

平成20年度マダイ瀬戸内海中・西部系群の資源評価

責任担当水研:瀬戸内海区水産研究所(銭谷 弘)

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センター水産試験場、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

瀬戸内海中・西部系群のマダイ資源量は1984～1995年は減少傾向にあったが、1996～2003年には漸増傾向となり、9,558トンまで回復した。しかし、2004年以降減少傾向となり2007年には8,422トンとなった。

過去31年間のコホート解析の結果から資源水準は親魚資源量を目安にして中位、過去5年の資源動向は減少と判断した。ただし、現在の親魚量はBlimitより大きい。

管理方策として、2007年の親魚量を2018年においても維持する管理基準Fsimを採用した。ABC算定のための基本規則(平成20年度)の1-1)-(1)を適用してFlimit = Fsimのときの漁獲量をABClimit、Ftarget = Fsim×0.8のときの漁獲量をABCtargetとした。なお種苗放流数、種苗放流したものが漁業に加入する割合(0歳魚の添加効率)を過去5年間(2002～2006年)の平均値、各々225万尾、0.04と仮定した。

	2009年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	19百トン	Fsim	0.26	23.9%
ABCtarget	16百トン	0.8 Fsim	0.21	19.7%

漁獲割合はABC/資源量、F値については完全加入年齢1歳における値

年	資源量(百トン)	漁獲量(百トン)	F値	漁獲割合
2006	87	24	0.31	27.15%
2007	84	24	0.24	28.8%
2008	82	-	-	-

F値は完全加入年齢1歳における値

水準:中位 動向:減少

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(記入例)
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)、2006年県別漁業別魚種別漁獲量、2007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、広島県) ・ 体長－尾叉長関係(愛媛県) ・ 体長－体重関係(愛媛県、広島県) ・ 漁場別漁獲状況調査(愛媛県、広島県) ・ 漁法別尾叉長測定調査(愛媛県、広島県)
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・(社)日本栽培漁業協会、(独)水産総合研究センター)
混入率	0歳魚の標識率補正済み混入率(愛媛県、山口県)

1. まえがき

瀬戸内海中・西部海域は日本におけるマダイの種苗放流事業発祥の海域であり、栽培漁業の調査・研究がさかんで栽培漁業に関する関心が高かった。

瀬戸内海のマダイ種苗放流量は1989年以降、3,609～4,619千尾にのぼり、この間平均4,128千尾でほぼ安定している。中・西部における放流量は1989年以降、1,672～3,160千尾にのぼる(図1;水産庁・(社)日本栽培漁業協会:栽培漁業種苗生産、入手・放流実績より)。また、漁獲量の6割程度の養殖量がある(2006年1,441トン、うち広島県が337トン、愛媛県が1,104トン)。

1997年1月から12月までの遊漁調査では120トンのマダイ採捕が報告されており、これは同年の瀬戸内海マダイ漁獲量3,900トンの3%に当たる。この内、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2,800トンの1.7%を占める(農林水産省統計情報部 1998)。2002年1月から12月までの遊漁調査では195トンのマダイ採捕が報告されている(農林水産省統計情報部)。これは同年の瀬戸内海マダイ漁獲量4,500トンの4%に当たる。

瀬戸内海漁業取締規則は毎年7月1日から9月30日までの3カ月間、全長12cm以下のマダイの採捕を禁じている。

2. 生態

(1) 分布・回遊(図 2、3)

瀬戸内海中・西部系群のマダイは、体長10cm前後の幼魚期までは産卵場に近い育成場で生息する。その後成長に伴って次第に生息範囲を拡大し、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も分布が広がる。産卵期は春季で、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、親魚が主要な産卵場に回遊して多回産卵を行う(広島県 1983)。

(2) 年齢・成長(図 4)

満1歳で16.0cm、2歳で22.5cm、3歳で28.1cm、4歳で32.8cmに成長する(広島県 1983)。寿命は15～20年である。

(3) 成熟・産卵生態(図 5)

3歳で約半数が産卵に加わり、4歳以上で完全に成熟する。

(4) 被捕食関係

甲殻類のほか多毛類、尾虫類、魚類を主な餌とする(高場 1992)。稚幼魚期には魚食性魚に捕食される。

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小型底曳網、吾智網、釣りによって漁獲されている。瀬戸内海東部と比較して吾智網漁業の比率が高い。

2007年においては吾智網での漁獲が全体の43%を占め、小型底曳網(29%)、刺網(12%)、釣り(11%)、小型定置網(6%)と続く。

(2) 漁獲量の推移(図 6)

瀬戸内海中・西部系群のマダイ漁獲量は1953年の4,552トンから減少傾向が続き、1970年には過去最低の1,715トンまで低下した。その後1984年までに3,351トンに回復したが、2007年には2,425トンまで減少した(附表 1)。

平成19年の瀬戸内海東部系群の漁法別漁獲量(概数値)は、県別に求めた平成18年の瀬戸内海区の漁法別漁獲量割合を県別に求めそれらを平成19年の県別漁獲量に案分して算出した。

(3) 漁獲努力量

瀬戸内海中・西部海域では小型底曳網と吾智網が同等の漁獲を揚げているので、小型底曳網および吾智網の出漁日数を附表1に示した。吾智網、小型底曳網の努力量は経年的に減少傾向にある。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

資源量推定はコホート解析(Popeの近似式を用いた)で行った。プラスグループ(6歳以上)の資源尾数の推定は平松(1999)の方法を用いた。5歳魚と6歳以上魚の漁獲係数は同じ年では等しいと仮定した。2007年の1～5歳魚のFは各年齢の過去3年間のFの平均とした。2007年の6歳以上魚のFは5歳魚のFと等しくなるようにエクセルのソルバーを使用して探索的に求めた(詳細は補足資

料2参照)。2007年の0歳魚の資源尾数は、伊予灘の定置網(1ヶ統)の小型サイズ(100g以下)のマダイのCPUEと0歳魚資源尾数の関係(2002～2005年における0歳魚資源尾数(万尾)＝定置網の小型サイズマダイのCPUE×132.65+752.69)によりもとめた(図 7)。2007年の0歳魚のF($F_{0,2007}$)は

$$F_{0,2007} = -\ln \left\{ 1 - \frac{C_{0,2007} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{0,2007}} \right\}$$

で計算した。

(2) 資源量指標値の推移

① 主要漁業種のCPUE(図 8)

小型底曳網および吾智網のCPUE(kg/出漁日数)の変遷を図 8, 附表 1に示す。小型底曳網のCPUEは1970年に0.27(kg/出漁日数)であったが、1975年には0.95(kg/出漁日数)と急増し、その後、1996年には3.33(kg/出漁日数)となったが、それ以降は頭打ちの傾向がある。吾智網のCPUEは近年やや増加している。

② 小型定置網の小型サイズ漁獲量の推移

愛媛県が新規加入量調査の一環として2002～2007年に実施した小型定置網(1ヶ統)で漁獲される100g以下のマダイの4～12月におけるCPUE(尾/出漁日数)を附表 1に示す。今年度より2007年の加入量推定のためのデータとして使用する。2006年のCPUEが非常に低く、2006年の加入量が極端に低いことを示唆している。2007年のCPUEは2006年ほどではないが高い水準とはいえない。

(3) 漁獲物の年齢組成(図 9)

1997～1999年、2001～2007年に愛媛県が大浜、小部、下灘、上灘、伊予、弓削で、2007年に広島県が豊浜で調査した精密測定データ(体長一年齢データ)をもとに、体長別の年齢組成割合を作成した(附表 2)。各漁法について年毎に各水揚げ地の月別水揚げ量で重み付けした漁法別尾又長組成を作成した。体長－尾又長関係、体長別の年齢組成割合、漁法別尾又長組成等により作成した1981～2007年の漁法別漁獲尾数割合を附表 3に示した。上記で作成した漁法別年齢別漁獲尾数割合および漁法別漁獲量をもとに1977～2007年の年別年齢別漁獲尾数を算出した。ただし、小型底曳網の1977～1996年の漁獲尾数割合は1997年の漁獲尾数割合を使用し、吾智網、釣りの1977～1980年の各漁獲尾数割合は1981年の各漁獲尾数割合を使用した。吾智網の1993～1996年の漁獲尾数割合作成には1997年の尾又長別の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年の尾又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 9に示す。2006年は0歳魚の漁獲尾数が極端に減少していたが、2007年の0歳魚の漁獲尾数はやや増加した(附表 4)。

(4) 資源量と漁獲割合の推移(図 10、11、12、13、14)

瀬戸内海中・西部系群のマダイ資源量は1984～1995年は減少傾向にあったが、1996～2003年には漸増傾向となり、9,558トンまで回復した。しかし、2004年以降減少傾向となり2007年には8,422

トンとなった(図 10)。

2007年の瀬戸内海中・西部系群マダイの資源尾数は1,990万尾と推定された。年齢別の資源尾数割合は、0歳:38.0%、1歳:22.0%、2歳:13.1%、3歳:10.0%、4歳:7.1%、5歳:4.5%、6歳以上:5.2%であった(附表 5)。

0歳魚の資源尾数を加入量の指標とした場合、1977～1989年まで加入量は増加傾向にあったが、1990～2001年は増減を繰り返し1,206～1,716万尾であった。2001年以降、急激な減少傾向が見られ、2007年は756万尾に減少した。親魚量(3歳魚の資源量×0.5+4歳魚以上の資源量)は1984年より減少しており、1997年には3,882トンとなった。その後やや増加傾向にあり2005年は5,677トンであったが、2007年には5,586トンと減少した(図 11)。

RPS(加入量/親魚量)は1998年の0.43万尾/トンをピークに2007年は0.14万尾/トンとなった(図 12)。

マダイ瀬戸内海中・西部系群については毎年約225万尾(2002～2006年平均)の種苗放流が行われており、ここでは放流種苗の資源添加を考慮して再生産関係の検討を行った。親魚量(SSB)と0歳魚の資源尾数との関係を図 13に示した。0歳魚資源尾数には天然海域での再生産による個体に加え、資源添加した放流個体が含まれている。

1983～1987年の広島、愛媛両県の調査(昭和62年度回遊性魚類共同放流実験調査事業瀬戸内海西部海域総合報告書)からとりまとめた0歳魚の混入率(漁獲物に占める放流魚の割合)は2.4～19.0%であった(1983年から6.7%、2.4%、16.8%、14.2%、19.0%)。愛媛県中予水試東予分場が、西条、今治、小部、菊間、関前、御島、宮窪で実施した0歳魚の混入率調査では1989年は31.0%、1990年は28.6%、1991年は10.5%、1992年は5.9%、1993年は5.1%であった。また、平成19年度栽培漁業ブロック会議資料によると愛媛県の放流時の標識率で補正した値となっていない混入率は、1995年は2.8%、1996年は1.8%、1997年は2.2%、1998年は1.0%、1999年は1.0%、2000年は0.3%、2001年は0.4%、2002年は0.6%、2003年は0.7%、2004年は0.9%、2005年は1.4%であった。2006年の愛媛県における放流時の標識率は83%で、伊予灘における0歳魚の標識率で補正した混入率は1.4%、鏨灘においては0.7%であった。1995～2005年の0歳魚の標識率を83%として補正した混入率を1995年から3.4%、2.2%、2.7%、1.1%、1.1%、0.4%、0.4%、0.7%、0.8%、1.1%、1.6%とした。2006年の山口県における放流時の標識率は約30%で、周防灘における0歳魚の標識率で補正した混入率は1.0%であった。ただし、山口県のデータは伊予灘北部での放流が大半であるにもかかわらず、周防灘西部にデータの収集が偏っていたので、今回は解析から除外した。

0歳時の添加効率=(0歳魚の混入率/種苗放流尾数)×加入量

より各年の0歳時の添加効率(Ky)を計算した。1983年以前は0歳時の添加効率を0.31、1984年は0.15、1985年は1.00、1986年は0.72、1987～1988年は0.64、1989～1990年は1.00、1991年は0.53、1992年は0.30、1993年は0.28、1994年は0.26、1995年は0.17、1996年は0.13、1997年は0.13、1998年は0.07、1999年は0.06、2000年は0.03、2001年は0.03、2002年は0.03、2003年は0.04、2004年は0.04、2005年は0.06、2006年は0.04とした。放流データが揃っている1977～2006年について親魚量と種苗放流以外の加入量との関係を検討したところベバートン・ホルト型の再生産関係が最も適合した。天然における再生産関係と人工種苗の添加によるy年における0歳魚資源尾数(Ry)は以下の式であった。

$$Ry = 55,345 \times SSB / (1 + 0.00427 \times SSB) + Ar \times Ky \quad (1)$$

ここでSSBおよび A_r はそれぞれ y 年における親魚量および放流個体数である。親魚量低水準期のデータがないこと、近年、予測式(1)から乖離した親魚量－加入量関係にあること(図 13)から、加入量予測等にこの式を使用するのは不適であると考ええる。

なお、自然死亡係数 M を大きい値に仮定すると資源量、加入量、親魚量の推定値は大きくなる傾向がある(図 14)。しかし、 M の変動の割に資源量、加入量、親魚量の推定値はそれほど大きな影響を受けない。

(5) 資源水準・動向

過去31年間のコホート解析および長期のデータがある漁獲量データから判断して資源水準は親魚資源量からみて中位で、過去5年の資源動向は減少と判断した。

B_{limit} を再生産関係の図における RPS_{high} (再生産成功率上位10%相当)と R_{high} (加入量上位10%相当)の交点から求める方法では、 B_{limit} (=4,387トン)、資源状態 B (=SSB)は5,586トンであり $B \geq B_{limit}$ である(図 13)。

(6) 資源と漁獲の関係(図 15、16、17)

附表 6、図 15に F 値の年齢別の経年変化を示す。0～2歳魚の F 値は減少傾向が、3～6歳以上の魚の F 値はやや増加傾向が見られた。

親魚量と年齢別の F 値のプロットを図 16に示す。3～6歳以上の魚の F 値とSSBの間に負の相関関係があった。

附表 7の設定に基づいて計算した%SPR、YPRと1歳魚の漁獲係数の関係を図 17に示した。過去3年(2004～2006年)の1歳魚の漁獲係数($F_{current}=F_{ave3yr}$)は0.24であり、30%SPRの推奨値と比較すると漁獲圧が高い状態である。また、加入量当たり漁獲量で見ると漁獲係数が高く成長乱獲の状態である。親魚資源量水準が B_{limit} よりも高位を保っているが、近年の加入量の減少を考慮すると、資源維持のため漁獲圧を下げる必要がある。ただし、瀬戸内海中・西部海域においては様々な漁法で漁獲されているため、特定の漁業に対する規制でなく瀬戸内海中・西部海域でマダイを対象とするすべての漁業についての規制が必要であろう。

(7) 種苗放流効果(図 18)

現在の種苗放流数水準では、放流しないときの約1.01倍程度のABC(2009年漁獲量)が算定される(図 18)。

5. 2009年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

過去31年間のコホート解析の結果からは資源水準は中位と判断される。過去5年の資源動向はコホート解析の結果から減少と判断した。

2005～2007年の平均値(740万尾)の加入量があり、現在の親魚量は B_{limit} 以上であると考えられるので、ABC算定のための基本規則1-1)-(1)によってABCを算定する。また栽培対象種であるので毎年約225万尾の種苗放流が行われ、0歳時の添加効率が0.04と仮定した加入魚の種苗放流魚による上乗せ分も考慮する。

推定された再生産曲線が持続最大漁獲量を実現する F (F_{msy})をもとめるには不適切であるので

Fsim(管理目標;2018年の親魚資源量が2007年の親魚資源量と等しくなるF)を管理基準として使用する。

Flimit(1歳魚の値で代表)は

$$F_{\text{limit}} = F_{\text{sim}} = 0.26$$

Ftargetは α をデフォルト値0.8とし

$$F_{\text{target}} = \alpha \times F_{\text{sim}} = 0.8 \times 0.26 = 0.21$$

とした。

(2)ABC並びに推定漁獲量の算定(図 19)

前提:すべての年齢について2008年のFはFcurrentとする。2008年の漁獲量は2,225トン、加入量(2009年以降)は{2005～2007年の平均値(780万尾)の天然加入量}+{種苗放流(225万尾)}×{0歳時の添加効率(0.04)}で計算する。

	2009年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	19百トン	Fsim	0.26	23.9%
ABCtarget	16百トン	0.8 Fsim	0.21	19.7%

漁獲割合はABC/資源量、F値については完全加入年齢1歳における値

漁獲シナリオ		漁獲量(トン)						
	管理基準	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
産卵親魚の維持	Fsim (F=0.26)	2,425	2,225	1,887	1,904	1,909	1,935	1,983
		資源量(トン)						
	管理基準	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
産卵親魚の維持	Fsim (F=0.26)	8,422	8,155	7,928	7,911	8,026	8,087	8,195

漁獲量(トン)								
F	管理基準	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0		2,425	2,225	0	0	0	0	0
0.03	0.1Fcurrent	2,425	2,225	253	329	410	502	611
0.06	0.2Fcurrent	2,425	2,225	497	624	755	900	1,066
0.09	0.3Fcurrent	2,425	2,225	732	888	1,044	1,211	1,399
0.12	0.4Fcurrent	2,425	2,225	958	1,125	1,283	1,451	1,636
0.15	0.5Fcurrent	2,425	2,225	1,176	1,336	1,481	1,633	1,799
0.18	0.6Fcurrent	2,425	2,225	1,386	1,523	1,641	1,766	1,904
0.22	0.7Fcurrent	2,425	2,225	1,589	1,689	1,770	1,861	1,966
0.25	0.8Fcurrent	2,425	2,225	1,784	1,835	1,872	1,924	1,994
0.28	0.9Fcurrent	2,425	2,225	1,972	1,964	1,950	1,961	1,997
0.31	1.0Fcurrent	2,425	2,225	2,153	2,076	2,008	1,979	1,982
資源量(トン)								
F	管理基準	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0		8,422	8,155	7,928	10,528	13,363	16,522	20,158
0.03	0.1Fcurrent	8,422	8,155	7,928	10,199	12,579	15,149	18,025
0.06	0.2Fcurrent	8,422	8,155	7,928	9,881	11,848	13,910	16,157
0.09	0.3Fcurrent	8,422	8,155	7,928	9,574	11,167	12,791	14,521
0.12	0.4Fcurrent	8,422	8,155	7,928	9,278	10,532	11,779	13,085
0.15	0.5Fcurrent	8,422	8,155	7,928	8,993	9,939	10,864	11,824
0.18	0.6Fcurrent	8,422	8,155	7,928	8,718	9,386	10,036	10,715
0.22	0.7Fcurrent	8,422	8,155	7,928	8,453	8,870	9,286	9,738
0.25	0.8Fcurrent	8,422	8,155	7,928	8,197	8,389	8,607	8,877
0.28	0.9Fcurrent	8,422	8,155	7,928	7,950	7,939	7,991	8,116
0.31	1.0Fcurrent	8,422	8,155	7,928	7,712	7,519	7,432	7,443

F値および管理基準は1歳魚の値で代表

毎年約225万尾(2002～2006年の平均値)の種苗放流が行われ、0歳時の添加効率を0.04(2002～2006年の平均値)と仮定した。

2009年以降、Flimit で管理した場合、2013年に期待される資源量は現在(2007年)の漁獲圧を継続した場合の1.10倍の資源水準となり、漁獲量は1.00倍となる(図 19)。

(3) ABClimitの評価(図 20)

加入量の誤差変動を考慮して将来予測シミュレーションを行い、10年後(2018年)の漁獲量の将来予測の変動幅、親魚量を2007年の水準およびBlimit以上に維持する確率をもとめ、漁獲シナリオの評価を行う。具体的には加入量 R_y が正規分布 $N(\mu, \sigma^2)$ に従うと仮定する。ここで、 μ 、 σ はそれぞれ R_y の平均と標準偏差で、 μ は近年の加入量の減少傾向を考慮して2004～2006年の加入量実測値の平均値 $\mu=780$ 万尾、 σ は加入量の変動の大きさを考慮して1977～2006年の加入量実測値の標準偏差 $\sigma=231$ 万尾とした。基準値での漁獲シナリオでは10年後にBlimit以上の親魚量を98%の確率で維持できる。しかし、加入量の変動幅が大きいため、現状親魚量の維持は53%の確率で達成されるにすぎない(図 20)。

漁獲シナリオ (管理基準)	F 値 ($F_{current}$ との比較)	漁獲割合	将来漁獲量		評価		2009 年 ABC
			10 年後	10 年平均	現状親魚 量を維持 (10 年後)	Blimit を維持 (10 年後)	
基準値での漁獲 (F_{sim})	0.26 ($0.84F_{current}$)	23.9%	1,751 トン ～ 2,442 トン	2,011 トン	53%	98%	1,887 トン
基準値での漁獲の予防的措置** ($0.8F$ 基準値)	0.21 ($0.68F_{current}$)	19.7%	1,849 トン ～ 2,557 トン	1,957 トン	99%	100%	1,556 トン
							2009 年算 定漁獲量
現状の漁獲圧 の維持 ($F_{current}$)	0.31 ($1.00F_{current}$)	27.2%	1,657 トン ～ 2,328 トン	2,021 トン	1%	53%	2,153 トン
コメント ・中期的管理方針では、資源の維持を基本として管理することとされており、基準値での漁獲の予防的措置シナリオはこれとほぼ合致する。 ・基準値は親魚水準の 10 年間の維持を目指す F 。							

$F_{current}$ は過去 3 年の平均

将来漁獲量の幅は95%区間を示す

漁獲割合はABC／資源量、F値については完全加入年齢1歳における値

(4) ABCの再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理 基準	資源量 (トン)	ABCLimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2007年(当初)	$F_{msy}(0.35)$	9,180	2,357	1,948	
2007年(2007年再評価)	$F_{sim}(0.24)$	6,896	1,846	1,639	
2007年(2008年再評価)	$F_{sim}(0.26)$	8,422	2,100	1,832	2,425
2008年(当初)	$F_{sim}(0.24)$	6,582	1,829	1,518	
2008年(2008年再評価)	$F_{sim}(0.26)$	8,155	2,135	1,956	

資源量、ABCの単位:トン

F値および管理基準は1歳魚の値で代表

6. ABC以外の管理方策への提言

・若齢魚規制について検討した。例として、0歳魚を全面禁漁とした場合に $F_{limit}=0.26$ の規制を実施した時の予測漁獲量、予測資源量は以下ようになる。漁獲量の増加、親魚の回復は0歳を規制しない F_{limit} よりも迅速である。

漁獲量(トン)								
F	基準値	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0.26	Flimit(0歳規制)	2,425	2,225	1,859	1,897	1,924	1,971	2,039
資源量(トン)								
F	基準値	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0.26	Flimit(0歳規制)	8,422	8,155	7,928	8,143	8,301	8,505	8,762

F値および管理基準は1歳魚の値で代表

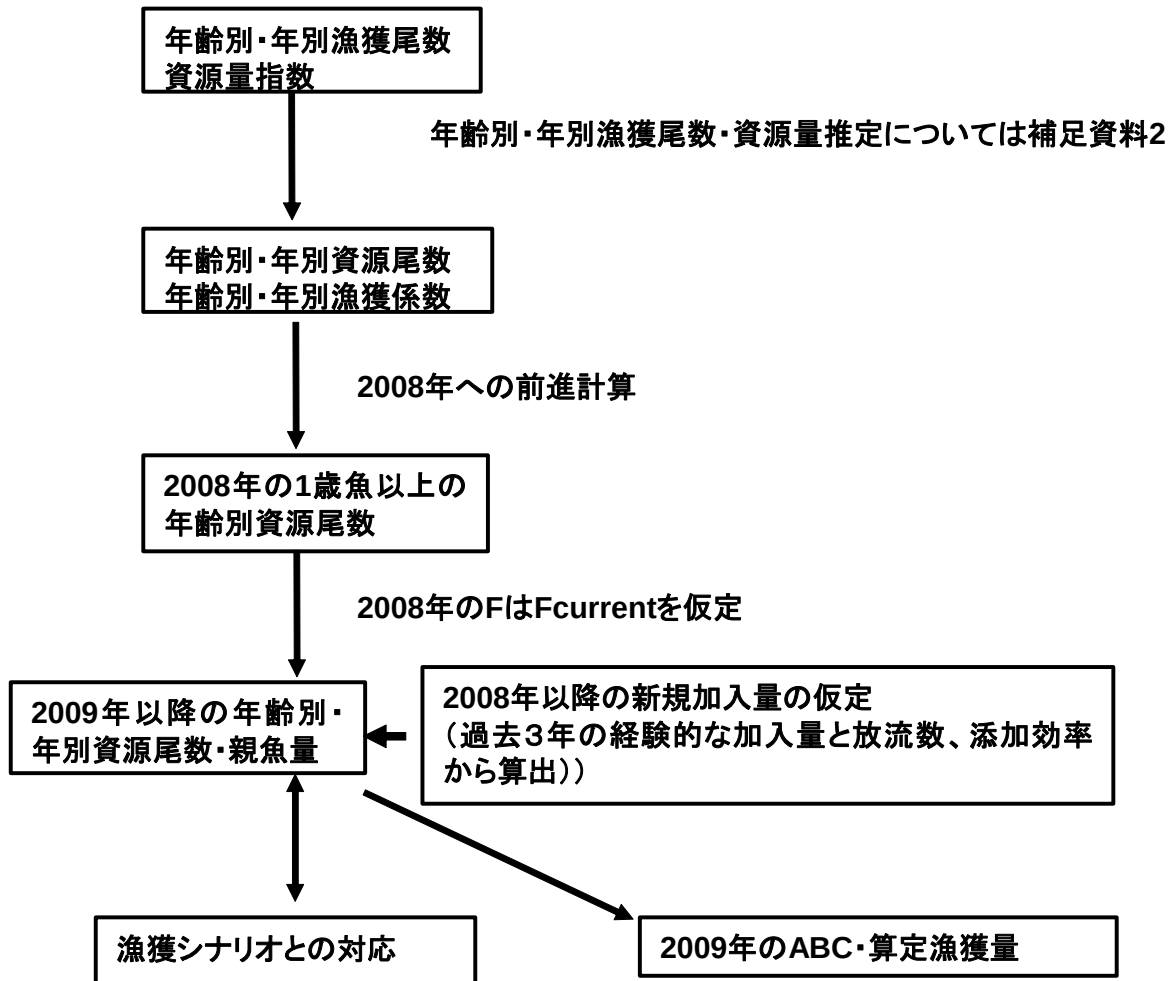
・現在のところ、本資源評価では、養殖魚が親魚として再生産に関与している可能性を考慮していない。マダイ卵の同定技術(大西他 2003)が確立されたことをうけて予備調査を瀬戸内海中部の燧灘で実施した。燧灘の2005～2006年におけるマダイの初期発生段階卵は来島海峡付近の従来産卵場と考えられた海域である養殖場付近にも濃密に分布していた。また、2005、2006年における親魚量(産卵量と雌当たり1日当たり産卵数から計算)はそれぞれ $13 \times 10^3 \sim 788 \times 10^3$ 尾、 $7 \times 10^3 \sim 273 \times 10^3$ 尾と推定された。燧灘に面した養殖場での2005、2006年におけるマダイ生産量は各々 $45 \times 10^3 \sim 2,967 \times 10^3$ 尾、 $432 \times 10^3 \sim 2,880 \times 10^3$ 尾であり、産卵量から推定した親魚量は養殖魚より少ない(Zenitani et al. in press)。これらの結果は養殖魚が親魚として再生産に関与している可能性を否定できないことを示している。

7. 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.
- 広島県(1983)斎島地区人工礁漁場造成事業調査報告書. pp.74.
- 農林水産省統計情報部 (1998) 遊漁採捕量調査報告書. pp.115.
- 大西庸介, 池田知司, 広石伸互, 沖山宗雄(2003) モノクローナル抗体を用いた浮遊性魚卵の同定. 日水誌, 69:170-177.
- 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.

補足資料 1

使用したデータと、資源評価の関係を以下のフローを参考に簡潔に記す



補足資料 2

(1) 資源量等推定方法

近年の漁獲動向及び漁法別年齢別漁獲尾数データをもとにして瀬戸内海中・西部系群マダイの年齢別漁獲尾数をもとめ、平松(1999)のコホート解析により年齢別資源尾数、資源量、漁獲係数を算定した。

計算に使用した漁獲物の年齢別平均体重

年齢	0歳	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳以上
体重(g)	35	223	378	607	828	1,133	2,692

資源量計算に際し、自然死亡係数(M)は島本(1999)より年齢別にM=0.39(0歳魚)、0.24(1歳魚)、0.17(2歳以降)とした。6歳魚以上をプラスグループとして扱っており、5歳魚と6歳魚以上の漁獲係数は同じ年では等しいと仮定した。コホート解析の基本式は以下に示したPopeの近似式を用いた。

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

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

最近年(2007年)、6歳魚以上(プラスグループ)、5歳魚の資源尾数は以下の式で計算した。

$$N_{a,2007} = \frac{C_{a,2007} \times \exp(\frac{M}{2})}{1 - \exp(-F_{a,2007})}$$

$$N_{6+,y} = \frac{C_{6+,y}}{C_{6+,y} + C_{5,y}} \times N_{6+,y+1} \times \exp(M) + C_{6+,y} \times \exp(\frac{M}{2})$$

$$N_{5,y} = \frac{C_{5,y}}{C_{6+,y} + C_{5,y}} \times N_{6+,y+1} \times \exp(M) + C_{5,y} \times \exp(\frac{M}{2})$$

漁獲係数Fの計算は、2007年以外は以下の式による。

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

0～5歳魚の2007年のFは各年齢の過去3年間のFの平均とした。6歳魚以上のFは5歳魚のFと等しくなるようエクセルのソルバーを使用して探索的に求めた。

(2) SPR、YPR計算

SPR、YPRは次式を用いた。

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

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

以下にSPR、YPR計算のための仮定を示す(附表 8)。

・年齢(a)別体重(W_a)は広島県(1983)の関係式

$W_a = 4,231 \times [1 - \exp\{-0.165 \times (a + 0.5 + 0.417)\}]^{3.00}$ を参考に補足資料2-(1)の値を使用した。

- ・漁業への加入年齢(a_i)は0歳。
- ・産卵寄与率(SR_a)は成熟に関する情報をもとに2歳以下は0、3歳は0.5、4歳以上が1と仮定する。
- ・ある年齢aの漁獲死亡係数(F_a)と1歳魚の漁獲係数(F_1)の比(年齢別漁獲選択性: $s_a = F_a/F_1$)が2004～2006年で同じと仮定する。
- ・1歳魚の漁獲死亡係数(F_1)により資源を管理する。各年齢毎の漁獲係数(F_a)は $F_a = F_1 \times s_a$ で計算する。

(3) 漁獲量(ABC含む)予測の方法

漁獲量はコホート解析でPopeの近似式を使用したことから、

$$C_{a,y} = N_{a,y} \times \{1 - \exp(-F_{a,y})\} \times \exp(-M/2)$$

により計算した。2006年以降、現状のF($F_{current}$:1歳魚のFで代表)および年齢別漁獲選択性が2003～2005年の平均値として一定と仮定する。2008年における1歳魚以上の資源尾数は2007年

における資源尾数と現状のFをもとに計算する。また2008年以降における0歳魚の資源尾数を{2005～2007年の平均値(780万尾)の天然加入量}+{種苗放流(225万尾)}×{0歳時の添加効率(0.04)}で推定する。2009年初めの資源量は2008年も2007年と同じF($F_{current}$)をかけたとして7,928トンと予測する。さらに2009年以降における予測資源尾数に対して F_{limit} 、 F_{target} の漁獲圧をかけるとして $ABClimit$ 、 $ABCtarget$ を計算する。

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.

広島県(1983) 斎島地区人工礁漁場造成事業調査報告書. pp.74.

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: 43-1.

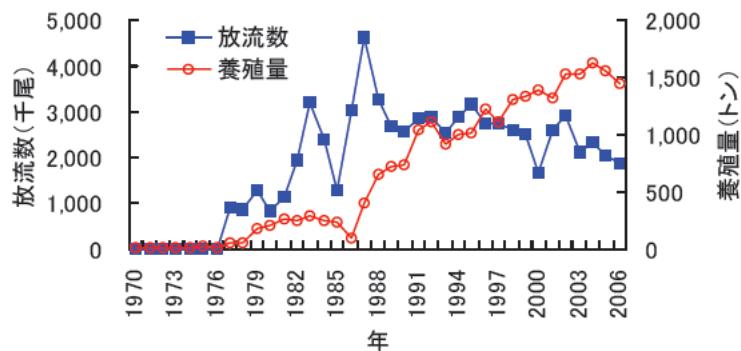


図 1 瀬戸内海中・西部系群マダイの放流数、養殖量



図 2 瀬戸内海中・西部系群マダイの分布・回遊

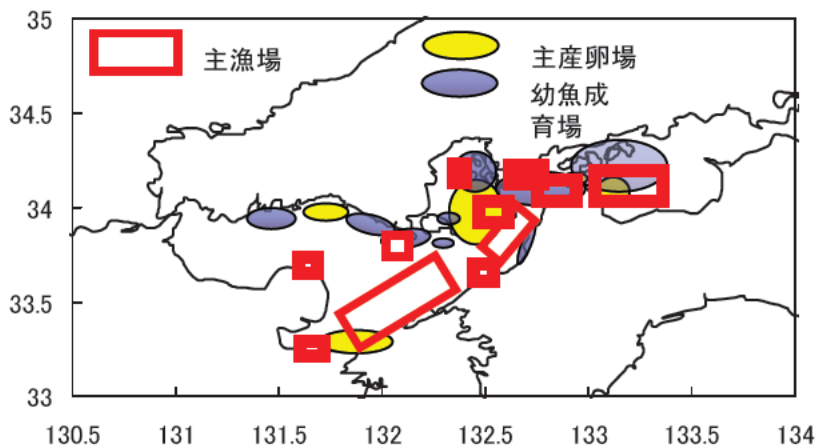


図 3 瀬戸内海中・西部系群マダイの生活史・漁場形成図

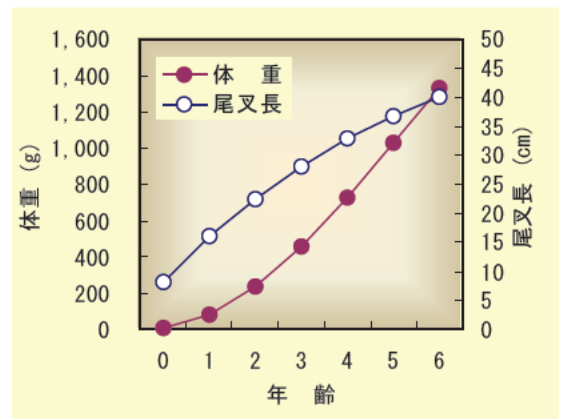


図 4 瀬戸内海中・西部系群マダイの年齢・成長

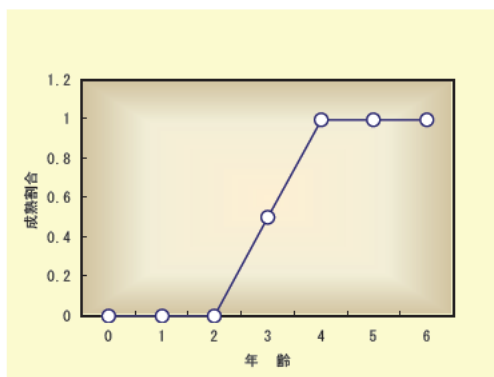


図 5 瀬戸内海中・西部系群マダイの年齢別成熟割合

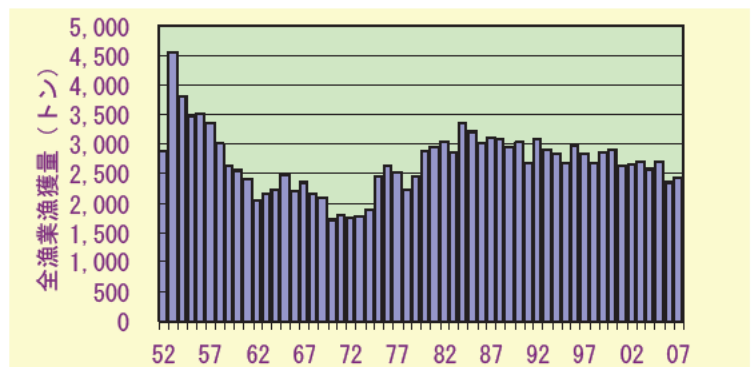


図 6 瀬戸内海中・西部系群マダイの漁獲量経年推移

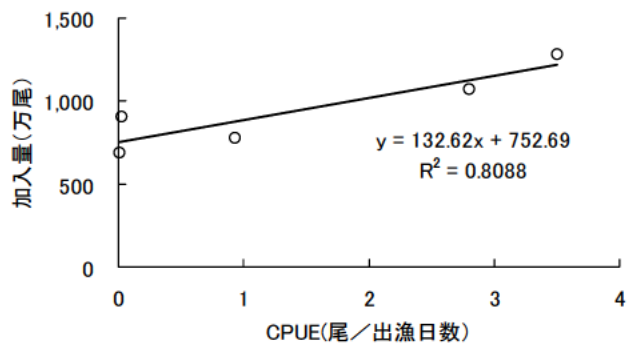


図 7 標本船(定置網)のCPUEと加入量の関係
(2002-2006年のデータ使用)

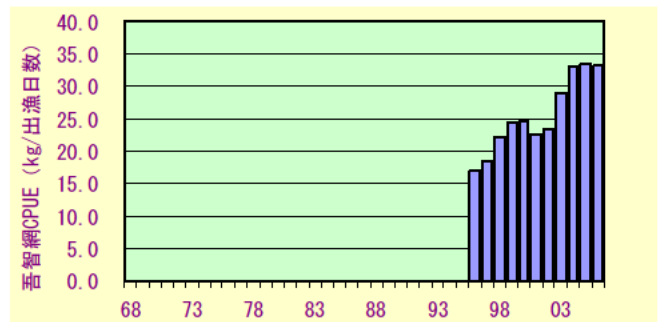
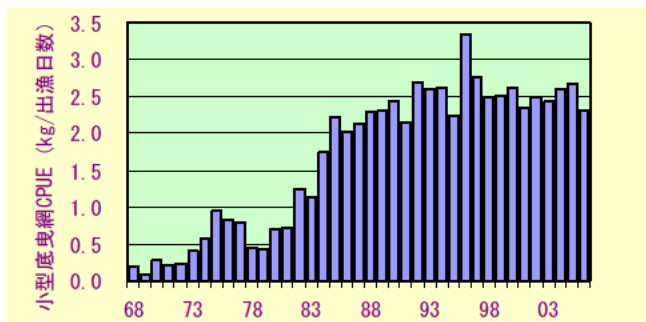


図 8 主要漁業種(小型底曳網(左図)、吾智網(右図))のCPUE

0才 1才 2才 3才 4才 5才 6才以上

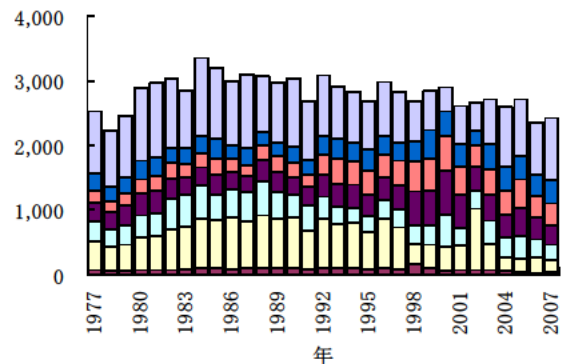
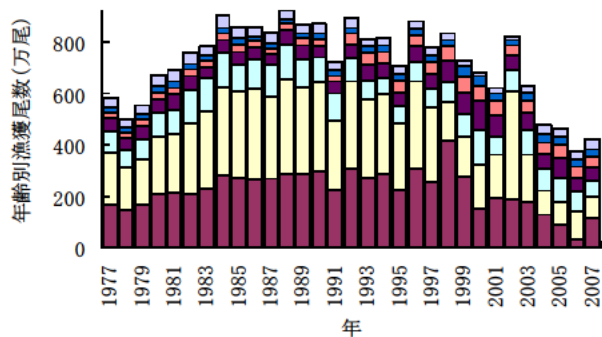


図 9 年齢別漁獲尾数(左)・重量(右)の経年推移

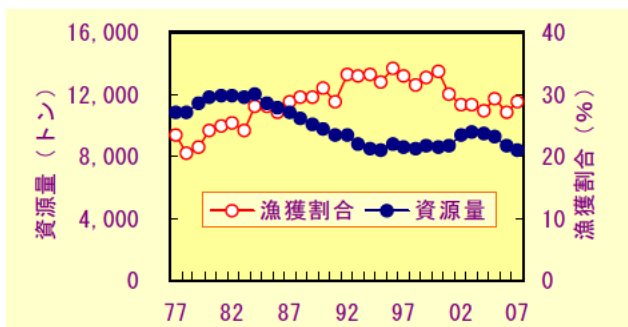


図 10 資源量と漁獲割合の経年推移

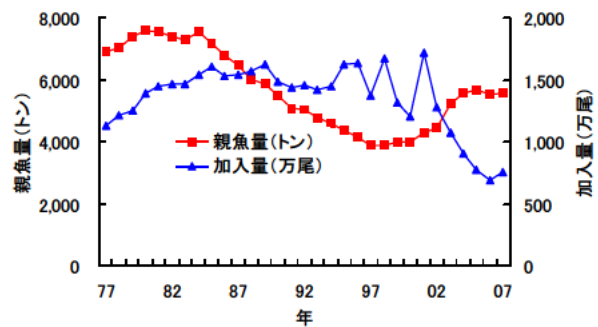


図 11 加入量と親魚量の経年推移

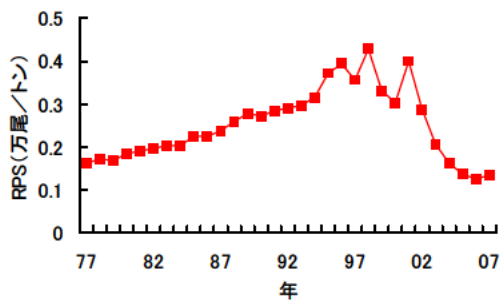


図 12 RPSの経年推移

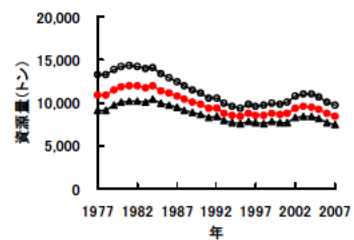
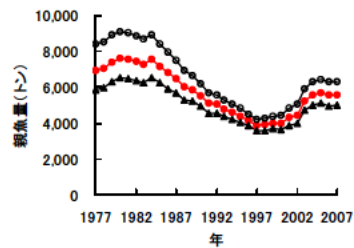
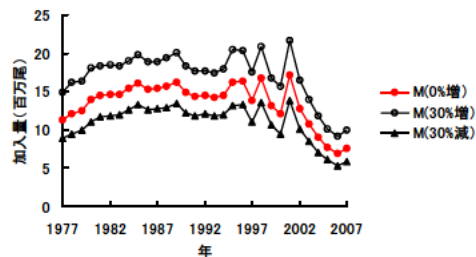


図 14 自然死亡係数の変化による各推定結果の変化

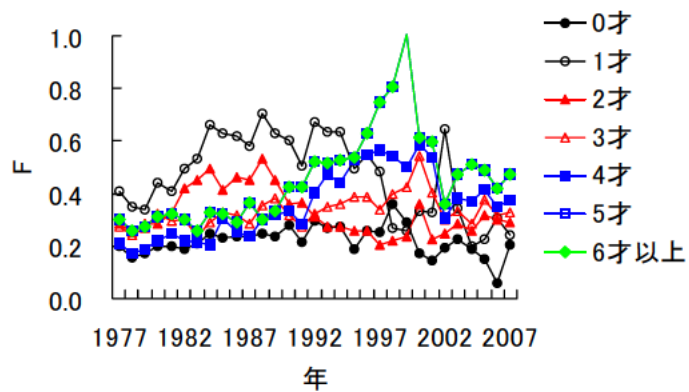


図 15 年齢別Fの変化

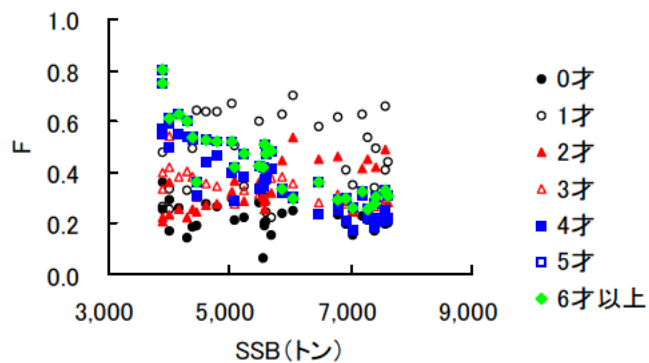


図 16 親魚量と漁獲係数の関係

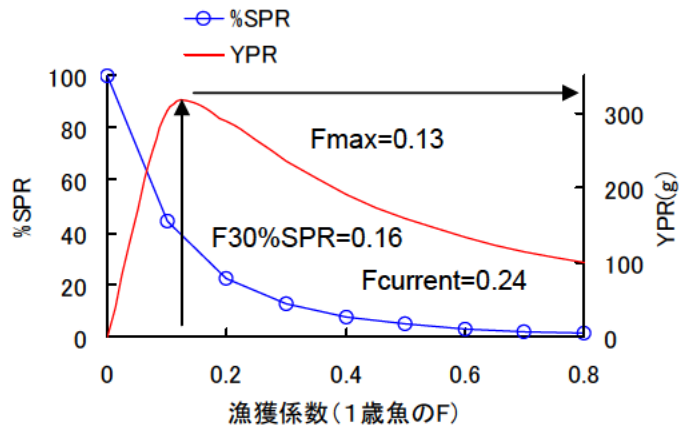


図 17 %SPR・YPR

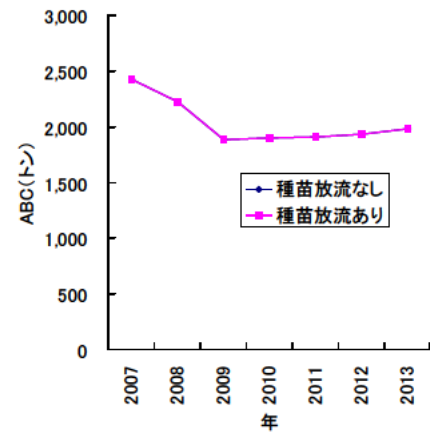


図 18 種苗放流の有無によるABCの相違

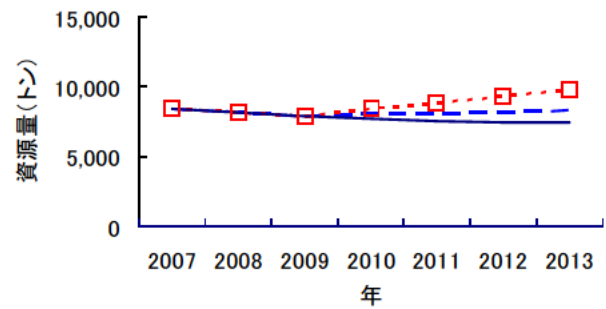
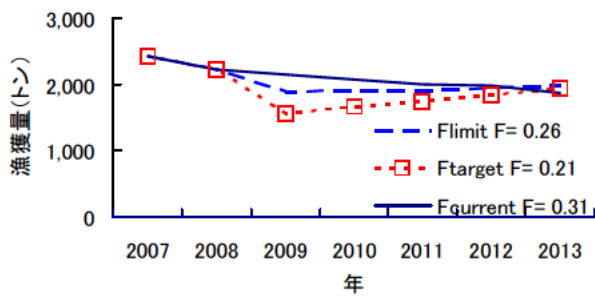


図 19 F値(1歳魚)の変化による期待漁獲量(左)と資源量(右)の変化

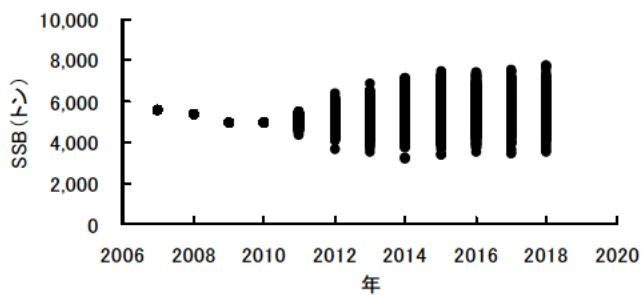


図 20 加入量の誤差変動を考慮したシミュレーションから得られるFlimit漁獲シナリオによる予測SSB

小型底曳網および吾智網のCPUE (kg/出漁日数) および努力量 (出漁日数)、標本定置網CPUE (尾/出漁日数)

[illegible]

附表 2 瀬戸内海中・西部系群マダイの尾叉長別年齢組成割合

体長階級	年齢							-1997年用
(mm)	0	1	2	3	4	5	6+	
-120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
140	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
160	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
180	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
200	0.00	0.97	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	
220	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	
240	0.00	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	
260	0.00	0.01	0.95	0.04	0.00	0.00	0.00	
280	0.00	0.00	0.66	0.32	0.01	0.00	0.00	
300	0.00	0.00	0.14	0.75	0.08	0.02	0.01	
320	0.00	0.00	0.01	0.65	0.26	0.05	0.02	
340	0.00	0.00	0.00	0.30	0.52	0.13	0.05	
360	0.00	0.00	0.00	0.06	0.55	0.27	0.11	
380	0.00	0.00	0.00	0.01	0.31	0.46	0.22	
400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.56	0.36	
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.48	0.51	
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33	0.67	
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.82	
480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97	
520	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
540	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
560-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
(mm)	0	1	2	3	4	5	6+	1998年用
-120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
140	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
160	0.59	0.25	0.03	0.13	0.00	0.00	0.00	
180	0.96	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
200	0.62	0.29	0.06	0.02	0.00	0.00	0.00	
220	0.00	0.67	0.27	0.06	0.00	0.00	0.00	
240	0.00	0.46	0.43	0.10	0.01	0.00	0.00	
260	0.00	0.19	0.54	0.22	0.06	0.00	0.00	
280	0.00	0.03	0.35	0.42	0.19	0.00	0.00	
300	0.00	0.00	0.08	0.50	0.39	0.03	0.00	
320	0.00	0.00	0.01	0.40	0.50	0.08	0.00	
340	0.00	0.00	0.00	0.27	0.51	0.20	0.02	
360	0.00	0.00	0.00	0.15	0.40	0.39	0.06	
380	0.00	0.00	0.00	0.06	0.22	0.54	0.17	
400	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.55	0.34	
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.43	0.54	
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.28	0.71	
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.84	
480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.92	
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.96	
520	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98	
540	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
560-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

体長階級	年齢							1999年用
(mm)	0	1	2	3	4	5	6+	
-120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
140	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
160	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
180	0.90	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
200	0.21	0.76	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	
220	0.00	0.82	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	
240	0.00	0.50	0.49	0.01	0.00	0.00	0.00	
260	0.00	0.17	0.74	0.09	0.01	0.00	0.00	
280	0.00	0.03	0.51	0.44	0.02	0.00	0.00	
300	0.00	0.00	0.12	0.79	0.07	0.02	0.00	
320	0.00	0.00	0.01	0.75	0.18	0.06	0.00	
340	0.00	0.00	0.00	0.37	0.43	0.20	0.00	
360	0.00	0.00	0.00	0.06	0.58	0.36	0.00	
380	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.45	0.00	
400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.52	0.01	
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.56	0.07	
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.49	0.27	
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.29	0.61	
480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.12	0.84	
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.94	
520	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98	
540	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
560-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
(mm)	0	1	2	3	4	5	6+	2000年用
-120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
140	0.97	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
160	0.96	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
180	0.83	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
200	0.18	0.79	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	
220	0.00	0.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
240	0.00	0.42	0.56	0.02	0.00	0.00	0.00	
260	0.00	0.13	0.76	0.10	0.00	0.00	0.00	
280	0.00	0.03	0.53	0.40	0.04	0.01	0.00	
300	0.00	0.00	0.10	0.67	0.19	0.03	0.00	
320	0.00	0.00	0.01	0.52	0.39	0.08	0.00	
340	0.00	0.00	0.00	0.29	0.52	0.18	0.00	
360	0.00	0.00	0.00	0.13	0.50	0.38	0.00	
380	0.00	0.00	0.00	0.04	0.31	0.65	0.00	
400	0.00	0.00	0.00	0.01	0.12	0.87	0.00	
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.93	0.04	
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28	
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.78	
480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97	
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
520	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
540	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
560-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

附表 2 (続き)

体長階級	年齢		2001-2002年用					
(mm)	0	1	2	3	4	5	6+	
-120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.00	0.95	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
220	0.00	0.81	0.18	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.48	0.47	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
260	0.00	0.18	0.66	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
280	0.00	0.04	0.55	0.37	0.04	0.00	0.00	0.00
300	0.00	0.01	0.21	0.58	0.19	0.01	0.00	0.00
320	0.00	0.00	0.03	0.48	0.43	0.06	0.01	0.01
340	0.00	0.00	0.00	0.26	0.55	0.18	0.01	0.01
360	0.00	0.00	0.00	0.11	0.46	0.41	0.02	0.02
380	0.00	0.00	0.00	0.04	0.24	0.67	0.05	0.05
400	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.79	0.11	0.11
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.67	0.31	0.31
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70	0.70
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95	0.95
480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
520	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
540	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
560-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
2003年用								
(mm)	0	1	2	3	4	5	6+	
-120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.88	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.00	0.98	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
220	0.00	0.88	0.09	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.57	0.31	0.09	0.02	0.01	0.00	0.00
260	0.00	0.21	0.52	0.19	0.06	0.01	0.00	0.00
280	0.00	0.05	0.49	0.29	0.14	0.03	0.01	0.01
300	0.00	0.01	0.29	0.37	0.26	0.07	0.01	0.01
320	0.00	0.00	0.10	0.36	0.38	0.14	0.02	0.02
340	0.00	0.00	0.02	0.26	0.43	0.25	0.04	0.04
360	0.00	0.00	0.00	0.14	0.37	0.41	0.07	0.07
380	0.00	0.00	0.00	0.05	0.23	0.58	0.14	0.14
400	0.00	0.00	0.00	0.01	0.10	0.65	0.24	0.24
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.59	0.38	0.38
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.44	0.56	0.56
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.74	0.74
480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.88	0.88
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.96	0.96
520	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	0.99
540	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
560-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

体長階級	年齢		2004年用					
(mm)	0	1	2	3	4	5	6+	
-120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.70	0.29	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.03	0.90	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
220	0.00	0.88	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.73	0.24	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
260	0.00	0.40	0.48	0.11	0.01	0.00	0.01	0.01
280	0.00	0.09	0.57	0.29	0.02	0.01	0.01	0.01
300	0.00	0.01	0.41	0.46	0.07	0.03	0.02	0.02
320	0.00	0.00	0.21	0.50	0.16	0.09	0.04	0.04
340	0.00	0.00	0.07	0.36	0.31	0.18	0.08	0.08
360	0.00	0.00	0.02	0.16	0.41	0.29	0.12	0.12
380	0.00	0.00	0.00	0.05	0.41	0.37	0.16	0.16
400	0.00	0.00	0.00	0.01	0.34	0.42	0.23	0.23
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.42	0.34	0.34
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.36	0.49	0.49
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.26	0.68	0.68
480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.14	0.84	0.84
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.93	0.93
520	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98	0.98
540	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	0.99
560-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
2005年用								
(mm)	0	1	2	3	4	5	6+	
-120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.98	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.97	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.82	0.17	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.10	0.77	0.12	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
220	0.00	0.73	0.24	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
240	0.00	0.53	0.39	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
260	0.00	0.28	0.50	0.20	0.01	0.00	0.00	0.00
280	0.00	0.09	0.45	0.37	0.07	0.00	0.01	0.01
300	0.00	0.02	0.25	0.46	0.23	0.02	0.02	0.02
320	0.00	0.00	0.09	0.37	0.43	0.07	0.04	0.04
340	0.00	0.00	0.02	0.22	0.50	0.19	0.07	0.07
360	0.00	0.00	0.00	0.11	0.38	0.38	0.12	0.12
380	0.00	0.00	0.00	0.04	0.19	0.57	0.21	0.21
400	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.60	0.33	0.33
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.47	0.52	0.52
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.74	0.74
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91	0.91
480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98	0.98
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
520	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
540	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00
560-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00

附表 2 (続き)

体長階級		年齢		2006年用				
(mm)	0	1	2	3	4	5	6+	
-120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
140	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
160	0.97	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
180	0.80	0.19	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
200	0.08	0.83	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	
220	0.00	0.80	0.17	0.01	0.01	0.00	0.00	
240	0.00	0.54	0.36	0.07	0.03	0.00	0.00	
260	0.00	0.18	0.50	0.21	0.07	0.02	0.01	
280	0.00	0.03	0.41	0.36	0.14	0.04	0.02	
300	0.00	0.00	0.24	0.41	0.22	0.09	0.04	
320	0.00	0.00	0.11	0.34	0.30	0.18	0.06	
340	0.00	0.00	0.04	0.20	0.35	0.30	0.11	
360	0.00	0.00	0.01	0.08	0.33	0.40	0.19	
380	0.00	0.00	0.00	0.02	0.25	0.44	0.29	
400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.41	0.44	
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.31	0.62	
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.18	0.79	
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.09	0.90	
480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.96	
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	
520	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
540	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
560-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	

		2007年用					
(mm)	0	1	2	3	4	5	6+
-120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.99	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.97	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.90	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
200	0.49	0.45	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00
220	0.04	0.71	0.20	0.05	0.00	0.00	0.01
240	0.00	0.51	0.37	0.10	0.01	0.00	0.01
260	0.00	0.29	0.47	0.18	0.04	0.01	0.01
280	0.00	0.12	0.40	0.30	0.13	0.03	0.03
300	0.00	0.03	0.18	0.36	0.28	0.10	0.04
320	0.00	0.00	0.04	0.30	0.39	0.20	0.07
340	0.00	0.00	0.01	0.19	0.38	0.33	0.10
360	0.00	0.00	0.00	0.11	0.29	0.45	0.16
380	0.00	0.00	0.00	0.05	0.17	0.51	0.27
400	0.00	0.00	0.00	0.02	0.07	0.46	0.45
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.29	0.69
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.88
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97
480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
520	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
540	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
560-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

附表 3 瀬戸内海中・西部系群マダイの漁法別漁獲尾数割合

-1981年用 釣 吾智網			1985年用 釣 吾智網			1989年用 釣 吾智網		
0歳	0.00	0.00	0歳	0.00	0.00	0歳	0.00	0.00
1歳	0.28	0.06	1歳	0.31	0.05	1歳	0.09	0.32
2歳	0.28	0.32	2歳	0.37	0.21	2歳	0.38	0.32
3歳	0.17	0.25	3歳	0.15	0.23	3歳	0.25	0.17
4歳	0.08	0.09	4歳	0.07	0.17	4歳	0.15	0.06
5歳	0.08	0.09	5歳	0.05	0.15	5歳	0.07	0.05
6歳以上	0.10	0.19	6歳以上	0.05	0.19	6歳以上	0.07	0.08
1982年用 釣 吾智網			1986年用 釣 吾智網			1990年用 釣 吾智網		
0歳	0.00	0.00	0歳	0.00	0.00	0歳	0.00	0.00
1歳	0.29	0.11	1歳	0.34	0.31	1歳	0.18	0.20
2歳	0.40	0.27	2歳	0.36	0.29	2歳	0.44	0.14
3歳	0.15	0.17	3歳	0.14	0.13	3歳	0.19	0.15
4歳	0.07	0.10	4歳	0.07	0.05	4歳	0.08	0.13
5歳	0.04	0.10	5歳	0.04	0.06	5歳	0.06	0.14
6歳以上	0.04	0.25	6歳以上	0.04	0.15	6歳以上	0.05	0.24
1983年用 釣 吾智網			1987年用 釣 吾智網			1991年用 釣 吾智網		
0歳	0.00	0.00	0歳	0.00	0.00	0歳	0.00	0.00
1歳	0.39	0.05	1歳	0.23	0.13	1歳	0.17	0.04
2歳	0.46	0.10	2歳	0.43	0.41	2歳	0.50	0.38
3歳	0.09	0.22	3歳	0.13	0.16	3歳	0.19	0.22
4歳	0.03	0.19	4歳	0.05	0.08	4歳	0.07	0.12
5歳	0.02	0.20	5歳	0.05	0.09	5歳	0.04	0.09
6歳以上	0.02	0.26	6歳以上	0.11	0.13	6歳以上	0.03	0.15
1984年用 釣 吾智網			1988年用 釣 吾智網			1992年用 釣 吾智網		
0歳	0.01	0.00	0歳	0.00	0.00	0歳	0.00	0.00
1歳	0.30	0.04	1歳	0.25	0.29	1歳	0.03	0.11
2歳	0.43	0.29	2歳	0.32	0.45	2歳	0.33	0.25
3歳	0.14	0.13	3歳	0.19	0.15	3歳	0.33	0.20
4歳	0.05	0.10	4歳	0.10	0.05	4歳	0.19	0.19
5歳	0.03	0.15	5歳	0.06	0.03	5歳	0.08	0.13
6歳以上	0.04	0.29	6歳以上	0.08	0.03	6歳以上	0.04	0.13
						-1992年用 小型底曳網		
						0歳	0.34	
						1歳	0.49	
						2歳	0.08	
						3歳	0.02	
						4歳	0.02	
						5歳	0.01	
						6歳以上	0.04	

附表 3 (続き)

1993-1997年用	小型底曳網	釣	吾智網
0歳	0.34	0.00	0.00
1歳	0.49	0.05	0.04
2歳	0.08	0.30	0.11
3歳	0.02	0.38	0.25
4歳	0.02	0.21	0.28
5歳	0.01	0.06	0.19
6歳以上	0.04	0.01	0.12

1998年用	小型底曳網	釣	吾智網
0歳	0.62	0.00	0.00
1歳	0.16	0.05	0.04
2歳	0.08	0.30	0.11
3歳	0.07	0.38	0.25
4歳	0.03	0.21	0.28
5歳	0.01	0.06	0.19
6歳以上	0.02	0.01	0.12

1999年用	小型底曳網	釣	吾智網
0歳	0.47	0.00	0.00
1歳	0.23	0.05	0.02
2歳	0.13	0.30	0.11
3歳	0.08	0.38	0.29
4歳	0.04	0.21	0.28
5歳	0.03	0.06	0.23
6歳以上	0.03	0.01	0.07

2000年用	小型底曳網	釣	吾智網
0歳	0.17	0.00	0.02
1歳	0.29	0.05	0.15
2歳	0.23	0.30	0.32
3歳	0.14	0.38	0.28
4歳	0.07	0.21	0.16
5歳	0.06	0.06	0.07
6歳以上	0.04	0.01	0.00

-2000年用	小型定置網	刺網	吾智網	その他
0歳	0.00	0.58	0.00	0.13
1歳	0.00	0.38	0.09	0.35
2歳	0.00	0.02	0.27	0.37
3歳	0.12	0.01	0.34	0.08
4歳	0.20	0.00	0.19	0.05
5歳	0.37	0.00	0.08	0.01
6歳以上	0.32	0.00	0.03	0.01

2001年用	小型底曳網	釣	小型定置網	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歳以上	0.07	0.01	0.32	0.00	0.03	0.01

2002年用	小型底曳網	釣	小型定置網	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歳以上	0.03	0.00	0.08	0.00	0.02	0.01

2003年用	小型底曳網	釣	小型定置網	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歳以上	0.05	0.02	0.08	0.11	0.02	0.01

2004年用	小型底曳網	釣	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歳以上	0.03	0.05	0.08	0.04	0.23	0.01

2005年用	小型底曳網	釣	小型定置網	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歳以上	0.11	0.04	0.08	0.04	0.05	0.01

2006年用	小型底曳網	釣	小型定置網	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歳以上	0.13	0.05	0.08	0.06	0.06	0.01

2007年用	小型底曳網	釣	小型定置網	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歳以上	0.07	0.15	0.08	0.07	0.10	0.01

附表 4 瀬戸内海中・西部系群マダイの漁獲尾数(万尾)、漁獲量(トン)

漁獲尾数								
年＼ 齡	0才	1才	2才	3才	4才	5才	6才以 上	合 計
1977	168	201	82	49	24	22	36	582
1978	145	164	72	45	21	20	32	498
1979	164	181	79	50	24	22	35	554
1980	209	225	89	56	27	26	41	673
1981	213	230	94	59	27	26	43	691
1982	209	277	127	53	28	21	40	756
1983	231	301	129	43	24	22	33	784
1984	280	344	135	48	26	24	45	901
1985	271	336	102	50	32	26	41	859
1986	264	354	115	45	24	19	37	858
1987	266	321	123	41	22	22	43	838
1988	284	369	138	54	27	18	32	923
1989	283	344	107	52	29	19	34	868
1990	298	347	97	43	27	23	39	873
1991	227	268	105	45	24	20	34	723
1992	307	341	89	56	40	25	35	892
1993	274	306	70	60	46	27	30	814
1994	287	308	67	56	43	26	29	817
1995	227	258	64	57	45	27	28	706
1996	306	342	75	59	44	26	31	881
1997	255	289	71	62	46	27	29	778
1998	415	150	76	87	54	28	23	833
1999	275	158	84	89	59	40	22	727
2000	155	168	134	112	63	35	14	680
2001	190	171	70	86	54	30	22	623
2002	186	425	78	61	39	20	16	823
2003	177	185	95	67	46	34	26	631
2004	129	94	83	60	45	33	34	477
2005	90	90	94	75	52	32	33	466
2006	34	106	76	57	41	29	30	373
2007	116	84	61	51	41	31	36	420

漁獲量								
年＼ 齡	0才	1才	2才	3才	4才	5才	6才以 上	合 計
1977	59	448	309	300	195	247	970	2,529
1978	51	366	271	273	175	224	860	2,219
1979	58	402	297	303	196	254	949	2,460
1980	74	503	336	339	222	291	1107	2,873
1981	75	512	354	358	227	290	1147	2,963
1982	74	618	480	320	235	242	1067	3,037
1983	82	671	488	261	202	251	885	2,841
1984	99	768	509	291	212	272	1200	3,351
1985	96	750	386	305	264	294	1103	3,197
1986	93	789	436	276	199	213	1002	3,008
1987	94	716	463	250	179	247	1155	3,104
1988	100	823	520	329	227	202	867	3,069
1989	100	766	402	318	241	212	923	2,962
1990	105	773	365	260	222	259	1051	3,036
1991	80	597	398	274	201	223	912	2,684
1992	109	761	335	339	329	284	936	3,091
1993	97	682	265	363	382	311	808	2,908
1994	101	687	253	341	360	300	785	2,827
1995	80	574	241	349	372	310	758	2,684
1996	108	762	283	357	360	290	829	2,988
1997	90	644	269	374	379	300	772	2,828
1998	147	334	285	527	451	317	623	2,684
1999	97	353	317	539	485	455	596	2,842
2000	55	375	504	677	525	394	374	2,904
2001	67	381	263	522	451	341	591	2,616
2002	66	946	294	367	321	222	438	2,655
2003	63	413	359	406	381	387	703	2,712
2004	45	210	314	365	369	378	904	2,585
2005	32	201	353	454	430	364	880	2,714
2006	12	236	288	346	336	330	807	2,355
2007	41	188	229	309	340	351	967	2,425

附表 5 瀬戸内海中・西部系群マダいの資源尾数(万尾)、資源量(トン)

資源尾数								
年＼ 年齢	0才	1才	2才	3才	4才	5才	6才以 上	合 計
1977	1,130	674	358	224	137	91	151	2,766
1978	1,216	627	352	227	144	94	152	2,812
1979	1,255	704	348	231	150	102	160	2,950
1980	1,394	715	394	221	149	105	168	3,146
1981	1,446	772	363	251	135	101	168	3,237
1982	1,465	804	404	220	157	89	165	3,304
1983	1,469	820	387	224	137	107	158	3,301
1984	1,539	805	378	208	149	93	173	3,344
1985	1,608	811	327	195	131	102	161	3,337
1986	1,535	866	340	182	118	81	161	3,284
1987	1,540	822	367	181	112	78	153	3,254
1988	1,570	824	362	197	115	75	135	3,277
1989	1,625	829	320	179	117	72	131	3,273
1990	1,483	867	347	173	103	72	122	3,167
1991	1,439	759	374	204	106	62	107	3,052
1992	1,455	788	360	219	131	67	93	3,113
1993	1,424	732	317	222	134	74	81	2,984
1994	1,451	738	305	203	132	70	78	2,978
1995	1,627	747	307	196	120	72	74	3,143
1996	1,632	915	359	201	112	60	72	3,351
1997	1,377	853	417	234	115	55	59	3,111
1998	1,669	722	415	286	141	55	46	3,335
1999	1,320	789	435	281	162	69	38	3,093
2000	1,206	667	480	290	155	83	33	2,914
2001	1,716	689	376	282	142	73	53	3,331
2002	1,281	1,006	390	253	159	70	58	3,218
2003	1,075	715	415	258	158	99	75	2,794
2004	906	582	398	262	156	91	91	2,487
2005	776	508	375	260	166	91	92	2,267
2006	689	451	319	230	150	92	95	2,027
2007	756	439	261	199	142	90	104	1,990

資源量								
年＼ 年齢	0才	1才	2才	3才	4才	5才	6才以 上	合 計
1977	400	1,503	1,351	1,360	1,134	1,035	4,074	10,857
1978	430	1,398	1,330	1,376	1,189	1,063	4,083	10,870
1979	444	1,570	1,315	1,404	1,241	1,152	4,298	11,425
1980	493	1,594	1,488	1,344	1,236	1,186	4,510	11,851
1981	512	1,721	1,370	1,521	1,121	1,147	4,531	11,922
1982	518	1,793	1,525	1,334	1,303	1,008	4,436	11,917
1983	520	1,827	1,461	1,358	1,134	1,208	4,255	11,763
1984	544	1,793	1,427	1,261	1,235	1,055	4,649	11,965
1985	569	1,809	1,237	1,183	1,086	1,159	4,342	11,385
1986	543	1,930	1,284	1,108	979	922	4,333	11,099
1987	545	1,833	1,388	1,098	929	880	4,119	10,791
1988	555	1,836	1,368	1,198	950	847	3,639	10,393
1989	575	1,848	1,211	1,086	967	811	3,531	10,029
1990	525	1,933	1,312	1,047	851	813	3,296	9,777
1991	509	1,692	1,415	1,240	879	704	2,879	9,318
1992	515	1,757	1,359	1,331	1,083	763	2,517	9,323
1993	504	1,632	1,199	1,348	1,107	837	2,174	8,800
1994	513	1,645	1,152	1,233	1,096	798	2,091	8,528
1995	576	1,665	1,161	1,188	991	813	1,989	8,383
1996	577	2,040	1,357	1,219	930	676	1,935	8,734
1997	487	1,902	1,576	1,422	954	621	1,596	8,557
1998	590	1,610	1,567	1,739	1,168	625	1,227	8,527
1999	467	1,758	1,645	1,703	1,341	781	1,024	8,719
2000	427	1,487	1,814	1,761	1,285	939	890	8,601
2001	607	1,536	1,419	1,714	1,178	823	1,429	8,706
2002	453	2,242	1,475	1,536	1,318	793	1,569	9,387
2003	380	1,594	1,566	1,565	1,307	1,117	2,029	9,558
2004	321	1,298	1,504	1,593	1,292	1,030	2,461	9,498
2005	274	1,132	1,415	1,576	1,376	1,027	2,486	9,285
2006	244	1,006	1,207	1,396	1,244	1,047	2,556	8,699
2007	267	978	986	1,211	1,173	1,014	2,793	8,422

附表 6 瀬戸内海中・西部系群マダイの漁獲係数(1/年)、資源量(トン)、漁獲割合(%)、親魚量(トン)
 加入量(万尾)、RPS(万尾/トン)、添加効率

	漁獲係数							資源量	漁獲割合	親魚量	加入量	RPS	添加効率
	0才	1才	2才	3才	4才	5才	6才以上						
1977	0.20	0.41	0.29	0.27	0.21	0.30	0.30	10,857	23.3	6,923	1,130	0.16	0.31
1978	0.16	0.35	0.25	0.24	0.17	0.26	0.26	10,870	20.4	7,023	1,216	0.17	0.31
1979	0.17	0.34	0.28	0.27	0.19	0.27	0.27	11,425	21.5	7,394	1,255	0.17	0.31
1980	0.20	0.44	0.28	0.32	0.22	0.31	0.31	11,851	24.2	7,604	1,394	0.18	0.31
1981	0.20	0.41	0.33	0.30	0.25	0.32	0.32	11,922	24.9	7,559	1,446	0.19	0.31
1982	0.19	0.49	0.42	0.30	0.22	0.30	0.30	11,917	25.5	7,413	1,465	0.20	0.31
1983	0.21	0.53	0.45	0.24	0.22	0.26	0.26	11,763	24.2	7,275	1,469	0.20	0.31
1984	0.25	0.66	0.49	0.29	0.21	0.33	0.33	11,965	28.0	7,570	1,539	0.20	0.15
1985	0.23	0.63	0.41	0.33	0.31	0.32	0.32	11,385	28.1	7,179	1,608	0.22	1.00
1986	0.23	0.62	0.46	0.32	0.25	0.29	0.29	11,099	27.1	6,788	1,535	0.23	0.72
1987	0.24	0.58	0.45	0.28	0.24	0.36	0.36	10,791	28.8	6,476	1,540	0.24	0.64
1988	0.25	0.70	0.53	0.35	0.30	0.30	0.30	10,393	29.5	6,035	1,570	0.26	0.64
1989	0.24	0.63	0.45	0.38	0.32	0.33	0.33	10,029	29.5	5,852	1,625	0.28	1.00
1990	0.28	0.60	0.36	0.32	0.33	0.43	0.43	9,777	31.1	5,484	1,483	0.27	1.00
1991	0.21	0.51	0.37	0.28	0.29	0.42	0.42	9,318	28.8	5,083	1,439	0.28	0.53
1992	0.30	0.67	0.31	0.32	0.40	0.52	0.52	9,323	33.2	5,028	1,455	0.29	0.30
1993	0.27	0.64	0.28	0.35	0.47	0.52	0.52	8,800	33.0	4,792	1,424	0.30	0.28
1994	0.27	0.64	0.27	0.36	0.44	0.53	0.53	8,528	33.1	4,601	1,451	0.32	0.26
1995	0.19	0.49	0.26	0.39	0.53	0.54	0.54	8,383	32.0	4,387	1,627	0.37	0.17
1996	0.26	0.55	0.26	0.38	0.55	0.63	0.63	8,734	34.2	4,151	1,632	0.39	0.13
1997	0.25	0.48	0.21	0.34	0.57	0.75	0.75	8,557	33.0	3,882	1,377	0.35	0.13
1998	0.36	0.27	0.22	0.40	0.55	0.80	0.80	8,527	31.5	3,889	1,669	0.43	0.07
1999	0.29	0.26	0.24	0.42	0.50	1.00	1.00	8,719	32.6	3,998	1,320	0.33	0.06
2000	0.17	0.33	0.36	0.54	0.59	0.61	0.61	8,601	33.8	3,994	1,206	0.30	0.03
2001	0.14	0.33	0.23	0.40	0.54	0.60	0.60	8,706	30.0	4,287	1,716	0.40	0.03
2002	0.19	0.65	0.25	0.30	0.31	0.36	0.36	9,387	28.3	4,448	1,281	0.29	0.03
2003	0.22	0.35	0.29	0.33	0.38	0.47	0.47	9,558	28.4	5,235	1,075	0.21	0.04
2004	0.19	0.20	0.26	0.29	0.37	0.51	0.51	9,498	27.2	5,579	906	0.16	0.04
2005	0.15	0.22	0.32	0.38	0.42	0.49	0.49	9,285	29.2	5,677	776	0.14	0.06
2006	0.06	0.31	0.30	0.31	0.35	0.42	0.42	8,699	27.1	5,545	689	0.12	0.04
2007	0.21	0.24	0.29	0.33	0.38	0.47	0.47	8,422	28.8	5,586	756	0.14	-

附表 7 瀬戸内海中・西部系群マダイのSPR、YPR計算様式

年齢	体重(g)	産卵寄与率	漁獲選択率	M	Flimit	Ftarget
0	35	0	0	0.39	0.05	0.04
1	223	0	1	0.24	0.26	0.21
2	378	0	1	0.17	0.25	0.20
3	607	1	1	0.17	0.27	0.21
4	828	1	1	0.17	0.29	0.24
5	1,133	1	1	0.17	0.36	0.28
6-	2,692	1	1	0.17	0.36	0.28