397	195	139	94	31	29	10,450
2007	3,949	4,329	1,625	612	379	199	126	82	48	38	11,387
2008	3,655	3,896	1,590	579	384	208	140	114	67	33	10,666
2009	3,830	3,567	1,547	667	374	214	151	100	57	44	10,552
2010	3,491	3,676	1,599	697	379	202	133	86	50	41	10,353
2011	3,849	3,615	1,742	693	437	232	171	107	60	47	10,953
2012	3,655	3,736	1,712	588	345	193	137	86	47	36	10,535
2013	3,192	3,201	1,514	532	327	164	146	91	50	36	9,253
2014	3,788	3,743	1,641	511	290	141	117	73	40	28	10,372
2015	4,230	4,159	1,775	515	287	131	111	72	41	32	11,354
2016	4,631	4,500	1,738	496	280	131	122	90	64	59	12,110
2017	4,449	4,278	1,527	477	277	127	117	86	60	59	11,458

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	1,830	2,939	3,233	2,363	2,006	1,697	1,247	949	396	487	17,147
1987	1,727	2,815	2,984	2,371	2,080	1,718	1,238	886	409	496	16,723
1988	1,704	2,793	3,100	2,287	2,051	1,757	1,165	860	360	481	16,557
1989	1,645	2,653	3,030	2,237	1,985	1,779	1,243	837	364	466	16,239
1990	1,742	2,748	2,876	2,255	1,996	1,732	1,301	946	379	475	16,449
1991	1,714	2,818	2,912	2,316	2,011	1,738	1,299	972	405	499	16,685
1992	1,701	2,818	2,921	2,431	2,054	1,726	1,271	938	409	510	16,779
1993	1,842	2,876	2,997	2,487	2,181	1,775	1,249	922	402	528	17,260
1994	1,970	2,945	2,907	2,474	2,203	1,961	1,315	930	389	530	17,625
1995	2,032	3,037	2,951	2,352	2,245	2,014	1,566	1,029	412	535	18,174
1996	2,251	3,146	2,953	2,166	2,026	2,029	1,544	1,283	460	573	18,432
1997	2,372	3,780	3,076	2,211	1,843	1,637	1,401	1,050	433	570	18,374
1998	2,207	3,707	2,914	2,240	1,757	1,497	1,282	947	390	648	17,589
1999	1,947	3,645	3,145	2,245	1,825	1,400	1,163	843	344	578	17,132
2000	1,762	3,406	3,037	2,268	1,757	1,441	1,078	759	274	464	16,247
2001	1,629	3,202	3,273	2,192	1,841	1,404	1,185	646	223	339	15,934
2002	1,684	3,112	3,091	2,343	1,759	1,391	1,078	629	232	351	15,670
2003	1,662	2,787	2,910	2,301	1,683	1,319	1,099	664	252	380	15,056
2004	1,734	2,887	3,045	2,493	1,890	1,222	1,045	728	236	368	15,647
2005	1,791	3,061	3,080	2,558	2,047	1,459	955	758	243	357	16,309
2006	2,086	3,170	3,203	2,511	2,071	1,579	1,223	708	301	340	17,191
2007	2,039	3,668	3,023	2,437	2,061	1,552	1,209	844	372	351	17,555
2008	1,916	3,506	3,095	2,404	2,057	1,578	1,168	871	555	322	17,473
2009	1,964	3,315	3,132	2,546	2,070	1,564	1,173	783	461	430	17,438
2010	1,872	3,366	3,046	2,647	2,104	1,601	1,142	752	424	419	17,371
2011	1,900	3,268	3,054	2,466	2,182	1,631	1,216	777	444	412	17,350
2012	1,795	3,204	2,932	2,313	1,962	1,596	1,166	734	392	358	16,451
2013	1,839	3,019	2,736	2,175	1,941	1,538	1,234	790	425	363	16,061
2014	1,980	3,302	2,807	2,126	1,860	1,552	1,247	833	466	386	16,560
2015	2,039	3,423	2,896	2,080	1,832	1,538	1,326	939	575	534	17,181
2016	2,136	3,400	2,802	2,052	1,768	1,512	1,336	1,041	685	753	17,485
2017	2,167	3,487	2,519	1,961	1,765	1,452	1,309	1,018	723	845	17,245

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	12,706	7,365	4,227	1,927	1,150	737	435	277	101	104	29,028
1987	11,996	7,054	3,901	1,934	1,192	746	432	259	104	106	27,723
1988	11,832	6,999	4,052	1,866	1,176	763	407	251	91	103	27,539
1989	11,426	6,648	3,961	1,825	1,137	773	434	244	92	100	26,640
1990	12,096	6,887	3,760	1,839	1,144	752	454	276	96	101	27,405
1991	11,903	7,063	3,807	1,889	1,152	755	453	284	103	106	27,516
1992	11,813	7,062	3,819	1,983	1,177	750	444	274	104	109	27,534
1993	12,791	7,209	3,917	2,029	1,250	771	436	269	102	113	28,886
1994	13,683	7,382	3,800	2,018	1,262	852	459	272	99	113	29,940
1995	14,110	7,613	3,857	1,918	1,287	875	547	300	105	114	30,726
1996	15,632	7,884	3,860	1,767	1,161	882	539	375	117	122	32,338
1997	16,472	9,473	4,021	1,803	1,056	711	489	307	110	122	34,564
1998	15,329	9,290	3,810	1,827	1,007	650	448	276	99	138	32,874
1999	13,518	9,134	4,110	1,831	1,046	608	406	246	87	123	31,110
2000	12,237	8,537	3,970	1,850	1,007	626	376	222	69	99	28,994
2001	11,312	8,025	4,279	1,788	1,055	610	414	189	57	72	27,800
2002	11,698	7,800	4,041	1,911	1,008	604	376	184	59	75	27,755
2003	11,541	6,985	3,804	1,877	964	573	384	194	64	81	26,467
2004	12,039	7,235	3,980	2,033	1,083	531	365	213	60	78	27,617
2005	12,438	7,671	4,026	2,086	1,173	634	333	221	62	76	28,721
2006	14,487	7,945	4,187	2,048	1,187	686	427	207	76	72	31,322
2007	14,160	9,193	3,952	1,987	1,181	674	422	246	94	75	31,985
2008	13,304	8,787	4,046	1,961	1,179	686	408	254	141	69	30,834
2009	13,637	8,308	4,094	2,076	1,186	680	409	229	117	92	30,828
2010	12,998	8,436	3,981	2,159	1,206	696	398	220	107	89	30,290
2011	13,197	8,191	3,992	2,011	1,251	708	424	227	113	88	30,202
2012	12,463	8,030	3,833	1,887	1,124	693	407	214	99	76	28,827
2013	12,774	7,565	3,577	1,774	1,112	668	431	231	108	78	28,318
2014	13,753	8,275	3,669	1,734	1,066	674	435	243	118	82	30,050
2015	14,159	8,578	3,786	1,696	1,050	668	463	274	146	114	30,934
2016	14,832	8,521	3,663	1,674	1,013	657	466	304	174	161	31,465
2017	15,049	8,739	3,292	1,600	1,011	631	457	297	183	180	31,440

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	0.46	0.51	0.66	0.36	0.31	0.41	0.40	0.86	0.53	0.53	0.50
1987	0.41	0.43	0.61	0.37	0.32	0.48	0.42	0.92	0.59	0.59	0.51
1988	0.45	0.44	0.67	0.37	0.29	0.44	0.38	0.88	0.54	0.54	0.50
1989	0.38	0.44	0.64	0.34	0.29	0.41	0.33	0.81	0.51	0.51	0.47
1990	0.41	0.47	0.56	0.34	0.29	0.38	0.34	0.86	0.49	0.49	0.47
1991	0.40	0.49	0.53	0.35	0.30	0.41	0.38	0.88	0.53	0.53	0.48
1992	0.37	0.46	0.51	0.34	0.30	0.42	0.37	0.86	0.51	0.51	0.46
1993	0.42	0.52	0.54	0.35	0.26	0.39	0.35	0.88	0.52	0.52	0.47
1994	0.46	0.52	0.56	0.33	0.24	0.32	0.30	0.83	0.49	0.49	0.45
1995	0.46	0.55	0.66	0.38	0.25	0.36	0.25	0.82	0.46	0.46	0.46
1996	0.38	0.55	0.64	0.39	0.37	0.46	0.44	1.10	0.55	0.55	0.54
1997	0.45	0.79	0.66	0.46	0.36	0.34	0.45	1.01	0.39	0.39	0.53
1998	0.39	0.69	0.61	0.43	0.38	0.35	0.47	1.03	0.53	0.53	0.54
1999	0.33	0.71	0.67	0.47	0.39	0.36	0.48	1.14	0.63	0.63	0.58
2000	0.30	0.57	0.67	0.44	0.38	0.29	0.56	1.24	0.72	0.72	0.59
2001	0.25	0.56	0.68	0.45	0.43	0.36	0.69	1.04	0.42	0.42	0.53
2002	0.39	0.59	0.64	0.56	0.44	0.33	0.54	0.93	0.38	0.38	0.52
2003	0.34	0.44	0.50	0.42	0.47	0.33	0.47	1.05	0.49	0.49	0.50
2004	0.33	0.46	0.52	0.43	0.41	0.34	0.37	1.11	0.47	0.47	0.49
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	0.43	0.44	0.36	0.42	0.66	0.56	0.56	0.50
2007	0.35	0.70	0.58	0.40	0.42	0.38	0.38	0.43	0.78	0.78	0.52
2008	0.35	0.64	0.54	0.38	0.43	0.39	0.45	0.65	0.70	0.70	0.52
2009	0.36	0.61	0.51	0.42	0.41	0.41	0.50	0.63	0.72	0.72	0.53
2010	0.34	0.62	0.56	0.42	0.41	0.37	0.44	0.54	0.68	0.68	0.51
2011	0.37	0.63	0.62	0.46	0.46	0.43	0.56	0.70	0.84	0.84	0.59
2012	0.37	0.68	0.64	0.40	0.39	0.35	0.44	0.56	0.69	0.69	0.52
2013	0.31	0.60	0.60	0.38	0.37	0.30	0.45	0.54	0.68	0.68	0.49
2014	0.35	0.66	0.65	0.38	0.34	0.25	0.34	0.39	0.44	0.44	0.42
2015	0.38	0.73	0.69	0.39	0.34	0.23	0.29	0.33	0.35	0.35	0.41
2016	0.40	0.83	0.70	0.38	0.35	0.24	0.32	0.38	0.49	0.49	0.46
2017	0.38	0.74	0.68	0.38	0.34	0.24	0.32	0.36	0.42	0.42	0.43

### 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5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2.1%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0.12と推定された(補足表3-1)。

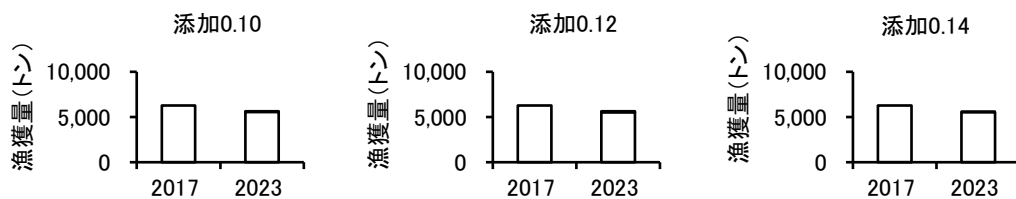
#### ③ 添加効率を変化させた場合の漁獲量と資源量への効果

2017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(0.10、0.12、0.14)に変化させて2023年の漁獲量及び資源量を推定した(補足図3-1、3-2)。なお、2017年の添加効率は0.12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0.10、0.12、0.14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90トン、108トン及び126トンと推定された。2023年漁獲量の予測値は5,653トンであるため、それぞれの放流魚の割合は1.6%、1.9%、2.2%と推定された。また、同様に資源量の差については224トン、269トン及び314トンと推定された。2023年資源量の予測値は16,180トンであるため、それぞれの放流魚の割合は1.4%、1.7%、1.9%と推定された。

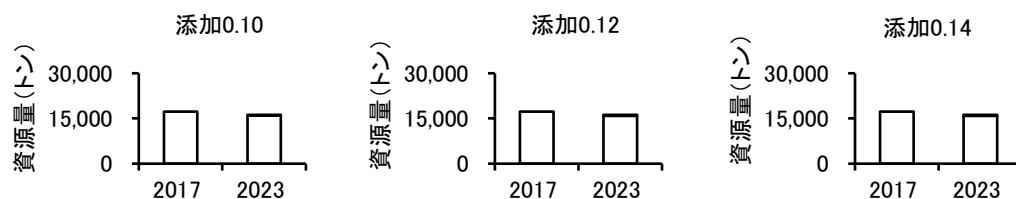
本海域では、放流種苗由来のマダイが211千~1,623千尾加入しており(補足表3-1)、天然の加入群を下支えする一定の効果はあると考えられる。しかし、養殖の発展に伴って市場価格が下がっている本種の場合、資源の状態に加えて市況や放流の費用対効果等も考慮して放流数を調整することが望まれる。

## 引用文献

- 水産庁・(独)水産総合研究センター・(社)全国豊かな海づくり推進協会(2007)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・(独)水産総合研究センター・(社)全国豊かな海づくり推進協会(2008)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・(独)水産総合研究センター・(社)全国豊かな海づくり推進協会(2009)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・(独)水産総合研究センター・(社)全国豊かな海づくり推進協会(2010)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・(独)水産総合研究センター・(社)全国豊かな海づくり推進協会(2011)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・(独)水産総合研究センター・(社)全国豊かな海づくり推進協会(2012)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.
- (独)水産総合研究センター(2013)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.
- (独)水産総合研究センター(2014)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.
- (独)水産総合研究センター(2015)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.
- (国研)水産総合研究センター(2016)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,62-64.
- (国研)水産研究・教育機構(2017)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.
- (国研)水産研究・教育機構(2018)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.
- 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,1385-1410.



補足図 3-1. 添加効率を変化させた場合の2023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 2023 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)	8,890	7,770	7,670	8,070	7,790	7,900	7,020	6,840	5,240	5,760
1 歳魚加入数 (千尾)	11,312	11,698	11,541	12,039	12,438	14,487	14,160	13,304	13,637	12,998
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)	600	655	462	951	1,244	1,623	1,062	559	573	624
添加効率	0.07	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			
前年の放流数 (千尾)	5,020	4,490	4,190	3,310	3,075	3,201	2,731			
1 歳魚加入数 (千尾)	13,197	12,463	12,774	13,753	14,159	14,832	15,049			
混入率 (%)	1.6	8.6	3.5	3.8	5.4	3.2	2.1			
放流魚加入数 (千尾)	211	1,072	451	529	759	480	322			
添加効率	0.04	0.24	0.11	0.16	0.25	0.15	0.12			

放流尾数:水産庁・(独)水産総合研究センター・(社)全国豊かな海づくり推進協会(2007、2008、2009、2010、2011、2012)、(独)水産総合研究センター(2013、2014、2015)、(国研)水産総合研究センター(2016)、(国研)水産研究・教育機構(2017、2018)。  
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
鳥取	—	—	—	—	—	—	—
島根	0.0	21.5	4.7	6.1	2.0	4.2	0.7
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
長崎	—	—	—	—	—	—	—
熊本	3.7	5.4	5.3	5.1	4.5	6.2	5.3
鹿児島	0.9	1.2	0.9	0.8	9.8	0.9	1.0
全体	1.6	8.6	3.5	3.8	5.4	2.7	2.1

全年齢込みの混入率で示した。