

令和元（2019）年度マダイ瀬戸内海中・西部系群の資源評価

担当水研：瀬戸内海区水産研究所

参画機関：広島県立総合技術研究所水産海洋技術センター、山口県水産研究センター 内海研究部、大分県農林水産研究指導センター水産研究部、愛媛県農林水産研究所水産研究センター栽培資源研究所

要 約

本系群の資源量をコホート解析により計算した。資源量は1980～1981年に最高値の12,516トンとなり、その後、1995年まで徐々に減少した。1996～2000年は横ばいで推移し、2001年から2005年まで増加した。2006年から再び漸減傾向となったが、2013年から増加に転じ、2018年は10,764トンであった。親魚量を指標として資源水準は高位、過去5年の資源動向は増加と判断した。令和元年度ABC算定のための基本規則の1-3)-(1)を適用し、2020年のABCを求めた。親魚量を指標とした資源水準が高位、資源動向が増加であることから、現状のF（F_{current}）を維持することを管理目標とした。管理基準として、F_{limit} = F_{current} × β₁(1.0)のときの漁獲量をABC_{limit}、F_{target} = F_{limit} × 0.8のときの漁獲量をABC_{target}とした。ABC算定の際の加入量は、2018年の加入量10,228千尾がそれ以降も続くと仮定した。本加入量には人工種苗由来の個体も含まれる。

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	1,941	19	0.12 (－20%)
	Limit	2,349	23	0.15 (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} = α F_{limit}とし、係数αには標準値0.8を用いた。係数β₁には1.0を用いた。現状のF（F_{current}）は2018年のFである。漁獲割合は2020年の漁獲量/資源量、F値は1歳における値である。

年	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲量 (トン)	F値	漁獲割合 (%)
2015	9,925	5,061	2,057	0.09	20.7
2016	10,452	5,263	2,135	0.14	20.4
2017	10,685	5,850	2,215	0.16	20.7
2018	10,764	6,386	2,486	0.15	23.1
2019	10,495	6,371	2,420	0.15	22.8
2020	10,281	6,004	—	—	—

2019年の漁獲量、漁獲割合ならびに2020年の資源量、親魚量の値は、将来予測に基づく値。
2019年のFは2018年のFに等しいと仮定。F値は1歳魚の値。

水準：高位 動向：増加

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
年齢別・年別漁獲尾数	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）、2017年県別漁業別魚種別漁獲量、2018年速報値（農林水産省） 生物情報収集調査、漁場別漁獲状況調査 体長－年齢関係（愛媛県） 体長－尾叉長関係（愛媛県） 体長－体重関係（愛媛県） 漁場別漁獲状況調査（愛媛県、山口県） 漁法別尾叉長測定調査（愛媛県、山口県）
自然死亡係数（M）	年齢別年当たり $M=0.39$ （0歳魚）、 0.24 （1歳魚）、 0.17 （2歳以降）とした（島本 1999）。
漁獲努力量指数	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）
放流尾数	栽培漁業種苗生産、入手・放流実績（水産庁・日栽協、水研）
混入率	生物情報収集調査（愛媛県、山口県、大分県）
年齢別漁獲尾数（参考）	新規加入量調査標本船調査（愛媛県）

1. まえがき

マダイは北海道から九州にかけて広範囲に分布し、沖縄を除く全国で漁獲される沿岸漁業における重要魚種の一つである。2018年における全国のマダイ漁獲量（16,102トン）に対する瀬戸内海中・西部海域（2,486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、2017年には135万尾の人工種苗が放流された（表1、種苗放流の詳細については4.（10）種苗放流効果の項を参照）。

また、瀬戸内海中・西部海域内ではマダイの養殖も行われている。瀬戸内海中・西部海域における2017年の養殖魚収穫量は1,521トンで、同年の漁獲量の0.69倍に相当する（表1）。

2. 生態

（1）分布・回遊

本系群のマダイは、燧灘、備後芸予瀬戸、安芸灘、伊予灘、周防灘の全域及び豊後水道に分布する。尾叉長10 cm前後の幼魚期までは産卵場に近い成育場で生息するが、その後成長に伴って次第に生息範囲を拡大する（図1）。

（2）年齢・成長

満1歳（5月基点）で12.3 cm（38.3 g）、2歳で19.4 cm（150.5 g）、3歳で25.4 cm（338.6 g）、4歳で30.5 cm（586.4 g）に成長する（下式：広島県 1983）（図2）。寿命は15～20年である（広島県 1983）。本系群における公表された文献値として参考として示す。なお、資源量計算には補足資料2に示したように漁獲物の年齢別平均体重を用いた（後述）。

$$L_a = 59.0[1 - \exp\{-0.165 \times (a + 0.417)\}]$$

ここで、 a は年齢、 L_a は a 歳魚の尾叉長 (cm)。

$$W_a = 4,231[1 - \exp\{-0.165 \times (a + 0.417)\}]^{3.00}$$

ここで、 a は年齢、 W_a は a 歳魚の体重 (g)。

（3）成熟・産卵

3歳で半数が産卵に加わり、4歳以上で完全に成熟する（図3）。しかし、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とされ（北島 1978）、やや成熟が早い。産卵期は春季であり、瀬戸内海中央部の燧灘、備後芸予瀬戸、及び安芸灘では5月中旬～6月中旬、伊予灘では3月～4月上旬に親魚が主要な産卵場に回遊して多回産卵を行う（図1、広島県 1983）。

（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（高場 1992）。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

瀬戸内海中・西部海域におけるマダイは主に船びき網（吾智網）、小型底びき網、釣漁業によって漁獲されてきた。瀬戸内海東部と比較して吾智網による漁獲の比率が高い。2018年は吾智網44%、小型底びき網26%、刺網11%、釣漁業11%および小型定置網8%の比率で漁獲された（表2）。

(2) 漁獲量の推移

本系群のマダイ漁獲量は1953年の4,552トンから減少傾向となり、1970年には過去最低の1,715トンまで低下した（図4、表1）。その後、増加に転じ1984年には3,351トンにまで回復したが、再び減少傾向となり、2018年には2,486トンになった。

瀬戸内海区における遊漁調査でマダイは1997年に120トンの採捕が報告されている。これは、同年同海域のマダイ漁獲量3,907トンの3%に当たる。このうち、中・西部（広島、山口、福岡、大分、愛媛）の採捕量は48トンで、漁獲量2,828トンの2%を占めた（水産庁資源管理部沿岸沖合課 1998）。続く2002年の遊漁調査ではマダイ漁獲量4,529トンの4%に相当する195トンが採捕された（水産庁資源管理部沿岸沖合課 2003）。さらに2008年の遊漁調査ではマダイ漁獲量4,175トンの8%に相当する331トンが採捕されている（水産庁資源管理部沿岸沖合課 平成20年度遊魚採捕量調査報告書データ http://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00502002&kikan=00502&tstat=000001031445&cycle=8&tclass1=000001031446&tclass2=000001031447&result_page=1&second2=1、2018年8月8日）。

(3) 漁獲努力量

瀬戸内海中・西部海域でマダイ漁獲量の約3割を漁獲している小型底びき網漁業の延べ出漁隻日数は1960年代以降、2006年まで減少傾向で推移した（図5、表3）。なお、2007年以降の出漁日数は公表されていない。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

1977～2018年までの42年間にわたる年別年齢別漁獲尾数データを用いたコホート解析により、年別年齢別の漁獲係数、資源尾数、資源量、親魚量を推定した（詳細は補足資料1、2参照）。

(2) 資源量指標値の推移

小型底びき網のCPUE（kg/隻日）は1969年に0.09であったが、1975年には0.95まで増加した（図6、表3）。その後いったん減少したものの、1980年代には再び増加し、1996年には3.33と過去最高値を示した。その後は統計データの最終年である2006年まで2.3～2.8の付近をほぼ横ばいで推移した。吾智網のCPUEは1996年から2006年までほぼ増加傾向で推移しており、小型底びき網のCPUEが横ばいとなった1990年代後半以降も増加がみられた（図6、表3）。2007年以降についてはデータが得られていない。

(3) 漁獲物の年齢組成

山口県、愛媛県の調査による月別水揚げ港別漁法別の尾叉長組成、水揚量および精密測定データ（尾叉長－年齢データ）を基に、小型底びき網、吾智網、釣漁業の各漁法について水揚量で重み付けした漁法別尾叉長組成を作成した。瀬戸内海中・西部系群（広島県、山口県、香川県、愛媛県、福岡県および大分県）の漁法別漁獲量（表2）と年別漁法別漁獲物年齢組成（補足資料3）をもとに1977～2018年の年別年齢別漁獲尾数を算出した。ただし、小型底びき網の1977～1996年の漁獲物年齢組成には1997年の漁獲物年齢組成を、また、

1977～1980年の吾智網、釣漁業の漁獲物年齢組成は1981年の漁獲物年齢組成を使用した。さらに、1993～1996年の吾智網の漁獲物年齢組成には1997年の尾叉長別年齢組成割合を使用した。吾智網の1998～2000年の漁獲尾数割合作成には2001年の尾叉長別年齢組成割合を使用した。

年齢別漁獲尾数および年齢別漁獲量の推移を図7、補足資料4に示す。年齢別漁獲尾数では2003年まで0歳魚と1歳魚の漁獲割合が半分以上を占めていたが、0歳魚の漁獲割合は2000年以降急速に減少、1歳魚のそれも2004年以降減少しその後横ばいとなった。2歳魚以上では全調査期間を通して漁獲尾数がほとんど変化しなかったが、若齢魚（0～1歳）は2002年の大きな増加を除き2000年以降に急速に減少した（図8）。2018年の0歳魚漁獲尾数は、小型底びき網の0歳魚漁獲割合が増加したため前年よりもわずかに増加した。また、吾智網、小型底びき網、釣漁業で6歳以上の漁獲割合が増加したため、6歳以上の漁獲尾数が増加した。

（4）資源量と漁獲割合の推移

資源解析結果の概要を図9～11および表4、5に、その詳細を補足資料4に示した。

資源量は1980～1981年に最高値の12,516トンとなった（図9、表4）。その後1995年に9,166トンまで減少し、1996～2000年に横ばい、2001年から増加したのち、2006年から再び漸減傾向となったが、2013年から増加に転じ、2018年は10,764トンであった。また、2018年の資源尾数は2,853万尾と推定され、年齢別の資源尾数の割合は、0歳：35.9%、1歳：16.4%、2歳：17.0%、3歳：12.3%、4歳：8.1%、5歳：4.7%、6歳以上：5.7%であった。

漁獲割合は、19.2～31.5%の間で変動した。特に、1992～2000年の間は漁獲割合が高く、平均が30.2%であった（図9）。2009～2014年は横ばいで推移したが2015年にいったん低下した後、増加傾向となった。

親魚量（3歳魚の50%と4歳以上のすべての魚）は1980年の6,929トンより減少し、1997年には3,607トンとなった（図10、表4）。その後2007年まで増加傾向であったが、2008年から減少に転じた。2014年から再び増加傾向となった。2018年は6,386トンであった。

「1. まえがき」で述べた通り、瀬戸内海ではマダイ人工種苗の放流事業が行われている。天然由来の0歳魚資源尾数（加入量）や再生産成功率（RPS）の推移を把握するために、コホート解析で求められたy年における0歳魚資源尾数 $N_{0,y}$ を天然由来の0歳魚 R_{ny} と人工種苗由来の0歳魚 R_{ay} の分離を行った（補足資料2（2））。1977～2002年の天然由来の0歳魚の資源尾数は小幅な増減を繰り返すものの、ほぼ横ばいで推移した後、2002年から減少傾向に転じた（図10、表4）。2012年からふたたび増加がみられたが2017年はやや減少し7,326千尾、2018年は再び増加して10,182千尾であった。

年齢別の漁獲係数Fの経年変化を示す（図11）。0歳魚のFは2010年以降、非常に低い値で横ばいで推移したが2016年からやや増加した。1歳魚のFは1984年から1997年まで高水準であった。その後、2002年のみ突出したが1992年から2018年まで漸減傾向で推移している。2歳魚も同様に、1984年から1988年まで高水準であったが以降は漸減傾向で推移している。3歳魚は横ばい、4歳魚と5歳魚（6歳以上は5歳魚と同値）のFは漸増傾向で推移している。

自然死亡係数 M の感度解析として M を30%増減させた場合の推定値の変動は、資源量で86~119%、加入量で73~140%、親魚量で88~115%となる(図12)。 M の変動と比較して、加入量の推定値で変動幅がやや大きく、資源量と親魚量の推定値では変動幅は小さい。なお、加入尾数の2018年値のみ親魚量からの回帰式によって決定しているため、親魚量が多い M 30%増側が小さく、親魚量が少ない M 30%減側が大きくなる。

(5) 再生産関係

親魚量と天然由来の加入量との関係を検討したところ明瞭な関係は見られなかった(図13)。1984~1994年と2006~2016年の2つの期間では親魚量が減少しているにもかかわらず、天然由来の加入量は2017年を除いて比較的安定した値を維持した(図10、表4)。RPSは1977~1996年まで漸増傾向を示した後、1997~2001年は変動が大きく、2002年以降減少した後、2010年から再び増加傾向となった後、2017年は1.25尾/kgへと大きく低下した(図14、表4)。最近年を除く5年間(2013~2017年)のRPSの平均は2.01尾/kgである。

(6) Blimitの設定

本系群では再生産関係に明確な関係がみられず、また資源が低水準期におけるデータが不足しており(図13)、Blimitの算定に必要な情報が十分でない。よって本系群においては再生産曲線に基づくBlimitの設定は現時点ではできないと判断した。

(7) 資源の水準・動向

本系群では、親魚量を基準として資源水準と動向の判断を行った。本系群では資源の低水準期における情報が不足していることから、資源水準の判断は親魚量の最高値(6,929トン)から0までを3等分する方法を用い、低位と中位の境界を2,310トン、中位と高位の境界を4,619トンとした(図10)。2018年(6,386トン)の資源水準は高位と判断した。また、親魚量の直近5年間(2014~2018年)の推移から資源動向は増加と判断した(図10)。

(8) 今後の加入量の見積もり

2006年以降、天然由来の加入量は1,000万尾前後で横ばいに推移していたが、2017年に大きく落ち込んだ(図10、表4)。親魚量は増加する一方、RPSは2017年に大きく低下するなど、今後の加入量については予測がつかない。

(9) 生物学的管理基準(漁獲係数)と現状の漁獲圧の関係

%SPR、YPRと1歳魚の F の関係を図15に示した。直近年を除いた過去5年間(2013~2017年)の F ($F_{current}$)は0.15であり、 $F_{30\%SPR}$ (0.10)や F_{max} (0.11)よりも高い。

(10) 種苗放流効果

瀬戸内海中・西部海域は我が国におけるマダイの種苗放流事業発祥の海域である。最初のマダイの種苗放流は1963年に広島県により1.5万尾の放流が実施された(水産庁振興部開発課 1989)。その後、放流数は増加し、1987年には総放流数が460万尾に達したが、それ以降は減少傾向にある(図16、表5)。2017年の放流数は135万尾であり、混入率は0.4%であっ

た。また直近年を除く過去10年間（2008～2017年）における平均放流数は136万尾（112万～180万尾）であった。

種苗放流の影響を評価するため、放流数と漁獲圧を変化させた場合の資源量と漁獲量の変化を試算した。2020年から6年間放流数と漁獲圧を変化させ、期待される2025年の資源量と漁獲量を推定した（図17、図18）。2018年と2019年における放流数は2013～2017年の平均放流数139万尾と仮定し、2020年以降は0～600万尾の範囲で変化させた。2019年の漁獲係数は F_{current} （2018年）に等しいとし、2020年以降は0.05～0.45の範囲で変化させた。人工種苗の放流数の増減が資源量と漁獲量に与える影響は非常に小さく、放流数の多寡にかかわらず資源水準は F に依存し変化する。種苗放流が本資源に与える影響は非常に小さい。

5. 2020年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

本系群の資源水準は高位、資源動向を増加と判断した。

(2) ABCの算定

本系群では、コホート解析によって資源量を推定できたが、将来予測に再生産関係を利用できない。資源水準は高位、資源動向は増加であり、ABC算定のための基本規則1-3)-(1)に基づき、2020年ABCを算定した。親魚量を指標として判断した資源水準が高位、資源動向が増加であることから、現状の F （ F_{current} : 2018年の F ）を維持することを管理目標とした。管理基準として、 $F_{\text{limit}} = F_{\text{current}} \times \beta_1$ （1.0）のときの漁獲量を ABC_{limit} 、 $F_{\text{target}} = \alpha$ （0.8） $\times F_{\text{limit}}$ とし、このときの漁獲量を ABC_{target} とした。

2019年の漁獲係数は F_{current} に等しいとした。ABC算定の際の加入量は、2018年の加入量10,228千尾がそれ以降も続くと仮定した。この加入量には人工種苗由来の個体も含まれる。

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	1,941	19	0.12 (-20%)
	Limit	2,349	23	0.15 (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。 $F_{\text{target}} = \alpha F_{\text{limit}}$ とし、係数 α には標準値0.8を用いた。係数 β_1 には1.0を用いた。現状の F （ F_{current} ）は2018年の F である。漁獲割合は漁獲量/資源量、F値は1歳における値である。

(3) ABCの評価

2019年以降、 F_{current} で管理した場合、2025年に期待される親魚量は現在（2014～2018年の

平均値)の1.0倍となり、漁獲量も1.0倍となる(図19、補足資料5)。なお、因みに直近を除く過去5年(2013～2017年)のRPSの平均値を用いてFsusを計算するとFが0.16となり、Fcurrentとほぼ同値となる。

管理基準	F 値	漁獲量 (トン)							
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0.1 Fcurrent	0.01	2,486	2,420	273	349	429	509	597	676
0.2 Fcurrent	0.03	2,486	2,420	536	664	795	921	1,058	1,176
0.3 Fcurrent	0.04	2,486	2,420	791	950	1,107	1,254	1,411	1,542
0.4 Fcurrent	0.06	2,486	2,420	1,036	1,208	1,372	1,519	1,678	1,804
0.5 Fcurrent	0.07	2,486	2,420	1,274	1,441	1,595	1,729	1,876	1,988
0.6 Fcurrent	0.09	2,486	2,420	1,504	1,651	1,781	1,893	2,019	2,112
0.7 Fcurrent	0.10	2,486	2,420	1,726	1,839	1,936	2,018	2,120	2,191
0.8 Fcurrent	0.12	2,486	2,420	1,941	2,007	2,064	2,112	2,186	2,236
0.9 Fcurrent	0.13	2,486	2,420	2,148	2,158	2,167	2,180	2,227	2,256
Fcurrent	0.15	2,486	2,420	2,349	2,292	2,250	2,227	2,247	2,258
Fsus (参考)	0.15	2,486	2,420	2,276	2,151	2,060	2,015	2,045	2,103
		資源量 (トン)							
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0.1 Fcurrent	0.01	10,764	10,495	10,281	12,676	15,113	17,330	19,702	21,809
0.2 Fcurrent	0.03	10,764	10,495	10,281	12,357	14,402	16,190	18,071	19,677
0.3 Fcurrent	0.04	10,764	10,495	10,281	12,049	13,736	15,152	16,624	17,834
0.4 Fcurrent	0.06	10,764	10,495	10,281	11,751	13,111	14,206	15,340	16,237
0.5 Fcurrent	0.07	10,764	10,495	10,281	11,462	12,524	13,342	14,197	14,847
0.6 Fcurrent	0.09	10,764	10,495	10,281	11,183	11,974	12,552	13,179	13,636
0.7 Fcurrent	0.10	10,764	10,495	10,281	10,913	11,457	11,831	12,270	12,577
0.8 Fcurrent	0.12	10,764	10,495	10,281	10,651	10,971	11,170	11,456	11,647
0.9 Fcurrent	0.13	10,764	10,495	10,281	10,397	10,514	10,564	10,727	10,829
Fcurrent	0.15	10,764	10,495	10,281	10,152	10,084	10,009	10,072	10,107
Fsus (参考)	0.15	10,764	10,067	9,576	9,238	9,113	9,131	9,346	9,587
		親魚量 (トン)							
		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0.1 Fcurrent	0.01	6,386	6,371	6,004	7,710	9,927	12,094	14,465	16,572
0.2 Fcurrent	0.03	6,386	6,371	6,004	7,445	9,299	11,044	12,924	14,530
0.3 Fcurrent	0.04	6,386	6,371	6,004	7,189	8,713	10,093	11,565	12,775
0.4 Fcurrent	0.06	6,386	6,371	6,004	6,943	8,167	9,231	10,365	11,262
0.5 Fcurrent	0.07	6,386	6,371	6,004	6,705	7,657	8,450	9,305	9,955
0.6 Fcurrent	0.09	6,386	6,371	6,004	6,476	7,181	7,740	8,367	8,824
0.7 Fcurrent	0.10	6,386	6,371	6,004	6,255	6,736	7,097	7,536	7,843
0.8 Fcurrent	0.12	6,386	6,371	6,004	6,042	6,321	6,511	6,798	6,989
0.9 Fcurrent	0.13	6,386	6,371	6,004	5,837	5,933	5,979	6,142	6,244
Fcurrent	0.15	6,386	6,371	6,004	5,639	5,571	5,495	5,559	5,594
Fsus (参考)	0.15	6,386	6,371	6,004	5,453	5,080	4,816	4,821	4,972

(4) 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
2017年の混入率	2017年の混入率、添加効率
2017年の放流尾数	2017年の放流尾数
2017年漁獲量確定値	2017年漁獲量
2018年漁獲量、2018年体長－年齢関係	2018年の年齢別漁獲尾数、2017年以前の年齢別資源尾数、漁獲係数、年齢別平均体重

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)	Fcurrent	0.16	8,105	2,278	1,901	
2018年 (2018年 再評価)	Fcurrent	0.15	8,707	2,274	1,898	
2018年 (2019年 再評価)	Fcurrent	0.15	10,764	2,486	2,048	2,486 (0.15)
2019年 (当初)	Fcurrent	0.15	8,853	2,409	2,005	
2019年 (2019年 再評価)	Fcurrent	0.15	10,495	2,420	2,000	

F値は1歳魚の値である。

2018年 (当初) や2018年 (2018年再評価) よりも2018年 (2019年再評価) の資源量が増加した理由は、コホート解析に使用した年齢別平均体重を変更したこと、および直近年の2018年に5歳魚と6歳魚+が多獲されたためである。また、2019年 (当初) よりも2019年 (2019年再評価) の資源尾数が増加した理由も上記と同じである。

6. ABC以外の管理方策への提言

近年、本系群では若齢魚が漁獲対象とされておらず若齢魚 (0～1歳魚) の漁獲尾数は2004年までに大きく減少した。しかし、2015～2018年の間は小幅ながら0歳魚の漁獲尾数が増加している。マダイ若齢魚は積極的な漁獲対象では無いため混獲量の増加が疑われる。

7. 引用文献

広島県 (1983) 斎島地区人工礁漁場造成事業調査報告書. 74 pp.

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.

水産庁資源管理部沿岸沖合課 (1998) 遊漁採捕量調査報告書平成9年. 115 pp.

水産庁資源管理部沿岸沖合課 (2003) 遊漁採捕量調査報告書平成14年. 72 pp.

水産庁振興部開発課 (1989) 都道府県における栽培漁業の現状と今後の展望: 栽培漁業関係事業業務参考資料 平成元年度版. 537 pp.

高場 稔 (1992) 広島県東部、中部海域の放流マダイ幼魚の食性. 広島水試研報, **17**, 59-70.

(執筆者: 山本圭介、河野悌昌)

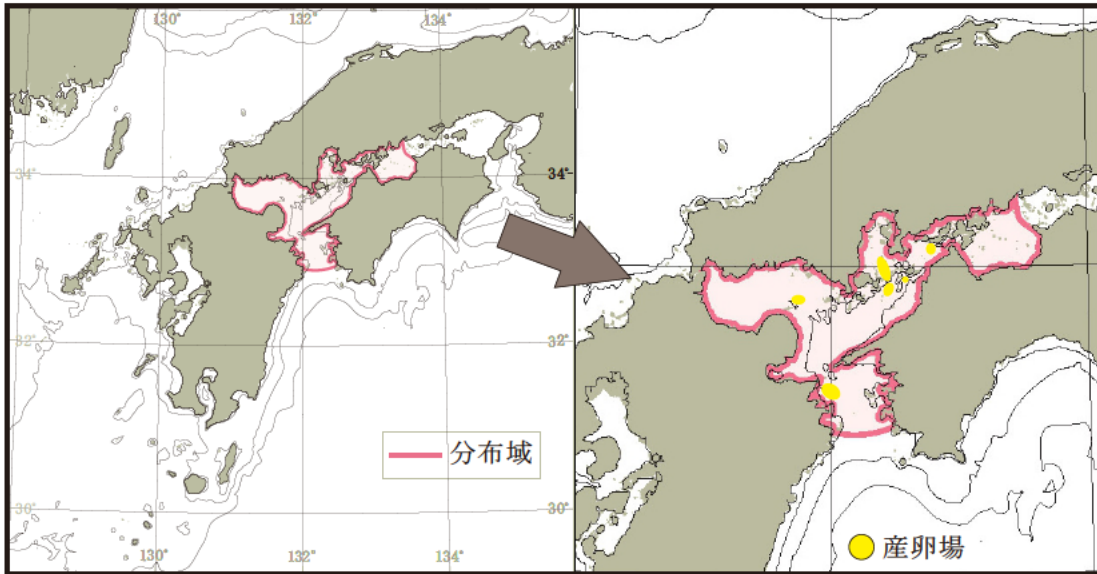


図1. マダイ瀬戸内海中・西部系群の分布域と産卵場

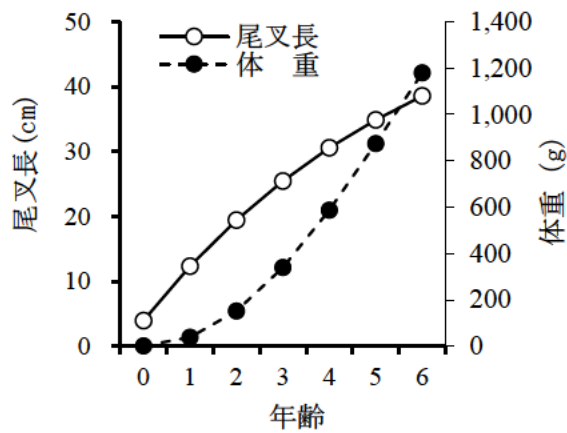


図2. マダイ瀬戸内海中・西部系群の年齢・成長
本系群（参考値）

注) 資源量計算には補足資料2に示した年齢別平均体重を用いた。

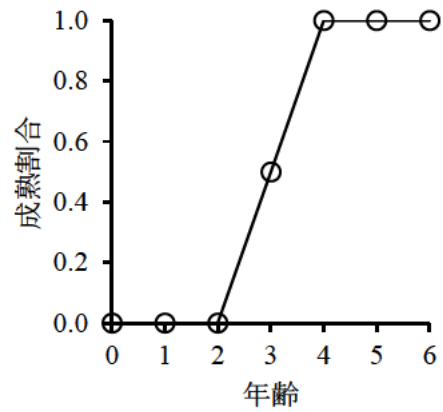


図3. マダイ瀬戸内海中・西部系群の年齢別成熟割合

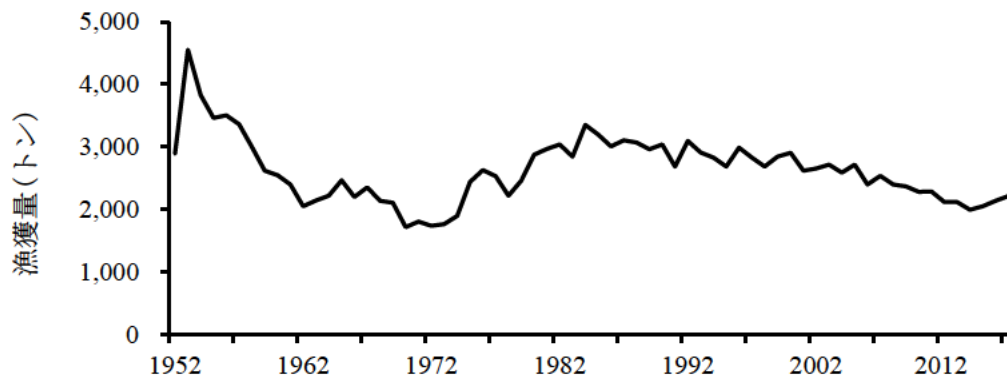


図4. マダイ瀬戸内海中・西部系群の漁獲量の推移

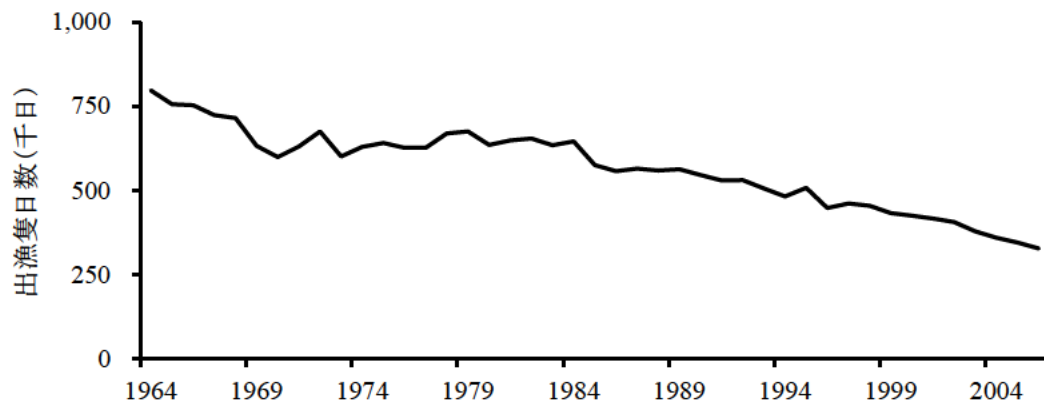


図 5. 小型底びき網漁業の延べ出漁隻日数の推移 (1964-2006 年)

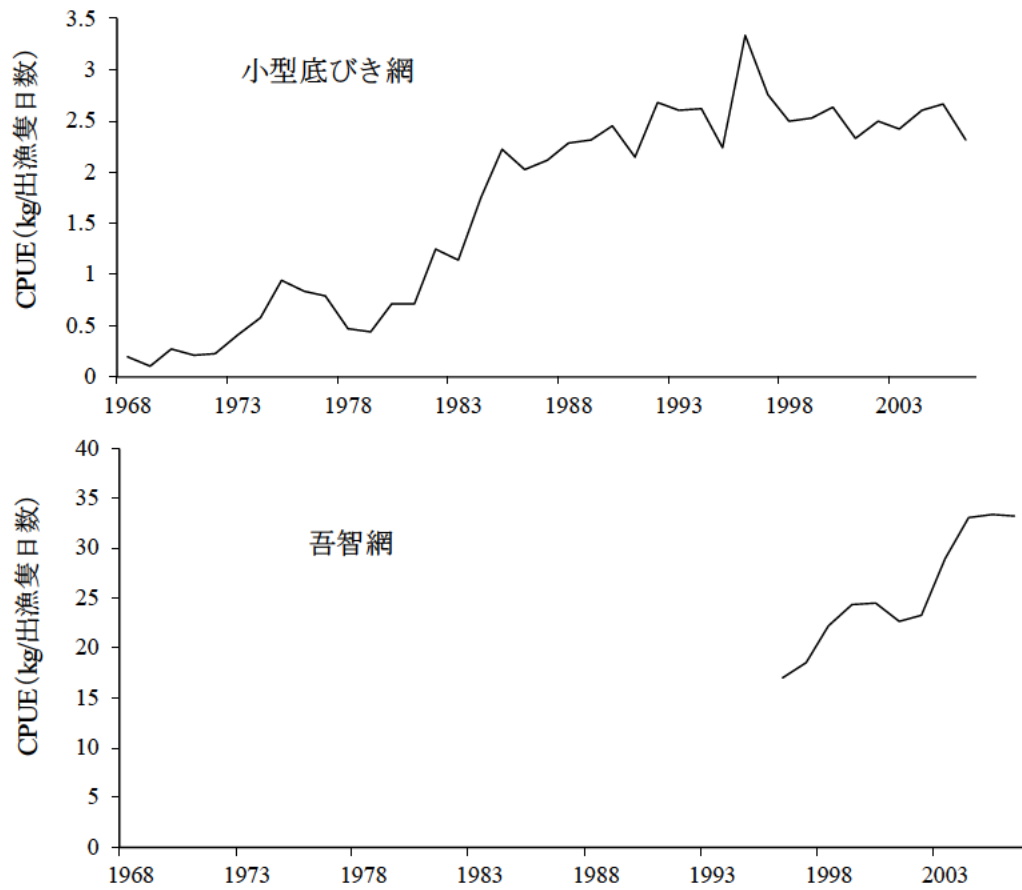


図 6. 主要漁業種の CPUE の推移

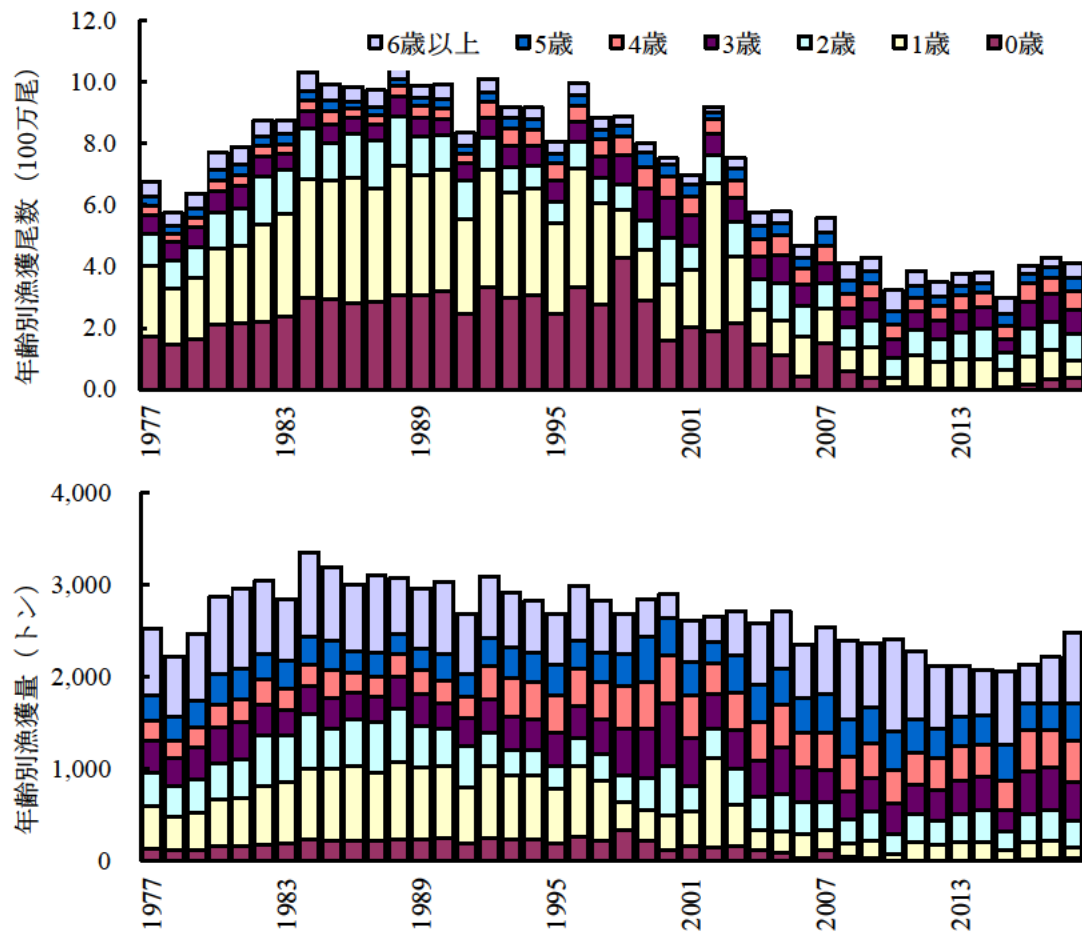


図7. 年齢別漁獲尾数（上）・漁獲量（下）の推移

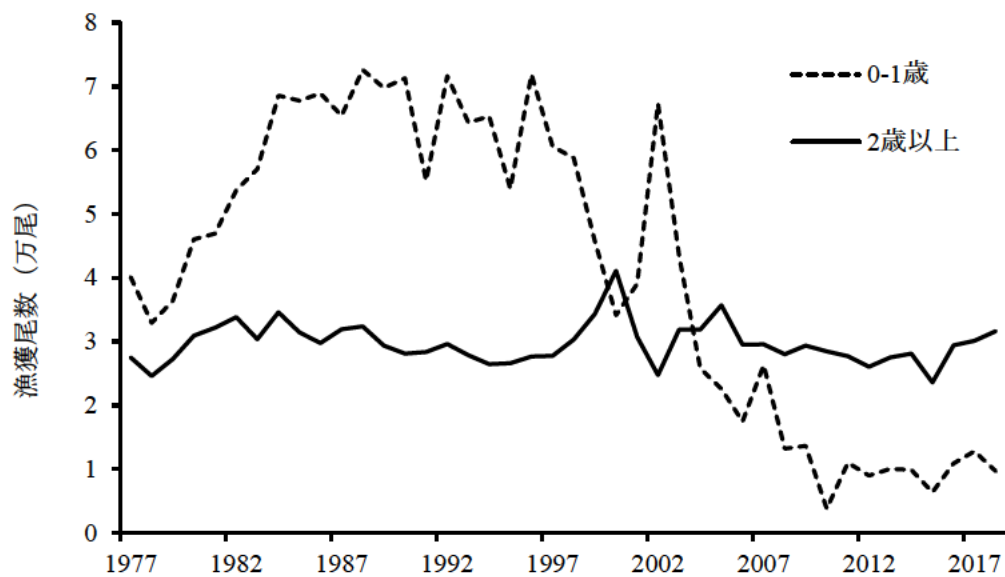


図8. 0-1歳と2歳以上の漁獲尾数の経年変化

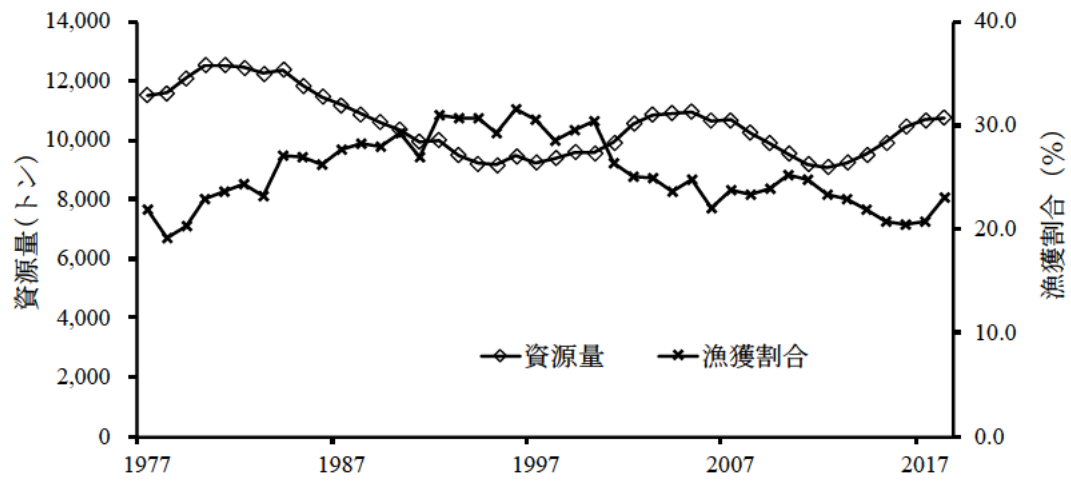


図 9. 資源量と漁獲割合の推移

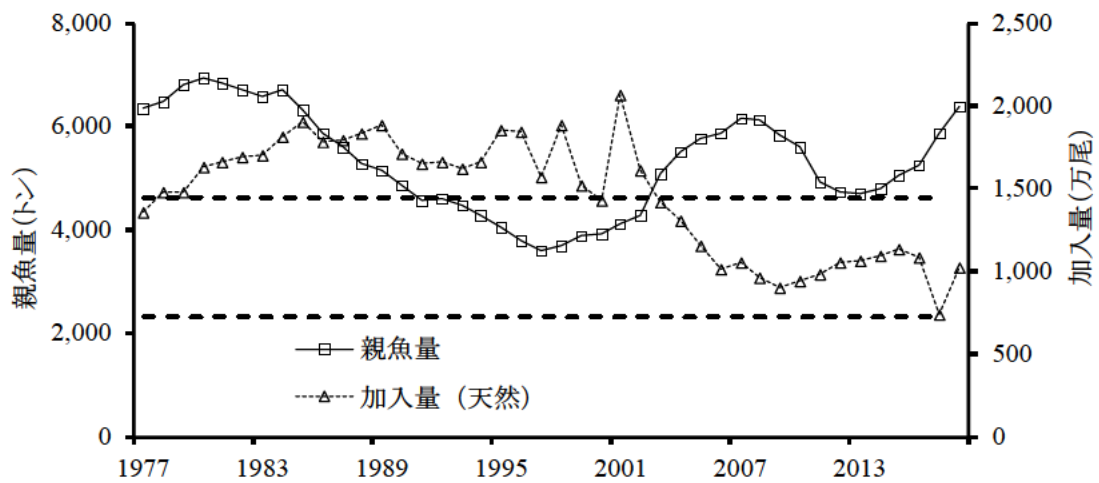


図 10. 親魚量と加入量の推移

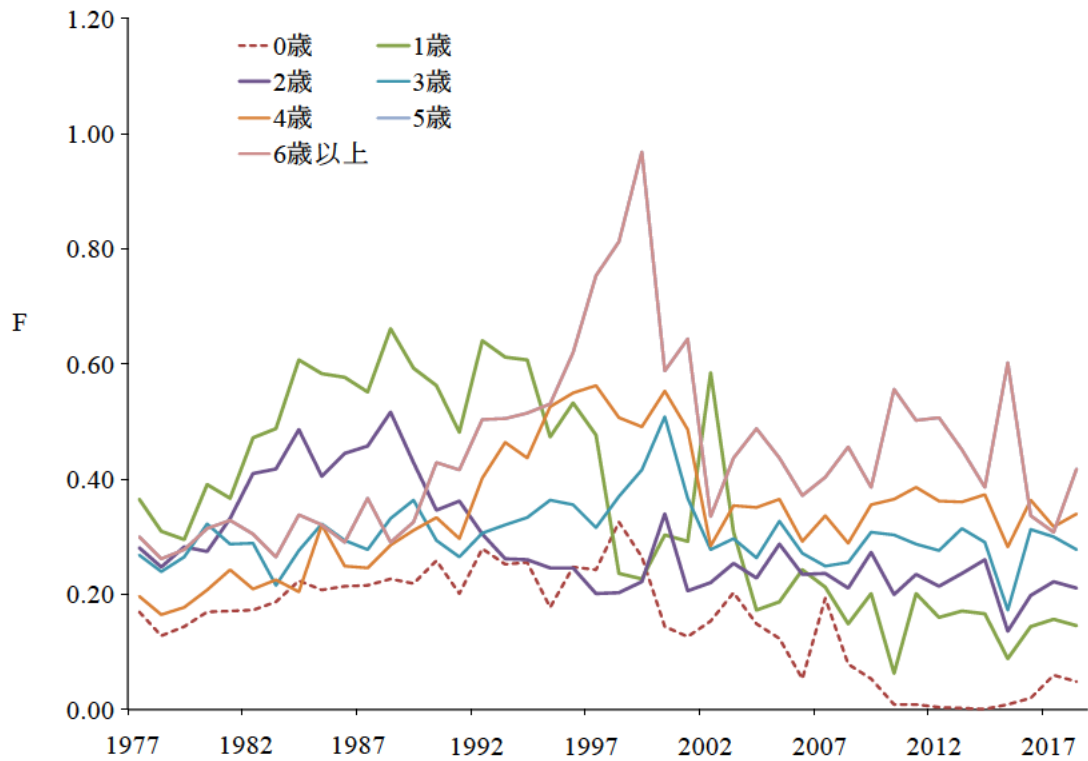


図 11. 年齢別漁獲係数の経年変化

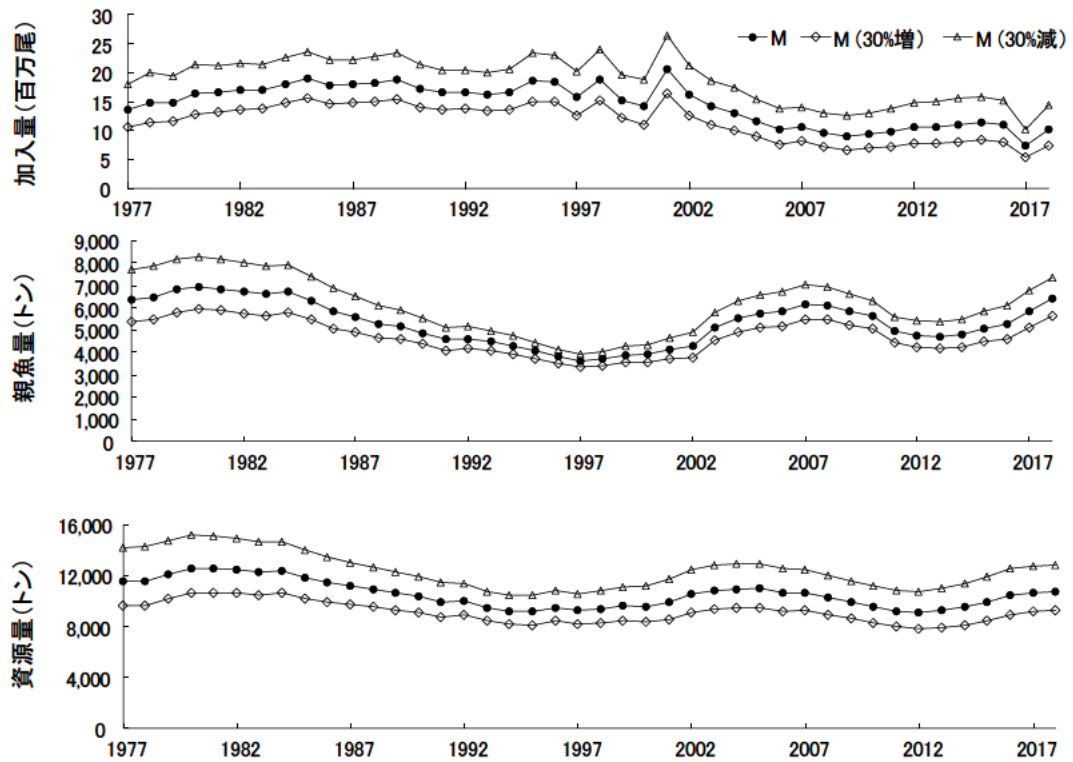


図 12. 自然死亡係数の変化による各推定結果の推移

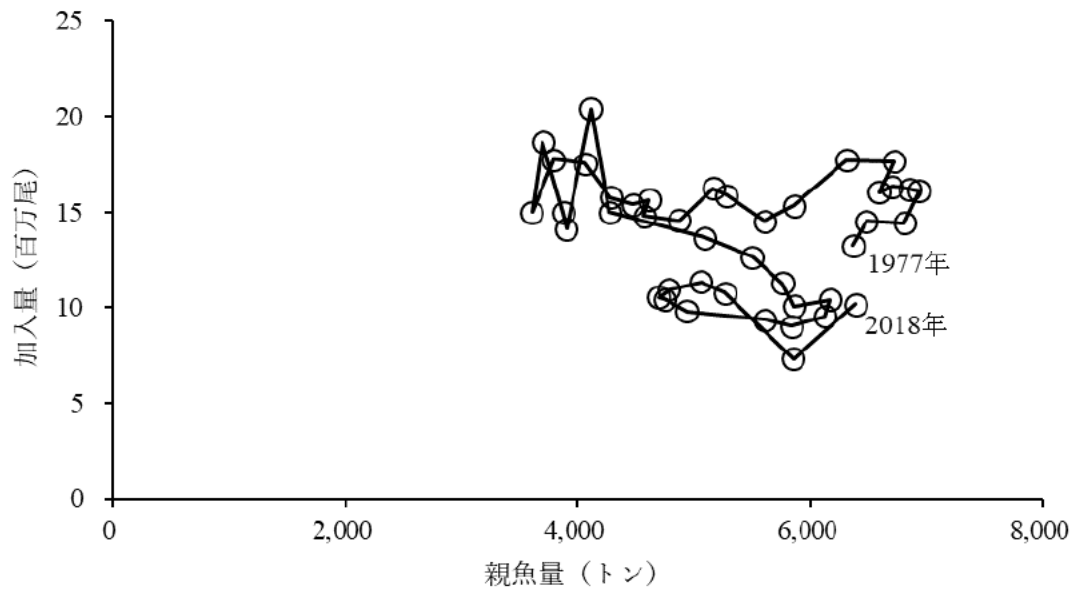


図 13. 再生産関係

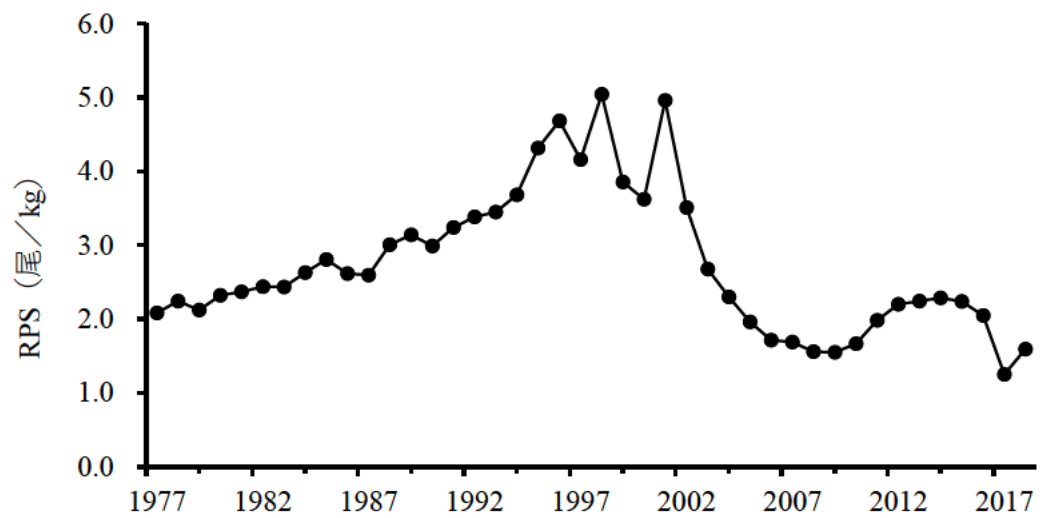


図 14. RPS (天然魚加入量/親魚量) の推移

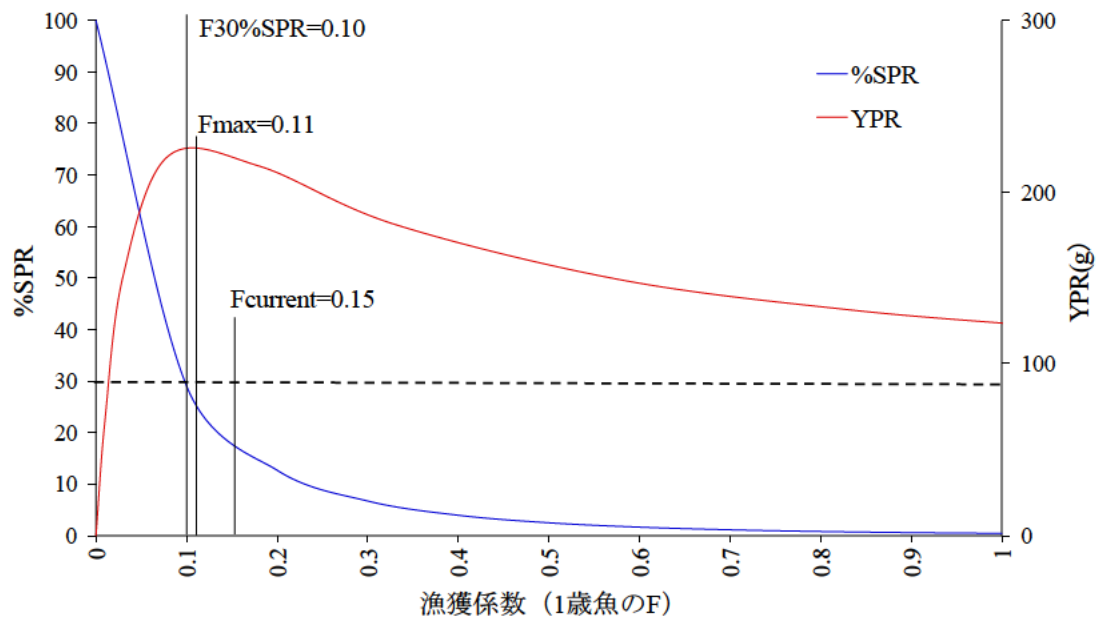


図 15. F と%SPR および YPR の関係

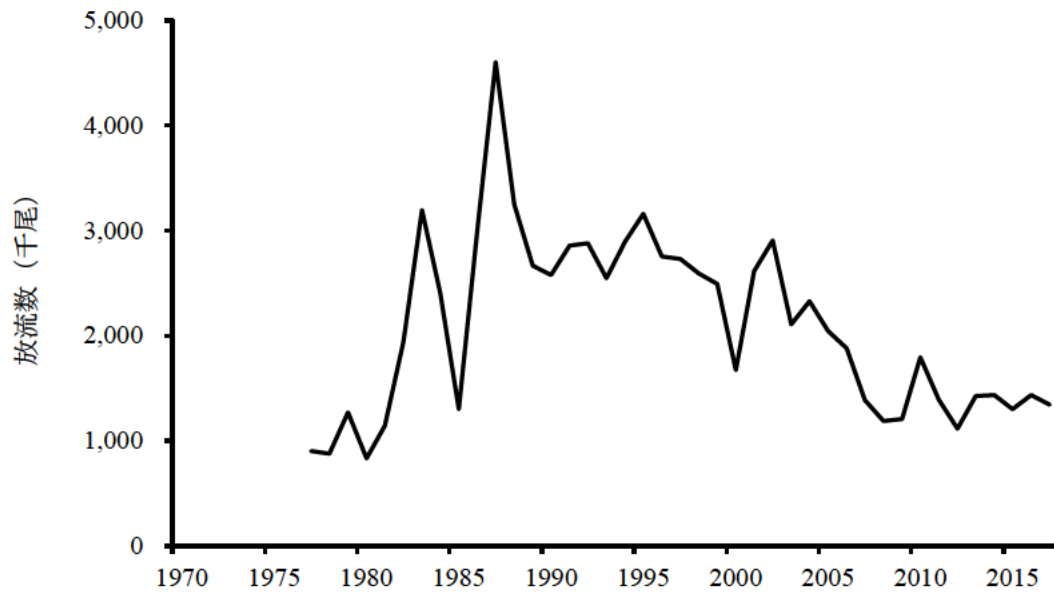


図 16. マダイ瀬戸内海中・西部系群の放流数

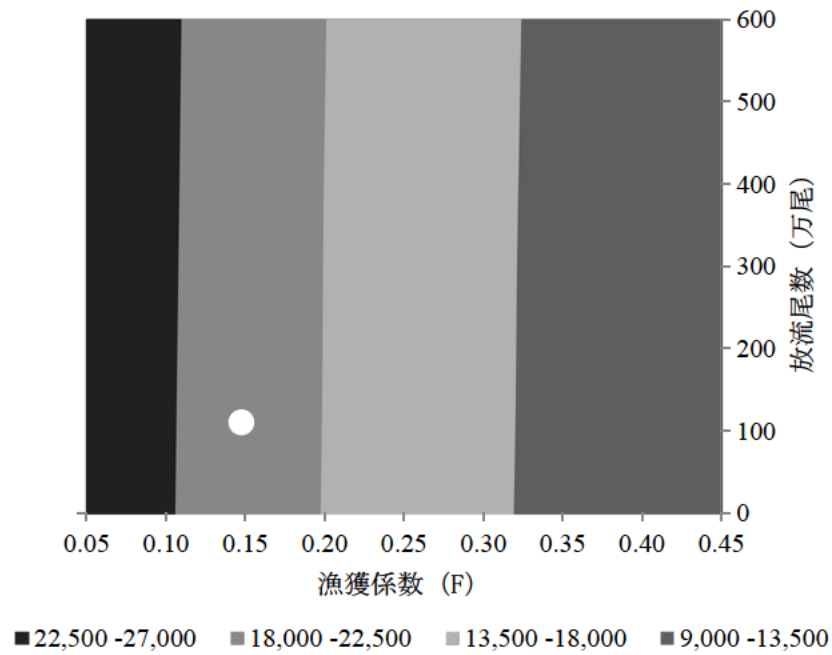


図 17. 2020～2025 年にかけて漁獲圧と放流尾数を変化させたときの 2025 年の資源量 (トン) の等量線図 ○は現状の F と放流尾数のレベル。

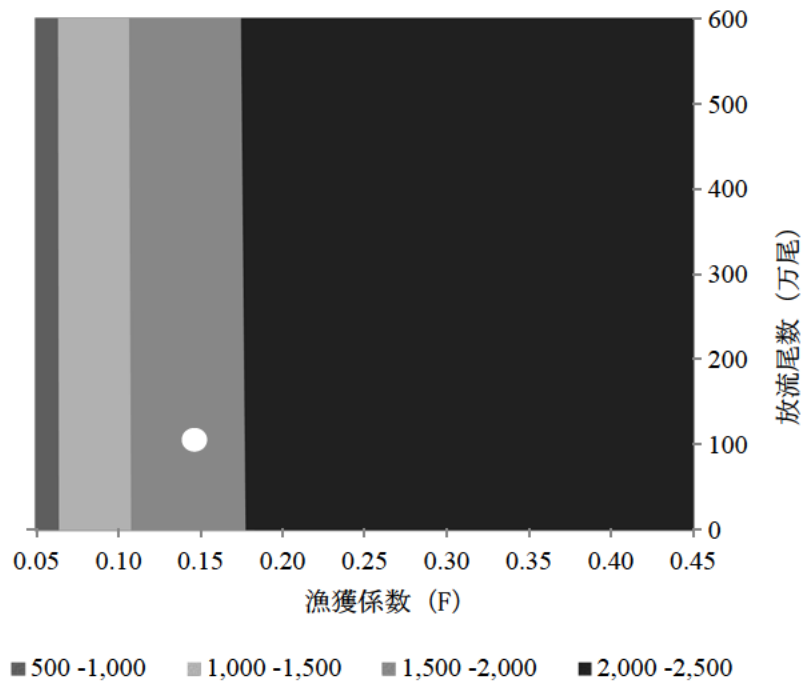


図 18. 2020～2025 年にかけて漁獲圧と放流尾数を変化させたときの 2025 年の漁獲量 (トン) の等量線図 (○は現状の F と放流尾数のレベル)

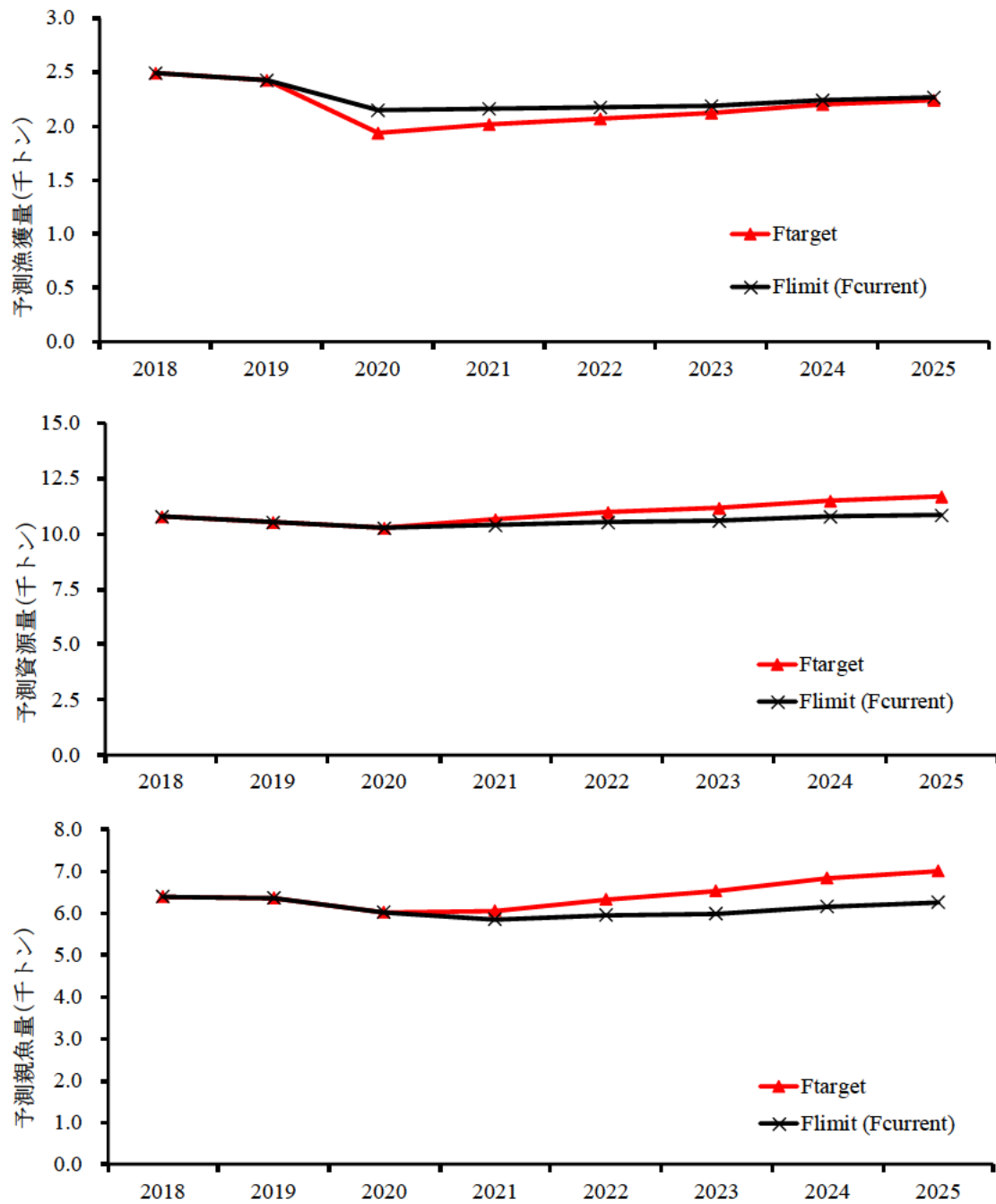


図 19. 予測漁獲量（上）、資源量（中）および親魚量（下）の変化

表 1. マダイ瀬戸内海中・西部系群の漁獲量、放流量ならびに同海域における養殖生産量の推移

年	漁獲量 (トン)	放流量 (千尾)	養殖量 (トン)	年	漁獲量 (トン)	放流量 (千尾)	養殖量 (トン)
1952	2,888	-	-	1986	3,008	3,011	101
1953	4,552	-	-	1987	3,104	4,604	406
1954	3,825	-	-	1988	3,069	3,252	658
1955	3,463	-	-	1989	2,962	2,665	722
1956	3,504	-	-	1990	3,032	2,577	741
1957	3,359	-	-	1991	2,684	2,859	1,039
1958	2,995	-	-	1992	3,091	2,881	1,108
1959	2,616	-	-	1993	2,908	2,549	918
1960	2,547	-	-	1994	2,827	2,894	996
1961	2,396	-	-	1995	2,684	3,160	1,020
1962	2,051	-	-	1996	2,988	2,754	1,216
1963	2,141	-	-	1997	2,828	2,729	1,110
1964	2,219	-	-	1998	2,684	2,594	1,310
1965	2,466	-	-	1999	2,842	2,494	1,327
1966	2,198	-	-	2000	2,902	1,672	1,382
1967	2,352	-	-	2001	2,616	2,614	1,326
1968	2,136	-	-	2002	2,655	2,907	1,525
1969	2,107	-	-	2003	2,712	2,109	1,526
1970	1,715	-	8	2004	2,583	2,329	1,622
1971	1,801	-	16	2005	2,714	2,044	1,554
1972	1,737	-	19	2006	2,352	1,882	1,441
1973	1,764	-	19	2007	2,537	1,387	2,071
1974	1,894	-	15	2008	2,396	1,189	1,414
1975	2,440	-	23	2009	2,368	1,208	1,800
1976	2,629	-	15	2010	2,411	1,795	1,604
1977	2,529	904	58	2011	2,281	1,391	1,744
1978	2,219	879	62	2012	2,115	1,116	1,531
1979	2,460	1,271	180	2013	2,115	1,427	1,531
1980	2,873	834	208	2014	2,078	1,436	1,504
1981	2,963	1,145	265	2015	2,057	1,301	1,592
1982	3,037	1,941	252	2016	2,135	1,436	1,889
1983	2,841	3,196	297	2017	2,215	1,346	1,521
1984	3,351	2,409	251	2018	2,486		
1985	3,197	1,301	231				

表 2. マダイ瀬戸内海中・西部系群の漁法別漁獲量（トン）

年	船びき網(吾智網)	小型底びき網	刺網	釣漁業	小型定置網	その他
1977	661	497	243	1,049	79	0
1978	668	311	239	917	84	0
1979	715	297	284	1,043	121	0
1980	844	452	343	1,063	171	0
1981	977	464	349	1,053	118	2
1982	776	811	255	1,073	122	0
1983	799	720	325	851	146	0
1984	802	1,128	329	924	168	0
1985	787	1,280	274	709	146	1
1986	738	1,131	295	731	113	0
1987	694	1,199	284	796	131	0
1988	706	1,279	303	661	120	0
1989	627	1,302	296	595	142	0
1990	586	1,338	318	625	165	0
1991	738	1,134	214	414	184	0
1992	648	1,426	317	536	164	0
1993	732	1,320	272	425	159	0
1994	687	1,265	312	383	180	0
1995	738	1,134	214	414	184	0
1996	565	1,495	297	451	180	0
1997	637	1,274	241	502	174	0
1998	738	1,134	214	414	184	0
1999	815	1,093	240	491	203	0
2000	858	1,119	246	498	181	0
2001	793	972	258	416	177	0
2002	761	1,014	283	408	174	15
2003	909	984	303	378	138	0
2004	913	936	286	321	127	0
2005	975	922	326	307	184	0
2006	889	758	317	270	118	0
2007	1,057	737	292	281	168	2
2008	914	710	312	304	155	1
2009	897	712	300	301	153	5
2010	915	779	305	262	149	1
2011	783	778	269	262	181	8
2012	728	688	253	252	186	8
2013	765	656	270	248	160	16
2014	756	622	284	241	166	9
2015	810	544	297	229	166	11
2016	833	616	281	246	150	9
2017	896	608	271	268	170	2
2018	1,096	635	281	278	187	9

表 3. 瀬戸内海中・西部における小型底びき網、吾智網の延べ出漁隻日数
ならびに CPUE の推移

年	小型底びき網		吾智網	
	延べ出漁隻日数	CPUE(kg/隻日)	延べ出漁隻日数	CPUE(kg/隻日)
1964	796,901			
1965	755,659			
1966	753,015			
1967	723,284			
1968	715,095	0.19		
1969	632,084	0.09		
1970	599,295	0.27		
1971	630,356	0.21		
1972	674,944	0.22		
1973	600,716	0.40		
1974	629,814	0.57		
1975	640,510	0.95		
1976	626,597	0.83		
1977	626,727	0.79		
1978	669,456	0.46		
1979	674,799	0.44		
1980	634,928	0.71		
1981	648,573	0.72		
1982	653,764	1.24		
1983	634,269	1.14		
1984	645,659	1.75		
1985	575,857	2.22		
1986	557,396	2.03		
1987	564,863	2.12		
1988	559,620	2.29		
1989	563,501	2.31		
1990	546,127	2.45		
1991	529,766	2.14		
1992	530,601	2.69		
1993	505,924	2.61		
1994	482,581	2.62		
1995	508,114	2.23		
1996	448,545	3.33	33,373	16.9
1997	461,875	2.76	34,483	18.5
1998	454,987	2.49	33,173	22.2
1999	433,293	2.52	33,510	24.3
2000	425,874	2.63	34,977	24.5
2001	417,031	2.33	34,943	22.7
2002	406,323	2.50	32,296	23.3
2003	378,825	2.43	31,020	29.0
2004	359,732	2.60	27,455	33.0
2005	345,488	2.67	28,757	33.3
2006	328,128	2.31	26,764	33.2

表 4. マダイ瀬戸内海中・西部系群の資源解析結果

年	漁獲量 (トン)	資源量 (トン)	親魚量 (トン)	漁獲割合 (%)	0歳魚加入尾数 (千尾)		RPS (尾/kg)
					天然+放流	天然	
1977	2,529	11,517	6,362	22.0	13,539	13,258	2.08
1978	2,219	11,580	6,477	19.2	14,811	14,539	2.24
1979	2,460	12,100	6,804	20.3	14,820	14,426	2.12
1980	2,873	12,516	6,929	23.0	16,342	16,083	2.32
1981	2,963	12,516	6,848	23.7	16,568	16,213	2.37
1982	3,037	12,447	6,701	24.4	16,949	16,347	2.44
1983	2,841	12,239	6,590	23.2	17,038	16,047	2.44
1984	3,351	12,363	6,715	27.1	18,088	17,653	2.63
1985	3,197	11,836	6,312	27.0	19,009	17,708	2.81
1986	3,008	11,468	5,859	26.2	17,860	15,324	2.62
1987	3,104	11,197	5,602	27.7	17,938	14,530	2.59
1988	3,069	10,876	5,280	28.2	18,280	15,872	3.01
1989	2,962	10,600	5,166	27.9	18,883	16,218	3.14
1990	3,032	10,350	4,872	29.3	17,135	14,558	2.99
1991	2,684	9,946	4,566	27.0	16,528	14,792	3.24
1992	3,091	9,990	4,614	30.9	16,595	15,616	3.38
1993	2,908	9,492	4,470	30.6	16,240	15,411	3.45
1994	2,827	9,216	4,281	30.7	16,608	15,761	3.68
1995	2,684	9,166	4,063	29.3	18,564	17,524	4.31
1996	2,988	9,477	3,792	31.5	18,413	17,750	4.68
1997	2,828	9,239	3,607	30.6	15,699	15,008	4.16
1998	2,684	9,395	3,696	28.6	18,849	18,642	5.04
1999	2,842	9,597	3,875	29.6	15,207	14,948	3.86
2000	2,902	9,562	3,905	30.4	14,267	14,138	3.62
2001	2,616	9,928	4,113	26.3	20,644	20,396	4.96
2002	2,655	10,562	4,274	25.1	16,093	14,998	3.51
2003	2,712	10,851	5,094	25.0	14,129	13,649	2.68
2004	2,583	10,921	5,501	23.7	13,028	12,650	2.30
2005	2,714	10,966	5,758	24.7	11,542	11,288	1.96
2006	2,352	10,651	5,860	22.5	10,132	10,061	1.72
2007	2,537	10,673	6,166	23.8	10,547	10,410	1.69
2008	2,396	10,263	6,122	23.3	9,618	9,532	1.56
2009	2,368	9,908	5,836	23.9	9,060	9,042	1.55
2010	2,411	9,552	5,609	23.9	9,390	9,362	1.67
2011	2,281	9,193	4,936	24.9	9,870	9,801	1.99
2012	2,115	9,080	4,744	23.3	10,521	10,426	2.20
2013	2,115	9,242	4,696	22.9	10,595	10,532	2.24
2014	2,078	9,516	4,783	21.8	10,961	10,949	2.29
2015	2,057	9,925	5,061	20.7	11,353	11,331	2.24
2016	2,135	10,452	5,263	20.4	10,878	10,786	2.05
2017	2,215	10,685	5,850	20.7	7,354	7,326	1.25
2018	2,486	10,764	6,386	23.1	10,228	10,182	1.59

2018 年の天然由来 0 歳魚加入尾数は、同年の人工種苗放流尾数ならびにその添加率に、それぞれの 2013～2017 年の平均値を適用して求めた人工種苗由来 0 歳魚加入尾数を 0 歳魚加入尾数全体から減じて求めた値。

表 5. マダイ瀬戸内海中・西部系群の放流尾数、0歳加入尾数、添加効率、混入率

年	0歳加入尾数（千尾）		放流尾数(千尾)	添加効率※ ¹	混入率（%）※ ²
	天然+放流	天然			
1977	13,539	13,258	904	0.310	
1978	14,811	14,539	879	0.310	
1979	14,820	14,426	1,271	0.310	
1980	16,342	16,083	834	0.310	
1981	16,568	16,213	1,145	0.310	
1982	16,949	16,347	1,941	0.310	
1983	17,038	16,047	3,196	0.310	6.7
1984	18,088	17,653	2,409	0.180	2.4
1985	19,009	17,708	1,301	1.000	16.8
1986	17,860	15,324	3,011	0.842	14.2
1987	17,938	14,530	4,604	0.740	19.0
1988	18,280	15,872	3,252	0.740	
1989	18,883	16,218	2,665	1.000	31.0
1990	17,135	14,558	2,577	1.000	28.6
1991	16,528	14,792	2,859	0.607	10.5
1992	16,595	15,616	2,881	0.340	5.9
1993	16,240	15,411	2,549	0.325	5.1
1994	16,608	15,761	2,894	0.293	5.1
1995	18,564	17,524	3,160	0.329	5.6
1996	18,413	17,750	2,754	0.241	3.6
1997	15,699	15,008	2,729	0.253	4.4
1998	18,849	18,642	2,594	0.080	1.1
1999	15,207	14,948	2,494	0.104	1.7
2000	14,267	14,138	1,672	0.077	0.9
2001	20,644	20,396	2,614	0.095	1.2
2002	16,093	14,998	2,907	0.376	6.8
2003	14,129	13,649	2,109	0.228	3.4
2004	13,028	12,650	2,329	0.162	2.9
2005	11,542	11,288	2,044	0.124	2.2
2006	10,132	10,061	1,882	0.038	0.7
2007	10,547	10,410	1,387	0.099	1.3
2008	9,618	9,532	1,189	0.073	0.9
2009	9,060	9,042	1,208	0.015	0.2
2010	9,390	9,362	1,795	0.016	0.3
2011	9,870	9,801	1,391	0.050	0.7
2012	10,521	10,426	1,116	0.085	0.9
2013	10,595	10,532	1,427	0.045	0.6
2014	10,961	10,949	1,436	0.008	0.1
2015	11,353	11,331	1,301	0.017	0.2
2016	10,878	10,786	1,436	0.064	0.9
2017	7,354	7,326	1,346	0.021	0.4
2018※ ³	8,194	8,143	1,389	0.034	0.5

※1 添加効率（放流魚の漁獲加入までの生残率）

1983 年以前： 0.310 と仮定した。

1985 年、1989～1990 年：1 を超える値が算定されたため、1.000 とした。

1988 年：データが存在しないため、前年（1987 年）と同じ値 0.740 とした。

なお、ここで用いた混入率データについては収集体制が整備されておらず、統一的な収集方法でないため、必ずしも精度は高くないと考えられる。しかし数値自体が非常に小さいことから、ABC 算定に及ぼす影響は非常に小さいと考えられる。

※2 混入率

1994 年：データが存在しないため、前年（1993 年）と同じ値 5.1 とした。

2013 年：0.0%であったため、直前 5 年間（2008～2012 年）の平均値 0.6%とした。

※3 2018 年の天然由来 0 歳加入尾数、放流尾数、添加効率、混入率

以下の仮定の下での予測値である。

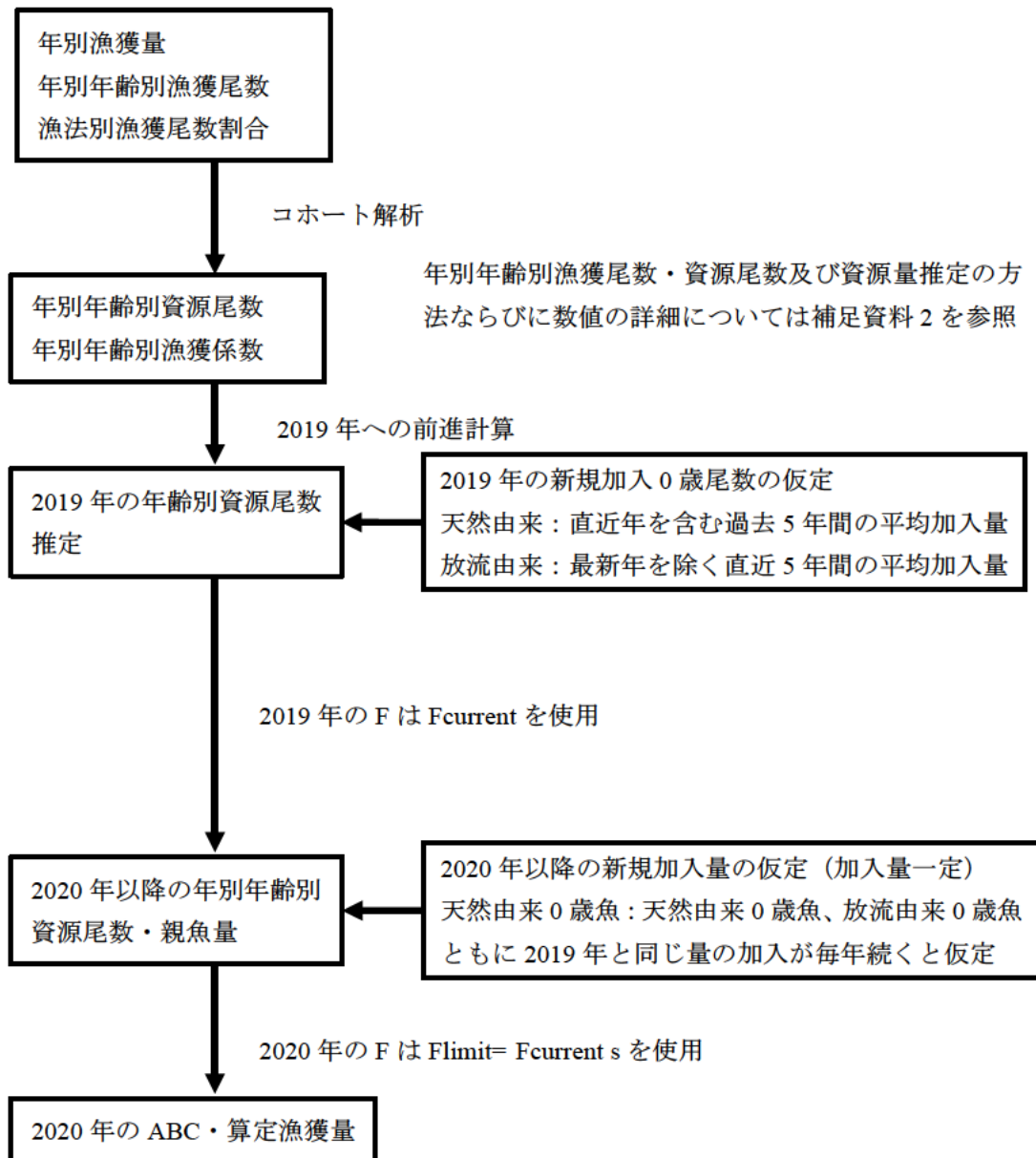
放流尾数: 直近 5 年間（2013～2017 年）の放流尾数の平均値

添加効率: 直近 5 年間の添加効率の平均値

天然由来 0 歳魚加入尾数: 0 歳魚加入尾数（天然+放流）-放流尾数×添加効率

混入率: 放流尾数×添加効率/0 歳魚加入尾数（天然+放流）

補足資料 1 資源評価の流れ



補足資料 2 資源計算方法

(1) 資源量等推定法とコホート解析に用いたパラメータ

1977～2018 年までの 42 年間にわたる漁法別年齢別漁獲尾数データをもとに、コホート解析により年齢別資源尾数、資源量、漁獲係数を推定した。年齢起算日は 5 月 1 日である。

自然死亡係数 (M_a) は年齢 a による差を与え、 $M_0=0.39$ 、 $M_1=0.24$ 、 $M_{2+}=0.17$ とした (島本 1999)。資源尾数から資源量への変換には、補足表 2-1 に示した年齢別平均体重を使用した。

昨年度までの資源評価では、1983～1994 年に採集されたデータ (島本 1999) を基に算出された年齢別平均体重 (以降、旧体重：補足表 2-2 を用いて資源計算を行っていた。これらは約 30 年前に採集されたデータであるため、近年の資源状況に対応する体重と異なる可能性が懸念されていた。そこで、FRESCO システムに登録されている過去 (1997～2017 年) の精密測定データを用いて新たに年齢別平均体重を算出し、両者の違いを検討した。

まず、上述のデータセットから標本数の少ない 11 歳以上のデータ (累積度数 0.05% 以下、下表) を解析から除外した。さらに漁獲制限がある全長 12 cm (尾叉長 10 cm：瀬戸内海漁業取締規則による漁獲制限: 1951 年発令) 以下のデータも解析から除外した。これら以外のデータを新たな年齢別平均体重の算出 (ならびに本評価の解析) に使用した (補足表 2-3)。

新たに求めた年別年齢別平均体重の経年変化をみると、0～5 歳については経年的に大きな変動は見られなかった。6～8 歳については変動幅が大きくなるものの、ほぼ横ばいで推移していた (補足図 2-1)。したがって 6 歳魚以上の体重についても比較的安定していたと判断し、6～10 歳までのデータを各年齢の標本数で重み付けして「6 歳魚以上の体重」を求めた。

旧体重と新体重を比較すると、0 歳魚と 6 歳魚以上には大きな違いがあったが、それ以外の年齢では大きな違いはみられなかった。0 歳魚の旧体重 35 g については実際の漁業では漁獲物として認められないような小型の標本が含まれていたことにより、過小推定されていた可能性がある。さらに、旧体重は、燧灘や竹原沖など瀬戸内海中部で漁獲された標本から成長式を算出した島本 (1999) を基にしている。一方、新体重の計算に使用した精密測定データは、愛媛県 (伊予灘) と山口県 (周防灘) など瀬戸内海西部の海域で漁獲された標本が主体である。瀬戸内海中・西部系群の漁獲の主体は伊予灘や周防灘など西部海域であることから、新体重のほうが実際の漁獲状況に合致する。

また、他系群のマダイの満一歳の尾叉長と体重は、瀬戸内海東部 (15 cm FL、75 g)、太平洋中部 (16 cm FL、105 g)、南部 (14 cm FL、50 g)、東シナ海 (13 cm FL、55 g) であり、旧体重がかなり小さい値であったことがわかる。一方、新体重は他系群と比較しても大きな差異がなく、山口県瀬戸内海側 (15 cm FL、70 g) の値とも近い。

これらの理由により、今回新たに求めた新体重のほうが旧体重よりも妥当な値であると判断し、本評価より新体重を採用することとした。

旧体重と新体重のそれぞれを用いて、2018 年までのコホート解析結果を比較した。資源量では新体重を用いて推定した方が全期間を通じて多くなった (補足図 2-2)。親魚量では 1990 年代までは旧体重を用いて推定した方が多かったが、2000 年代以降、両者はほぼ同じ値で推移した (補足図 2-3)。

(2) 年別年齢別資源尾数と漁獲係数 F の計算方法

年別年齢別資源尾数ならびに漁獲係数 F は、以下に示した Pope の近似式により求めた (平松 1999)。

$$N_{a,y} = N_{a+1,y+1} \exp(M_a) + C_{a,y} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)$$

$$F_{a,y} = -\ln\left(1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)}{N_{a,y}}\right)$$

ここで、 $N_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の資源尾数、 $F_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の漁獲係数、 $C_{a,y}$ は y 年における a 歳魚の漁獲尾数である。

ここで、6 歳以上はプラスグループとし、5 歳と 6 歳以上の漁獲係数は等しいと仮定し、資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{5,y} = \left(\frac{C_{5,y}}{(C_{5,y} + C_{6+,y})}\right) N_{6+,y+1} \exp(M_5) + C_{5,y} \exp\left(\frac{M_5}{2}\right)$$

$$N_{6+,y} = \left(\frac{C_{6+,y}}{C_{5,y}}\right) N_{5,y}$$

2010～2015 年にかけて、0 歳魚の漁獲尾数がそれまでの年に比べて一桁少なくなる年が続いた (補足資料 4)。しかし、これらの年級群はその翌年以降に 1 歳魚以上の漁獲物として順調に出現したことから、同期間における 0 歳魚の F が極めて小さい値であったと推測された。なお、2016 年以降この現象は解消している。

コホート解析における最近年の 1～6+歳の資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = \frac{C_{a,y}}{1 - \exp(-F_{a,y})} \exp\left(\frac{M_a}{2}\right)$$

一方、最新年の 0 歳魚の資源尾数については、1 歳魚以上と同様に直近数年間の F の平均値を用いて計算すると、0 歳魚の推定資源尾数 (N_0) が不合理な水準まで跳ね上がる現象がみられた (補足図 2-4)。そこで、過去 1～5 年の F の平均値をターミナル F_0 にする方法や、過去 1～5 年の N_0 の平均値を最近年の N_0 に用いる方法をレトロスペクティブバイアス (Okamura et al. 2017) を利用して検証した。その結果、(本系群でこれまで採用していた) 直近年を除く過去 5 年間の N_0 の平均値を最新年の N_0 とする方法が、最新年の N_0 の推定法として性能が良いことが示された (補足図 2-4)。この結果に基づき、本年の評価についても昨年までの評価と同じく、最近年 (2018 年) の N_0 には最近年を除く直近 5 年間 (2013～2017 年) の N_0 の平均値を用いる方法を採用した。なお、この N_0 は、天然由来の 0 歳魚

と人工種苗由来 0 歳魚の両方を含んだ値である。

$$N_{0,y} = \frac{\sum_{b=1}^5 N_{0,y-b}}{5}$$

最近年の F (0 歳を除く) は $F_{6+,y}$ を未知パラメータとし、 $F_{1,y} \sim F_{5,y}$ はそれらの選択率が最新年を除く直近 5 年間の平均に等しいと仮定した上で、 $F_{6+,y}=F_{5,y}$ となる様にエクセルのソルバーを使用して $F_{6+,y}$ を探索的に求めた。

$$F_{a,y} = \left(\frac{\sum_{b=1}^5 F_{a,y-b}}{\sum_{b=1}^5 F_{1,y-b}} \right) F_{1,y}$$

最新年の 0 歳魚の F ($F_{0,y}$) は、既に N_0 が近年を除く直近 5 年間 (2013～2017 年) の N_0 の平均値として求められているので、それと最新年の 0 歳魚の漁獲尾数 $C_{0,y}$ 、そして 0 歳魚の自然死亡係数 M_0 を用いて計算した。

$$F_{0,y} = -\ln \left(1 - \frac{C_{0,y} \exp \left(\frac{M_0}{2} \right)}{N_{0,y}} \right)$$

(3) 0 歳魚資源尾数の天然由来個体と人工種苗放流由来への分解

以下の式に基づき、コホート解析で計算された 0 歳魚資源量を天然由来の 0 歳魚と人工種苗放流由来の 0 歳魚に分割した。

$$Ra_y = N_{0,y} \times \text{人工種苗混入率} = y \text{ 年の人工種苗放流尾数} \times \text{添加効率}$$

$$\text{添加効率} = \frac{N_{0,y} \times \text{補正済人工種苗混入率}}{y \text{ 年の人工種苗放流尾数}}$$

$$Rn_y = N_{0,y} - Ra_y$$

ここで、

Ra_y : y 年における人工種苗由来の 0 歳魚資源尾数

Rn_y : y 年における天然由来の 0 歳魚資源尾数

$N_{0,y}$: コホート解析で推定された y 年における 0 歳魚資源尾数

混入率は山口県、愛媛県および大分県の平均値とした (表 5)。2018 年以降の添加効率については直近年を除いた過去 5 年間 (2013～2017 年) の平均値 0.034 と仮定した。

(4) SPR、YPR 計算

SPR、YPR は次式を用いて計算した。各種パラメータには補足資料 2 の表に示した値を用いた。

$$SPR = \sum_{a=0}^{15} \left[\prod_{k=0}^a \exp\{-(F_k + M_k)\} \right] \times W_a \times SR_a$$

$$YPR = \sum_{a=0}^{15} \left[\prod_{k=0}^a \exp\{-(F_k + M_k)\} \right] \times W_a \times \frac{F_a}{F_a + M_a} \times \{1 - \exp(-\exp(F_a + M_a))\}$$

(5) 将来予測方法

2019年の加入量については、再生産関係が不明であり、また近年の親魚量の動きと加入量には関係がないように見えることから、2019年についても2018年と同じ加入量があると仮定して将来予測を行った。2020年以降の加入量についても、2019年の加入量と同じ理由により、2018年と同じ加入量があると仮定して将来予測を行った。

すなわち、2019年以降の加入量は、天然由来、人工種苗由来の双方を含む形で、2018年と同じ量の0歳魚が毎年加入するという「加入量一定」を仮定している。

$$N_{0,y} = N_{0,2018}$$

1歳魚以上の資源尾数は以下の式で求めた。

$$N_{a,y} = N_{a-1,y-1} \exp(-(M_{a-1} + F_{a-1})) \quad (a = 1, \dots, 5)$$

$$N_{6+,y} = N_{5,y-1} \exp(-(M_5 + F_5))$$

各年齢の漁獲尾数は以下の式で求めた。

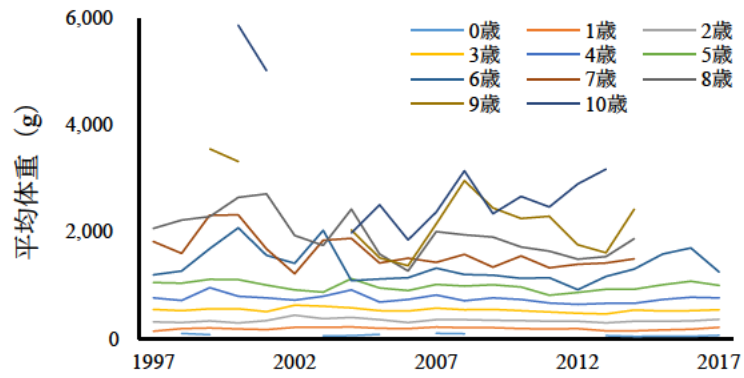
$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y})\right) \exp\left(-\frac{M_a}{2}\right)$$

引用文献

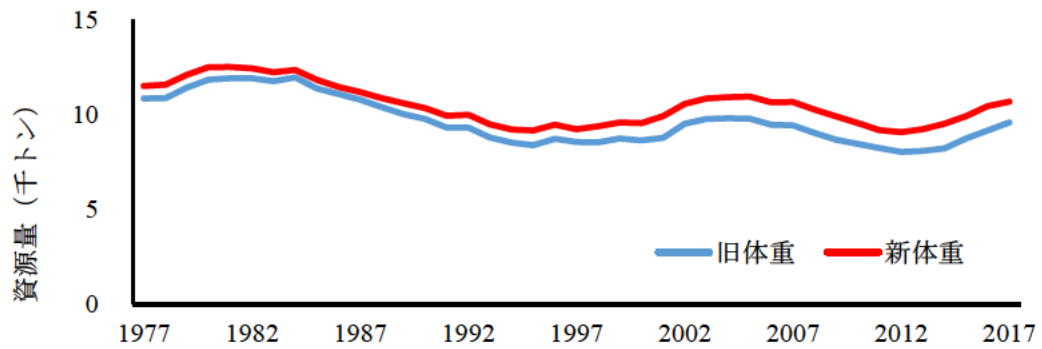
平松一彦 (1999) VPAの入門と実際. 水産資源管理談話会報, **19**, 25-40.

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.

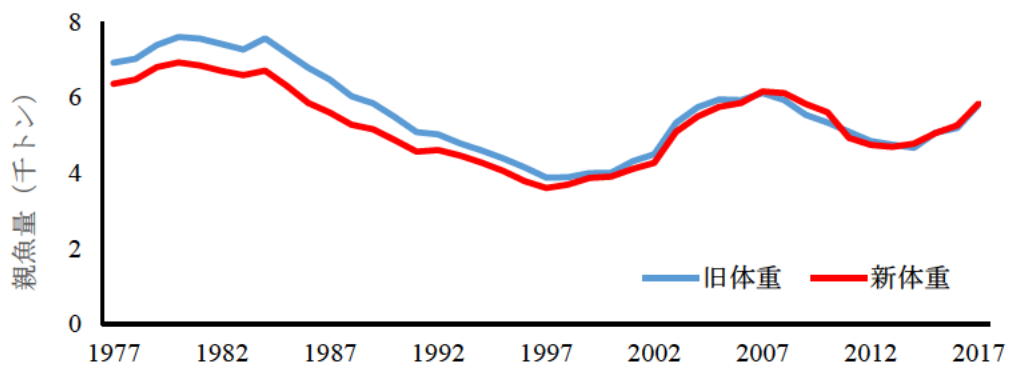
Okamura, H., Yamashita, Y. and M. Ichinokawa (2017) Ridge virtual population analysis to reduce the instability of fishing mortalities in the terminal year. ICES J. Marine Sci., **74**, 2427-2436.



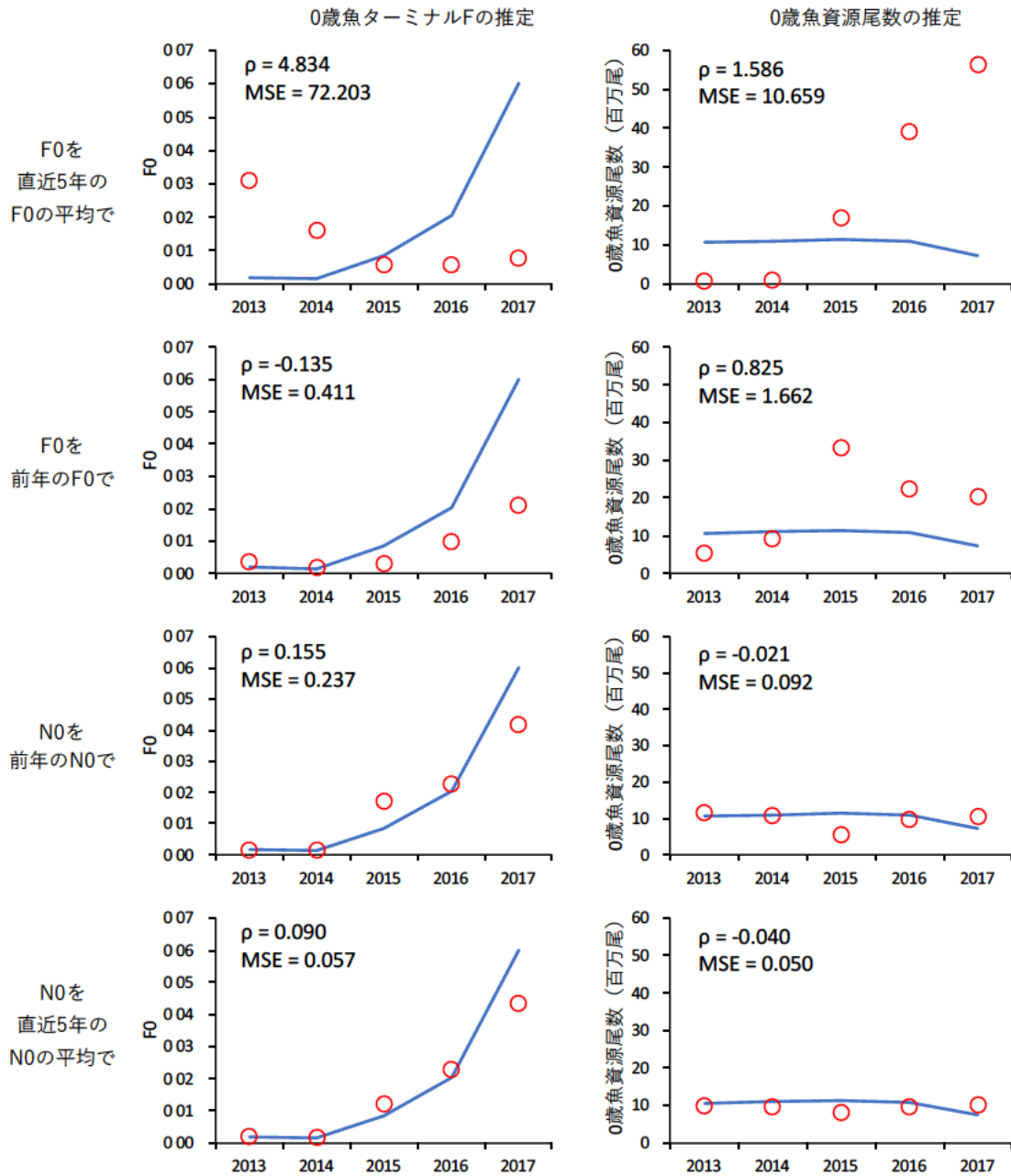
補足図 2-1. FRESCO データに基づく年別平均体重の経年変化



補足図 2-2. 年齢別平均体重の変更による資源量の変化



補足図 2-3. 年齢別平均体重の変更による親魚量の変化



補足図 2-4. レトロスペクティブバイアスによる最新年の F_0 および N_0 の推定精度の評価
 最新年の 0 歳魚資源尾数の推定にあたり、0 歳魚の F あるいは資源尾数の与え方を変えて求めた最新年の F_0 および N_0 を、その後数年分のデータが溜まった時点で改めて計算したデータと比較した。赤丸はその年までのデータのみを用いて推定した最新年としての各項目の値、青の折れ線は 2018 年までの全てのデータを用いて計算した各年の各項目の値を示す。 ρ は推定値の偏りの大きさを、MSE (Mean squared error) は推定値のばらつきの大きさを示す。一番上は F_0 に直近 5 年の F_0 の平均値を与えた場合、2 段目は前年の F_0 を最新年の F_0 に用いた場合、3 段目は前年の N_0 をそのまま最新年の N_0 に用いた場合、一番下は直近 5 年の N_0 の平均値を最新年の N_0 とした場合の結果。

補足表 2-1. コホート解析に用いたパラメータ

年齢	平均体重(g)	成熟割合	選択率	M
0	77	0.0	0.34	0.39
1	201	0.0	1.00	0.24
2	353	0.0	1.45	0.17
3	534	0.5	1.91	0.17
4	734	1.0	2.34	0.17
5	967	1.0	2.87	0.17
6+	1,526	1.0	2.87	0.17

補足表 2-2. 新旧の体重の比較表 (g)

年齢	旧体重	新体重
0	35	77
1	223	201
2	378	353
3	607	534
4	828	734
5	1,133	967
6+	2,692	1,526

補足表 2-3. 計算に使用した年別年齢別個体数

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0 歳	0	13	20	0	1	0	74	172
1 歳	103	45	83	38	235	168	312	406
2 歳	144	37	162	215	271	156	648	646
3 歳	99	50	50	117	360	111	141	326
4 歳	40	29	20	54	127	117	88	55
5 歳	33	10	5	16	56	21	38	41
6 歳	13	5	6	2	24	9	4	22
7 歳	7	2	2	2	7	4	6	6
8 歳	4	1	1	2	6	4	3	12
9 歳	4	0	1	1	0	0	0	4
10 歳	0	0	0	1	2	0	0	2

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0 歳	93	0	36	21	0	0	9	0
1 歳	493	317	431	275	358	317	367	255
2 歳	611	380	549	554	577	580	575	563
3 歳	267	319	162	341	346	443	428	470
4 歳	132	175	92	163	218	236	225	201
5 歳	56	105	55	105	97	157	104	86
6 歳	21	40	47	52	60	81	42	48
7 歳	27	11	17	19	28	48	28	33
8 歳	13	13	6	11	22	17	13	14
9 歳	12	17	5	3	13	22	8	11
10 歳	11	9	4	5	7	17	3	4

	2013	2014	2015	2016	2017	合計
0 歳	1	1	2	3	4	450
1 歳	242	117	80	184	150	4976
2 歳	290	389	232	383	281	8243
3 歳	311	224	389	285	283	5522
4 歳	151	136	120	117	128	2624
5 歳	57	59	63	54	69	1287
6 歳	20	19	42	37	37	631
7 歳	11	19	0	0	22	299
8 歳	3	4	0	0	11	160
9 歳	2	7	0	0	2	112
10 歳	0	0	0	0	0	66

補足資料 3. マダイ瀬戸内海中・西部系群における漁法別漁獲物年齢組成

補足表 3-1. 漁法別漁獲物年齢組成

データが存在しない年については以下の通りとした。小型底びき網（小底）：1977～1997 年に 1977 年の値を用いた。釣漁業：1977～1981 年に 1977 年、1993～2001 年に 1993 年の値を用いた。小型定置網（小定置）：1977～2001 年に 1977 年、2002 年以降に 2002 年の値を用いた。刺網：1977～2002 年に 1977 年、2004～2005 年に 2004 年、2008 年以降に 2008 年の値を用いた。吾智網：1977～1981 年に 1977 年、1993～1998 年に 1993 年の値を用いた。その他：すべての年に 1977 年の値を用いた。

～1981年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.28	0.00	0.38	0.06	0.35
2歳	0.08	0.28	0.00	0.02	0.32	0.37
3歳	0.02	0.17	0.12	0.01	0.25	0.08
4歳	0.02	0.08	0.20	0.00	0.09	0.05
5歳	0.01	0.08	0.37	0.00	0.09	0.01
6歳+	0.04	0.10	0.32	0.00	0.19	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1982年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.29	0.00	0.38	0.11	0.35
2歳	0.08	0.40	0.00	0.02	0.27	0.37
3歳	0.02	0.15	0.12	0.01	0.17	0.08
4歳	0.02	0.07	0.20	0.00	0.10	0.05
5歳	0.01	0.04	0.37	0.00	0.10	0.01
6歳+	0.04	0.04	0.32	0.00	0.25	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1983年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.39	0.00	0.38	0.05	0.35
2歳	0.08	0.46	0.00	0.02	0.10	0.37
3歳	0.02	0.09	0.12	0.01	0.22	0.08
4歳	0.02	0.03	0.20	0.00	0.19	0.05
5歳	0.01	0.02	0.37	0.00	0.20	0.01
6歳+	0.04	0.02	0.32	0.00	0.26	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1984年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.01	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.30	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.43	0.00	0.02	0.29	0.37
3歳	0.02	0.14	0.12	0.01	0.13	0.08
4歳	0.02	0.05	0.20	0.00	0.10	0.05
5歳	0.01	0.03	0.37	0.00	0.15	0.01
6歳+	0.04	0.04	0.32	0.00	0.29	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足表 3-1. 漁法別漁獲物年齢組成（続き）

1985年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.31	0.00	0.38	0.05	0.35
2歳	0.08	0.37	0.00	0.02	0.21	0.37
3歳	0.02	0.15	0.12	0.01	0.23	0.08
4歳	0.02	0.07	0.20	0.00	0.17	0.05
5歳	0.01	0.05	0.37	0.00	0.15	0.01
6歳+	0.04	0.05	0.32	0.00	0.19	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1986年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.34	0.00	0.38	0.31	0.35
2歳	0.08	0.36	0.00	0.02	0.29	0.37
3歳	0.02	0.14	0.12	0.01	0.13	0.08
4歳	0.02	0.07	0.20	0.00	0.05	0.05
5歳	0.01	0.04	0.37	0.00	0.06	0.01
6歳+	0.04	0.04	0.32	0.00	0.15	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1987年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.23	0.00	0.38	0.13	0.35
2歳	0.08	0.43	0.00	0.02	0.41	0.37
3歳	0.02	0.13	0.12	0.01	0.16	0.08
4歳	0.02	0.05	0.20	0.00	0.08	0.05
5歳	0.01	0.05	0.37	0.00	0.09	0.01
6歳+	0.04	0.11	0.32	0.00	0.13	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1988年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.25	0.00	0.38	0.29	0.35
2歳	0.08	0.32	0.00	0.02	0.45	0.37
3歳	0.02	0.19	0.12	0.01	0.15	0.08
4歳	0.02	0.10	0.20	0.00	0.05	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.03	0.01
6歳+	0.04	0.08	0.32	0.00	0.03	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1989年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.09	0.00	0.38	0.32	0.35
2歳	0.08	0.38	0.00	0.02	0.32	0.37
3歳	0.02	0.25	0.12	0.01	0.17	0.08
4歳	0.02	0.15	0.20	0.00	0.06	0.05
5歳	0.01	0.07	0.37	0.00	0.05	0.01
6歳+	0.04	0.07	0.32	0.00	0.08	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足表 3-1. 漁法別漁獲物年齢組成（続き）

1990年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.18	0.00	0.38	0.20	0.35
2歳	0.08	0.44	0.00	0.02	0.14	0.37
3歳	0.02	0.19	0.12	0.01	0.15	0.08
4歳	0.02	0.08	0.20	0.00	0.13	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.14	0.01
6歳＋	0.04	0.05	0.32	0.00	0.24	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1991年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.17	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.50	0.00	0.02	0.38	0.37
3歳	0.02	0.19	0.12	0.01	0.22	0.08
4歳	0.02	0.07	0.20	0.00	0.12	0.05
5歳	0.01	0.04	0.37	0.00	0.09	0.01
6歳＋	0.04	0.03	0.32	0.00	0.15	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1992年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.03	0.00	0.38	0.11	0.35
2歳	0.08	0.33	0.00	0.02	0.25	0.37
3歳	0.02	0.33	0.12	0.01	0.20	0.08
4歳	0.02	0.19	0.20	0.00	0.19	0.05
5歳	0.01	0.08	0.37	0.00	0.13	0.01
6歳＋	0.04	0.04	0.32	0.00	0.13	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1993年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.05	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.30	0.00	0.02	0.11	0.37
3歳	0.02	0.38	0.12	0.01	0.25	0.08
4歳	0.02	0.21	0.20	0.00	0.28	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.19	0.01
6歳＋	0.04	0.01	0.32	0.00	0.12	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1994年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.05	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.30	0.00	0.02	0.11	0.37
3歳	0.02	0.38	0.12	0.01	0.25	0.08
4歳	0.02	0.21	0.20	0.00	0.28	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.19	0.01
6歳＋	0.04	0.01	0.32	0.00	0.12	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足表 3-1. 漁法別漁獲物年齢組成（続き）

1995年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.05	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.30	0.00	0.02	0.11	0.37
3歳	0.02	0.38	0.12	0.01	0.25	0.08
4歳	0.02	0.21	0.20	0.00	0.28	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.19	0.01
6歳+	0.04	0.01	0.32	0.00	0.12	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1996年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.05	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.30	0.00	0.02	0.11	0.37
3歳	0.02	0.38	0.12	0.01	0.25	0.08
4歳	0.02	0.21	0.20	0.00	0.28	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.19	0.01
6歳+	0.04	0.01	0.32	0.00	0.12	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1997年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.34	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.49	0.05	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.30	0.00	0.02	0.11	0.37
3歳	0.02	0.38	0.12	0.01	0.25	0.08
4歳	0.02	0.21	0.20	0.00	0.28	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.19	0.01
6歳+	0.04	0.01	0.32	0.00	0.12	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1998年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.62	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.16	0.05	0.00	0.38	0.04	0.35
2歳	0.08	0.30	0.00	0.02	0.11	0.37
3歳	0.07	0.38	0.12	0.01	0.25	0.08
4歳	0.03	0.21	0.20	0.00	0.28	0.05
5歳	0.01	0.06	0.37	0.00	0.19	0.01
6歳+	0.02	0.01	0.32	0.00	0.12	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

1999年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.47	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.23	0.05	0.00	0.38	0.02	0.35
2歳	0.13	0.30	0.00	0.02	0.11	0.37
3歳	0.08	0.38	0.12	0.01	0.29	0.08
4歳	0.04	0.21	0.20	0.00	0.28	0.05
5歳	0.03	0.06	0.37	0.00	0.23	0.01
6歳+	0.03	0.01	0.32	0.00	0.07	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足 3-1. 漁法別漁獲物年齢組成（続き）

2000年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.17	0.00	0.00	0.58	0.02	0.13
1歳	0.29	0.05	0.00	0.38	0.15	0.35
2歳	0.23	0.30	0.00	0.02	0.32	0.37
3歳	0.14	0.38	0.12	0.01	0.28	0.08
4歳	0.07	0.21	0.20	0.00	0.16	0.05
5歳	0.06	0.06	0.37	0.00	0.07	0.01
6歳+	0.04	0.01	0.32	0.00	0.00	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2001年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.33	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.36	0.05	0.00	0.38	0.09	0.35
2歳	0.05	0.30	0.00	0.02	0.27	0.37
3歳	0.06	0.38	0.12	0.01	0.34	0.08
4歳	0.06	0.21	0.20	0.00	0.19	0.05
5歳	0.06	0.06	0.37	0.00	0.08	0.01
6歳+	0.07	0.01	0.32	0.00	0.03	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2002年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.17	0.00	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.68	0.11	0.11	0.38	0.61	0.35
2歳	0.05	0.32	0.23	0.02	0.15	0.37
3歳	0.03	0.32	0.26	0.01	0.11	0.08
4歳	0.02	0.19	0.21	0.00	0.08	0.05
5歳	0.02	0.06	0.11	0.00	0.04	0.01
6歳+	0.03	0.00	0.08	0.00	0.02	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2003年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.55	0.00	0.00	0.00	0.03	0.13
1歳	0.24	0.27	0.11	0.05	0.44	0.35
2歳	0.05	0.27	0.23	0.23	0.24	0.37
3歳	0.03	0.21	0.26	0.28	0.14	0.08
4歳	0.03	0.16	0.21	0.13	0.09	0.05
5歳	0.04	0.08	0.11	0.20	0.04	0.01
6歳+	0.05	0.02	0.08	0.11	0.02	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2004年	小型底びき網	釣漁業	小型定置網	刺網	吾智網	その他
0歳	0.32	0.00	0.00	0.66	0.00	0.13
1歳	0.29	0.16	0.11	0.00	0.11	0.35
2歳	0.19	0.29	0.23	0.01	0.19	0.37
3歳	0.09	0.27	0.26	0.06	0.19	0.08
4歳	0.05	0.16	0.21	0.14	0.14	0.05
5歳	0.04	0.06	0.11	0.10	0.14	0.01
6歳+	0.03	0.05	0.08	0.04	0.23	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足表 3-1. 漁法別漁獲物年齢組成（続き）

2005年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.22	0.00	0.00	0.66	0.02	0.13
1歳	0.28	0.16	0.11	0.00	0.23	0.35
2歳	0.18	0.35	0.23	0.01	0.27	0.37
3歳	0.10	0.30	0.26	0.06	0.21	0.08
4歳	0.06	0.09	0.21	0.14	0.14	0.05
5歳	0.05	0.06	0.11	0.10	0.07	0.01
6歳＋	0.11	0.04	0.08	0.04	0.05	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2006年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.20	0.00	0.00	0.05	0.05	0.13
1歳	0.27	0.18	0.11	0.32	0.32	0.35
2歳	0.15	0.27	0.23	0.22	0.22	0.37
3歳	0.10	0.23	0.26	0.16	0.16	0.08
4歳	0.08	0.16	0.21	0.11	0.11	0.05
5歳	0.07	0.11	0.11	0.08	0.08	0.01
6歳＋	0.13	0.05	0.08	0.06	0.06	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2007年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.55	0.00	0.00	0.00	0.07	0.13
1歳	0.21	0.06	0.11	0.17	0.23	0.35
2歳	0.08	0.13	0.23	0.26	0.20	0.37
3歳	0.04	0.22	0.26	0.23	0.16	0.08
4歳	0.03	0.24	0.21	0.17	0.13	0.05
5歳	0.03	0.20	0.11	0.11	0.10	0.01
6歳＋	0.07	0.15	0.08	0.07	0.10	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2008年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.38	0.04	0.00	0.02	0.03	0.13
1歳	0.17	0.24	0.11	0.16	0.17	0.35
2歳	0.10	0.30	0.23	0.22	0.17	0.37
3歳	0.06	0.18	0.26	0.22	0.16	0.08
4歳	0.05	0.12	0.21	0.18	0.16	0.05
5歳	0.06	0.08	0.11	0.13	0.15	0.01
6歳＋	0.19	0.05	0.08	0.07	0.16	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2009年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.18	0.00	0.00	0.02	0.08	0.13
1歳	0.27	0.11	0.11	0.16	0.26	0.35
2歳	0.15	0.27	0.23	0.22	0.21	0.37
3歳	0.08	0.28	0.26	0.22	0.15	0.08
4歳	0.07	0.16	0.21	0.18	0.11	0.05
5歳	0.07	0.12	0.11	0.13	0.09	0.01
6歳＋	0.17	0.05	0.08	0.07	0.09	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足表 3-1. 漁法別漁獲物年齢組成（続き）

2010年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.05	0.00	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.17	0.02	0.11	0.16	0.02	0.35
2歳	0.21	0.21	0.23	0.22	0.17	0.37
3歳	0.13	0.26	0.26	0.22	0.20	0.08
4歳	0.08	0.21	0.21	0.18	0.18	0.05
5歳	0.08	0.17	0.11	0.13	0.18	0.01
6歳＋	0.28	0.13	0.08	0.07	0.25	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2011年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.03	0.00	0.00	0.02	0.02	0.13
1歳	0.27	0.08	0.11	0.16	0.36	0.35
2歳	0.14	0.29	0.23	0.22	0.23	0.37
3歳	0.09	0.26	0.26	0.22	0.14	0.08
4歳	0.08	0.18	0.21	0.18	0.10	0.05
5歳	0.09	0.13	0.11	0.13	0.08	0.01
6歳＋	0.30	0.06	0.08	0.07	0.06	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2012年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.38	0.17	0.11	0.16	0.22	0.35
2歳	0.13	0.30	0.23	0.22	0.22	0.37
3歳	0.10	0.26	0.26	0.22	0.19	0.08
4歳	0.08	0.16	0.21	0.18	0.14	0.05
5歳	0.07	0.08	0.11	0.13	0.11	0.01
6歳＋	0.22	0.04	0.08	0.07	0.11	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2013年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.52	0.02	0.11	0.16	0.16	0.35
2歳	0.15	0.28	0.23	0.22	0.29	0.37
3歳	0.07	0.36	0.26	0.22	0.21	0.08
4歳	0.05	0.21	0.21	0.18	0.17	0.05
5歳	0.05	0.09	0.11	0.13	0.11	0.01
6歳＋	0.16	0.04	0.08	0.07	0.07	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2014年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.49	0.06	0.11	0.16	0.19	0.35
2歳	0.16	0.43	0.23	0.22	0.30	0.37
3歳	0.09	0.31	0.26	0.22	0.18	0.08
4歳	0.06	0.16	0.21	0.18	0.14	0.05
5歳	0.05	0.03	0.11	0.13	0.11	0.01
6歳＋	0.16	0.01	0.08	0.07	0.06	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足表 3-1. 漁法別漁獲物年齢組成（続き）

2015年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.06	0.00	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.37	0.10	0.11	0.16	0.00	0.35
2歳	0.23	0.31	0.23	0.22	0.00	0.37
3歳	0.12	0.26	0.26	0.22	0.04	0.08
4歳	0.07	0.20	0.21	0.18	0.17	0.05
5歳	0.05	0.10	0.11	0.13	0.32	0.01
6歳＋	0.12	0.03	0.08	0.07	0.47	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2016年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.14	0.00	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.32	0.08	0.11	0.16	0.23	0.35
2歳	0.10	0.33	0.23	0.22	0.27	0.37
3歳	0.12	0.39	0.26	0.22	0.23	0.08
4歳	0.14	0.13	0.21	0.18	0.15	0.05
5歳	0.07	0.02	0.11	0.13	0.08	0.01
6歳＋	0.11	0.05	0.08	0.07	0.04	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2017年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.25	0.00	0.00	0.02	0.01	0.13
1歳	0.28	0.10	0.11	0.16	0.23	0.35
2歳	0.11	0.39	0.23	0.22	0.25	0.37
3歳	0.11	0.35	0.26	0.22	0.22	0.08
4歳	0.07	0.11	0.21	0.18	0.14	0.05
5歳	0.04	0.02	0.11	0.13	0.09	0.01
6歳＋	0.13	0.03	0.08	0.07	0.05	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

2018年	小底	釣漁業	小定置	刺網	吾智網	その他
0歳	0.33	0.01	0.00	0.02	0.00	0.13
1歳	0.14	0.14	0.11	0.16	0.13	0.35
2歳	0.12	0.30	0.23	0.22	0.23	0.37
3歳	0.09	0.23	0.26	0.22	0.22	0.08
4歳	0.07	0.13	0.21	0.18	0.19	0.05
5歳	0.07	0.03	0.11	0.13	0.13	0.01
6歳＋	0.19	0.15	0.08	0.07	0.10	0.01
合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

補足資料4 マダイ瀬戸内海中・西部系群の資源解析結果

補足表 4-1. コホート解析結果 (1977～1987 年)

年齢別漁獲尾数 (千尾)											
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	1,734	1,463	1,639	2,107	2,150	2,214	2,394	2,991	2,937	2,825	2,870
1歳	2,275	1,829	2,000	2,494	2,543	3,156	3,306	3,862	3,839	4,064	3,668
2歳	1,047	921	1,010	1,138	1,201	1,571	1,455	1,647	1,253	1,416	1,559
3歳	636	582	645	720	760	645	508	570	613	541	516
4歳	297	264	295	336	343	365	326	329	416	300	290
5歳	289	265	302	345	343	277	306	314	335	234	274
6歳以上	479	428	473	552	572	522	440	598	524	484	551
合計	6,757	5,751	6,364	7,692	7,911	8,750	8,735	10,311	9,917	9,862	9,729
年齢別漁獲量 (トン)											
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	133	112	126	162	165	170	184	230	226	217	221
1歳	458	368	403	502	512	636	666	778	773	819	739
2歳	369	325	356	401	423	554	513	581	442	499	550
3歳	340	311	345	385	406	345	271	305	327	289	276
4歳	218	194	216	247	252	268	240	242	305	220	213
5歳	280	256	292	334	332	268	296	304	324	226	265
6歳以上	731	653	722	842	873	797	671	912	799	738	841
合計	2,529	2,219	2,460	2,873	2,963	3,037	2,841	3,351	3,197	3,008	3,104
年齢別漁獲係数											
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	0.17	0.13	0.14	0.17	0.17	0.17	0.19	0.22	0.21	0.21	0.22
1歳	0.37	0.31	0.30	0.39	0.37	0.47	0.49	0.61	0.58	0.58	0.55
2歳	0.28	0.25	0.28	0.27	0.33	0.41	0.42	0.49	0.40	0.44	0.46
3歳	0.27	0.24	0.27	0.32	0.29	0.29	0.22	0.28	0.32	0.29	0.28
4歳	0.20	0.16	0.18	0.21	0.24	0.21	0.22	0.20	0.32	0.25	0.25
5歳	0.30	0.26	0.28	0.31	0.33	0.30	0.26	0.34	0.32	0.29	0.37
6歳以上	0.30	0.26	0.28	0.31	0.33	0.30	0.26	0.34	0.32	0.29	0.37
平均	0.26	0.23	0.24	0.28	0.29	0.31	0.30	0.36	0.36	0.35	0.35
年齢別資源尾数 (千尾)											
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	13,539	14,811	14,820	16,342	16,568	16,949	17,038	18,088	19,009	17,860	17,938
1歳	8,377	7,740	8,825	8,685	9,331	9,448	9,653	9,565	9,785	10,453	9,768
2歳	4,659	4,572	4,466	5,168	4,620	5,084	4,633	4,662	4,099	4,293	4,618
3歳	2,938	2,969	3,012	2,840	3,315	2,795	2,847	2,573	2,420	2,308	2,321
4歳	1,805	1,894	1,970	1,948	1,734	2,098	1,765	1,935	1,647	1,479	1,450
5歳	1,217	1,251	1,356	1,392	1,335	1,148	1,435	1,190	1,330	1,008	972
6歳以上	2,014	2,020	2,124	2,224	2,226	2,164	2,061	2,265	2,077	2,085	1,950
合計	34,550	35,258	36,572	38,599	39,129	39,688	39,433	40,277	40,367	39,485	39,019
年齢別資源量 (トン)											
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	1,041	1,139	1,139	1,256	1,274	1,303	1,310	1,391	1,462	1,373	1,379
1歳	1,687	1,559	1,777	1,749	1,879	1,903	1,944	1,927	1,971	2,105	1,968
2歳	1,643	1,612	1,575	1,822	1,629	1,793	1,634	1,644	1,445	1,514	1,628
3歳	1,569	1,586	1,609	1,517	1,771	1,493	1,520	1,374	1,293	1,233	1,240
4歳	1,325	1,391	1,446	1,430	1,273	1,540	1,296	1,421	1,209	1,086	1,065
5歳	1,177	1,209	1,311	1,346	1,291	1,111	1,388	1,151	1,286	975	940
6歳以上	3,075	3,084	3,241	3,394	3,398	3,304	3,146	3,457	3,170	3,183	2,977
合計	11,517	11,580	12,100	12,516	12,516	12,447	12,239	12,363	11,836	11,468	11,197
年齢別親魚量 (トン)											
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	785	793	804	758	885	746	760	687	646	616	620
4歳	1,325	1,391	1,446	1,430	1,273	1,540	1,296	1,421	1,209	1,086	1,065
5歳	1,177	1,209	1,311	1,346	1,291	1,111	1,388	1,151	1,286	975	940
6歳以上	3,075	3,084	3,241	3,394	3,398	3,304	3,146	3,457	3,170	3,183	2,977
合計	6,362	6,477	6,804	6,929	6,848	6,701	6,590	6,715	6,312	5,859	5,602

補足表 4-2. コホート解析結果（1988～1998 年）

年齢別漁獲尾数（千尾）											
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	3,062	3,063	3,207	2,477	3,323	2,983	3,082	2,477	3,330	2,785	4,314
1歳	4,198	3,913	3,921	3,041	3,839	3,448	3,447	2,916	3,857	3,271	1,560
2歳	1,642	1,275	1,150	1,281	1,050	805	764	731	855	814	804
3歳	640	624	509	548	654	683	640	661	664	701	952
4歳	339	366	341	324	503	572	538	559	538	565	632
5歳	222	240	296	247	313	340	329	342	315	328	351
6歳以上	396	429	512	432	440	385	374	363	393	368	290
合計	10,498	9,909	9,936	8,350	10,122	9,215	9,174	8,050	9,951	8,832	8,903
年齢別漁獲量（トン）											
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	235	235	247	190	255	229	237	190	256	214	332
1歳	845	788	790	613	773	695	694	587	777	659	314
2歳	579	449	406	452	370	284	269	258	301	287	283
3歳	342	334	272	293	349	365	342	353	355	374	509
4歳	249	269	250	238	369	420	395	411	395	415	464
5歳	214	232	286	239	302	329	318	330	305	317	339
6歳以上	604	655	782	660	671	587	571	554	600	562	443
合計	3,069	2,962	3,032	2,684	3,091	2,908	2,827	2,684	2,988	2,828	2,684
年齢別漁獲係数											
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	0.23	0.22	0.26	0.20	0.28	0.25	0.26	0.18	0.25	0.24	0.33
1歳	0.66	0.59	0.56	0.48	0.64	0.61	0.61	0.47	0.53	0.48	0.24
2歳	0.52	0.43	0.35	0.36	0.30	0.26	0.26	0.25	0.25	0.20	0.20
3歳	0.33	0.36	0.29	0.27	0.31	0.32	0.33	0.36	0.36	0.32	0.37
4歳	0.29	0.31	0.33	0.30	0.40	0.46	0.44	0.53	0.55	0.56	0.51
5歳	0.29	0.33	0.43	0.42	0.50	0.51	0.51	0.53	0.62	0.75	0.81
6歳以上	0.29	0.33	0.43	0.42	0.50	0.51	0.51	0.53	0.62	0.75	0.81
平均	0.39	0.37	0.37	0.34	0.41	0.40	0.40	0.39	0.43	0.43	0.41
年齢別資源尾数（千尾）											
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	18,280	18,883	17,135	16,528	16,595	16,240	16,608	18,564	18,413	15,699	18,849
1歳	9,784	9,857	10,265	8,963	9,152	8,502	8,541	8,709	10,530	9,726	8,337
2歳	4,430	3,973	4,284	4,597	4,353	3,794	3,629	3,661	4,264	4,863	4,750
3歳	2,464	2,230	2,181	2,557	2,702	2,708	2,461	2,361	2,417	2,812	3,355
4歳	1,484	1,491	1,308	1,373	1,654	1,679	1,657	1,489	1,384	1,429	1,729
5歳	957	940	922	790	861	934	891	904	742	674	687
6歳以上	1,708	1,681	1,598	1,383	1,210	1,056	1,013	960	925	756	568
合計	39,107	39,055	37,692	36,191	36,526	34,911	34,801	36,647	38,676	35,960	38,274
年齢別資源量（トン）											
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	1,405	1,452	1,318	1,271	1,276	1,249	1,277	1,427	1,416	1,207	1,449
1歳	1,971	1,985	2,068	1,805	1,843	1,712	1,720	1,754	2,121	1,959	1,679
2歳	1,562	1,401	1,510	1,621	1,535	1,338	1,280	1,291	1,504	1,715	1,675
3歳	1,316	1,191	1,165	1,366	1,443	1,446	1,315	1,261	1,291	1,502	1,792
4歳	1,090	1,094	960	1,008	1,214	1,232	1,217	1,093	1,016	1,049	1,269
5歳	926	909	891	764	832	903	862	874	718	652	664
6歳以上	2,607	2,566	2,438	2,111	1,846	1,611	1,546	1,465	1,412	1,155	867
合計	10,876	10,600	10,350	9,946	9,990	9,492	9,216	9,166	9,477	9,239	9,395
年齢別親魚量（トン）											
	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	658	596	583	683	722	723	657	630	645	751	896
4歳	1,090	1,094	960	1,008	1,214	1,232	1,217	1,093	1,016	1,049	1,269
5歳	926	909	891	764	832	903	862	874	718	652	664
6歳以上	2,607	2,566	2,438	2,111	1,846	1,611	1,546	1,465	1,412	1,155	867
合計	5,280	5,166	4,872	4,566	4,614	4,470	4,281	4,063	3,792	3,607	3,696

補足表 4-3. コホート解析結果（1999～2009 年）

年齢別漁獲尾数（千尾）											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	2,909	1,583	2,020	1,890	2,142	1,482	1,109	428	1,523	599	387
1歳	1,664	1,830	1,882	4,839	2,196	1,098	1,150	1,319	1,108	720	976
2歳	944	1,530	787	891	1,114	1,010	1,184	953	825	721	875
3歳	1,023	1,280	976	703	785	752	929	714	672	586	687
4歳	698	709	627	460	552	565	643	514	553	502	509
5歳	500	412	385	241	418	422	401	381	424	426	403
6歳以上	267	176	295	180	316	437	408	387	479	561	460
合計	8,005	7,520	6,973	9,203	7,524	5,767	5,826	4,696	5,584	4,115	4,297
年齢別漁獲量（トン）											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	224	122	155	145	165	114	85	33	117	46	30
1歳	335	369	379	975	442	221	232	266	223	145	196
2歳	333	540	278	314	393	356	418	336	291	254	309
3歳	546	684	521	376	419	402	496	381	359	313	367
4歳	512	520	460	338	405	415	472	378	406	368	374
5歳	484	399	372	233	404	408	388	368	410	412	390
6歳以上	408	269	450	275	483	667	623	590	731	857	703
合計	2,842	2,902	2,616	2,655	2,712	2,583	2,714	2,352	2,537	2,396	2,368
年齢別漁獲係数											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	0.26	0.14	0.13	0.15	0.20	0.15	0.12	0.05	0.19	0.08	0.05
1歳	0.23	0.30	0.29	0.59	0.31	0.17	0.19	0.24	0.21	0.15	0.20
2歳	0.22	0.34	0.21	0.22	0.25	0.23	0.29	0.23	0.24	0.21	0.27
3歳	0.42	0.51	0.37	0.28	0.30	0.26	0.33	0.27	0.25	0.25	0.31
4歳	0.49	0.55	0.49	0.28	0.35	0.35	0.37	0.29	0.34	0.29	0.36
5歳	0.97	0.59	0.64	0.33	0.44	0.49	0.44	0.37	0.40	0.46	0.39
6歳以上	0.97	0.59	0.64	0.33	0.44	0.49	0.44	0.37	0.40	0.46	0.39
平均	0.43	0.41	0.35	0.31	0.31	0.28	0.29	0.24	0.27	0.24	0.26
年齢別資源尾数（千尾）											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	15,207	14,267	20,644	16,093	14,129	13,028	11,542	10,132	10,547	9,618	9,060
1歳	9,212	7,902	8,357	12,315	9,341	7,804	7,601	6,902	6,507	5,888	6,020
2歳	5,175	5,771	4,593	4,905	5,395	5,400	5,165	4,959	4,259	4,136	3,993
3歳	3,269	3,499	3,463	3,152	3,320	3,528	3,628	3,270	3,308	2,835	2,827
4歳	1,956	1,818	1,776	2,025	2,013	2,080	2,286	2,207	2,103	2,174	1,854
5歳	878	1,009	883	922	1,287	1,191	1,235	1,338	1,390	1,266	1,373
6歳以上	470	432	676	690	973	1,232	1,255	1,358	1,569	1,667	1,567
合計	36,166	34,697	40,391	40,101	36,458	34,262	32,712	30,164	29,683	27,584	26,694
年齢別資源量（トン）											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	1,169	1,097	1,587	1,237	1,086	1,002	887	779	811	740	697
1歳	1,856	1,592	1,683	2,480	1,881	1,572	1,531	1,390	1,311	1,186	1,212
2歳	1,825	2,035	1,619	1,729	1,902	1,904	1,821	1,748	1,502	1,458	1,408
3歳	1,746	1,869	1,850	1,683	1,773	1,885	1,938	1,746	1,767	1,514	1,510
4歳	1,436	1,335	1,303	1,487	1,478	1,527	1,678	1,620	1,544	1,596	1,361
5歳	849	976	853	891	1,244	1,152	1,195	1,294	1,344	1,225	1,328
6歳以上	717	660	1,031	1,053	1,486	1,880	1,916	2,073	2,395	2,544	2,392
合計	9,597	9,562	9,928	10,562	10,851	10,921	10,966	10,651	10,673	10,263	9,908
年齢別親魚量（トン）											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	873	934	925	842	887	942	969	873	883	757	755
4歳	1,436	1,335	1,303	1,487	1,478	1,527	1,678	1,620	1,544	1,596	1,361
5歳	849	976	853	891	1,244	1,152	1,195	1,294	1,344	1,225	1,328
6歳以上	717	660	1,031	1,053	1,486	1,880	1,916	2,073	2,395	2,544	2,392
合計	3,875	3,905	4,113	4,274	5,094	5,501	5,758	5,860	6,166	6,122	5,836

補足表 4-4. コホート解析結果（2010～2018 年）

年齢別漁獲尾数（千尾）									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	63	76	33	16	13	79	181	353	405
1歳	316	1,022	865	987	975	559	907	928	563
2歳	645	826	720	861	992	558	881	952	848
3歳	617	614	634	683	684	445	867	880	782
4歳	493	469	472	510	487	422	609	540	610
5歳	429	372	335	332	318	410	311	311	417
6歳以上	661	489	443	361	328	522	273	326	507
合計	3,224	3,868	3,501	3,750	3,797	2,996	4,029	4,290	4,131
年齢別漁獲量（トン）									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	5	6	3	1	1	6	14	27	31
1歳	64	206	174	199	196	113	183	187	113
2歳	227	291	254	304	350	197	311	336	299
3歳	330	328	338	365	365	238	463	470	418
4歳	362	345	346	375	357	310	447	397	447
5歳	415	360	324	321	307	397	301	300	403
6歳以上	1,008	746	676	551	501	797	416	498	774
合計	2,411	2,281	2,115	2,115	2,078	2,057	2,135	2,215	2,486
年齢別漁獲係数									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.06	0.05
1歳	0.06	0.20	0.16	0.17	0.17	0.09	0.14	0.16	0.15
2歳	0.20	0.23	0.21	0.24	0.26	0.14	0.20	0.22	0.21
3歳	0.30	0.29	0.28	0.31	0.29	0.17	0.31	0.30	0.28
4歳	0.37	0.39	0.36	0.36	0.37	0.28	0.36	0.32	0.34
5歳	0.56	0.50	0.51	0.45	0.39	0.60	0.34	0.31	0.42
6歳以上	0.56	0.50	0.51	0.45	0.39	0.60	0.34	0.31	0.42
平均	0.25	0.27	0.25	0.26	0.25	0.22	0.23	0.23	0.24
年齢別資源尾数（千尾）									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	9,390	9,870	10,521	10,595	10,961	11,353	10,878	7,354	10,228
1歳	5,816	6,306	6,620	7,096	7,161	7,410	7,622	7,216	4,689
2歳	3,870	4,295	4,054	4,440	4,706	4,768	5,333	5,191	4,854
3歳	2,565	2,673	2,865	2,759	2,954	3,060	3,510	3,690	3,505
4歳	1,754	1,597	1,691	1,835	1,701	1,864	2,173	2,165	2,305
5歳	1,096	1,027	917	993	1,079	988	1,185	1,274	1,330
6歳以上	1,687	1,347	1,212	1,082	1,115	1,258	1,038	1,339	1,619
合計	26,179	27,115	27,879	28,800	29,678	30,701	31,739	28,229	28,530
年齢別資源量（トン）									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	722	759	809	815	843	873	836	565	786
1歳	1,171	1,270	1,333	1,429	1,442	1,493	1,535	1,453	944
2歳	1,365	1,514	1,429	1,565	1,659	1,681	1,880	1,830	1,711
3歳	1,370	1,428	1,530	1,474	1,578	1,634	1,875	1,971	1,872
4歳	1,288	1,173	1,241	1,347	1,249	1,369	1,595	1,589	1,692
5歳	1,060	993	886	961	1,044	955	1,146	1,232	1,286
6歳以上	2,576	2,057	1,851	1,651	1,701	1,919	1,584	2,044	2,471
合計	9,552	9,193	9,080	9,242	9,516	9,925	10,452	10,685	10,764
年齢別親魚量（トン）									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
0歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2歳	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3歳	685	714	765	737	789	817	937	985	936
4歳	1,288	1,173	1,241	1,347	1,249	1,369	1,595	1,589	1,692
5歳	1,060	993	886	961	1,044	955	1,146	1,232	1,286
6歳以上	2,576	2,057	1,851	1,651	1,701	1,919	1,584	2,044	2,471
合計	5,609	4,936	4,744	4,696	4,783	5,061	5,263	5,850	6,386

補足資料5 マダイ瀬戸内海中・西部系群の将来予測

補足表 5-1. 年齢別漁獲量、資源量の将来予測 (Fcurrent)

年齢別漁獲尾数 (千尾)

ABClimit	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0 歳	405	405	405	405	405	405	405	405
1 歳	563	791	791	791	791	791	791	791
2 歳	848	557	784	784	784	784	784	784
3 歳	782	739	486	683	683	683	683	683
4 歳	610	592	560	368	518	518	518	518
5 歳	417	434	421	399	262	368	368	368
6 歳以上	507	232	241	234	222	146	205	205
合計	4,131	4,032	3,973	3,956	3,957	3,980	3,993	4,000

年齢別漁獲量 (トン)

ABClimit	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0 歳	31	31	31	31	31	31	31	31
1 歳	113	159	159	159	159	159	159	159
2 歳	299	197	276	276	276	276	276	276
3 歳	418	395	260	365	365	365	365	365
4 歳	447	435	411	270	380	380	380	380
5 歳	403	419	407	385	253	356	356	356
6 歳以上	774	354	368	358	338	222	312	312
合計	2,486	2,420	2,349	2,292	2,250	2,227	2,247	2,258

年齢別資源尾数 (千尾)

ABClimit	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0 歳	10,228	10,228	10,228	10,228	10,228	10,228	10,228	10,228
1 歳	4,689	6,592	6,592	6,592	6,592	6,592	6,592	6,592
2 歳	4,854	3,189	4,484	4,484	4,484	4,484	4,484	4,484
3 歳	3,505	3,316	2,179	3,063	3,063	3,063	3,063	3,063
4 歳	2,305	2,239	2,118	1,392	1,957	1,957	1,957	1,957
5 歳	1,330	1,384	1,345	1,273	836	1,176	1,176	1,176
6 歳以上	1,619	740	770	748	707	465	654	654
合計	28,530	28,589	28,628	28,715	28,804	28,879	28,920	28,944

年齢別資源量 (トン) と親魚量 (トン)

ABClimit	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0 歳	786	786	786	786	786	786	786	786
1 歳	944	1,328	1,328	1,328	1,328	1,328	1,328	1,328
2 歳	1,711	1,125	1,581	1,581	1,581	1,581	1,581	1,581
3 歳	1,872	1,771	1,164	1,636	1,636	1,636	1,636	1,636
4 歳	1,692	1,644	1,555	1,022	1,437	1,437	1,437	1,437
5 歳	1,286	1,339	1,301	1,231	809	1,137	1,137	1,137
6 歳以上	2,471	1,129	1,175	1,141	1,080	710	998	998
合計	10,764	10,495	10,281	10,152	10,084	10,009	10,072	10,107
親魚量	6,386	6,371	6,004	5,639	5,571	5,495	5,559	5,594

補足表 5-2. 年齢別漁獲量、資源量の将来予測 (0.8Fcurrent)

年齢別漁獲尾数 (千尾)

ABCtarget	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0 歳	405	405	325	325	325	325	325	325
1 歳	563	791	642	648	648	648	648	648
2 歳	848	557	640	659	665	665	665	665
3 歳	782	739	399	585	603	609	609	609
4 歳	610	592	463	322	472	486	490	490
5 歳	417	434	351	355	247	362	372	376
6 歳以上	507	232	201	212	214	149	219	225
合計	4,131	4,032	3,258	3,371	3,462	3,547	3,602	3,636

年齢別漁獲量 (トン)

ABCtarget	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0 歳	31	31	25	25	25	25	25	25
1 歳	113	159	129	131	131	131	131	131
2 歳	299	197	226	232	235	235	235	235
3 歳	418	395	213	313	322	325	325	325
4 歳	447	435	340	236	346	356	360	360
5 歳	403	419	339	343	238	350	360	364
6 歳以上	774	354	306	323	327	227	334	343
合計	2,486	2,420	1,941	2,007	2,064	2,112	2,186	2,236

年齢別資源尾数 (千尾)

ABCtarget	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0 歳	10,228	10,228	10,228	10,228	10,228	10,228	10,228	10,228
1 歳	4,689	6,592	6,592	6,658	6,658	6,658	6,658	6,658
2 歳	4,854	3,189	4,484	4,616	4,662	4,662	4,662	4,662
3 歳	3,505	3,316	2,179	3,195	3,290	3,322	3,322	3,322
4 歳	2,305	2,239	2,118	1,472	2,158	2,222	2,244	2,244
5 歳	1,330	1,384	1,345	1,362	946	1,388	1,428	1,443
6 歳以上	1,619	740	770	813	823	572	838	863
合計	28,530	28,589	28,628	29,360	29,870	30,217	30,431	30,561

年齢別資源量 (トン) と親魚量 (トン)

ABCtarget	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
0 歳	786	786	786	786	786	786	786	786
1 歳	944	1,328	1,328	1,341	1,341	1,341	1,341	1,341
2 歳	1,711	1,125	1,581	1,628	1,644	1,644	1,644	1,644
3 歳	1,872	1,771	1,164	1,707	1,757	1,775	1,775	1,775
4 歳	1,692	1,644	1,555	1,080	1,584	1,631	1,647	1,647
5 歳	1,286	1,339	1,301	1,317	915	1,342	1,381	1,395
6 歳以上	2,471	1,129	1,175	1,241	1,256	873	1,280	1,318
合計	10,764	10,495	10,281	10,651	10,971	11,170	11,456	11,647
親魚量	6,386	6,371	6,004	6,042	6,321	6,511	6,798	6,989