

平成18年マダイ瀬戸内海中・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、愛媛県中予水産試験場および同東予分場

要 約

瀬戸内海中・西部系群のマダイ資源量は1984年以降減少傾向があるが、変動幅は狭く安定している。2005年には9,018トンと推定された。

過去29年間のコホート解析の結果からは資源水準は低位と判断されるが、より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中位とした、過去5年の資源動向はコホート解析の結果から横ばいと判断した。

管理方策として、最大持続漁獲量MSYを実現するための管理基準 F_{msy} を採用した。ABC算定のための基本規則（平成18年度）の1-1)-(1)を適用して $F_{limit} = F_{msy}$ のときの漁獲量を ABC_{limit} 、 $F_{target} = F_{msy} \times 0.8$ のときの漁獲量を ABC_{target} とした。なお種苗放流数を過去5年間（2000～2004年）の平均値、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0.07と仮定した。

	2007年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC_{limit}	24百トン	F_{msy}	0.35	25.7%
ABC_{target}	19百トン	$0.8 F_{msy}$	0.28	21.2%

漁獲割合は $ABC / \text{資源量}$ 、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
2004	90	27	0.17	28.7%
2005	90	26	0.41	29.2%
2006	91			

F値は完全加入年齢1歳における値

水準：中位

動向：横ばい

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い。

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（2004年1,622トン、うち広島県が352トン、愛媛県が970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 2003）。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）主要漁業の概要

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。

2005年においては吾智網での漁獲が全体の36%を占め、小型底曳網（34%）、釣り（12%）刺網（12%）、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、2005年には2,629トンとなった（附表1）。

（3）主要漁業の漁獲努力量

小型底曳網の出漁日数を努力量とした（附表1）。努力量は経年的に減少傾向にある。後述するコホート解析で推定された各年齢毎のFの推移は附表6に示した。

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歳以上魚の漁獲死亡係数は同じ年では等しいと仮定した。2005年の0～5歳魚のFは各年齢の過去3年間のFの平均とした。6歳以上魚のターミナルFは5歳魚のターミナル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1参照）。

（２）資源量指標値の推移

①主要漁業種のCPUE（図７、附表１）

小型底曳網のCPUE（kg／出漁日数）の変遷（1968～2004年）を図７に示す。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。

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2002～2005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。いまのところチューニングデータとして使用できるほどのデータの蓄積がない。

（３）漁獲物の年齢（体長）組成の推移（図８）

1997～1999年、2001～2005年に愛媛県が大浜、小部、下灘、上灘、伊予等で調査した精密測定データ（尾叉長一年齢データ）をもとに、尾叉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叉長組成を作成した。尾叉長別の年齢組成割合と漁法別尾叉長組成等により作成した1981～2005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1977～2005年の年別年齢別漁獲尾数を算出した。

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、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あたって使用した尾叉長別の年齢組成割合は1997年の尾叉長別の年齢組成割合である。吾智網の1998～2000年の漁獲尾数割合作成にあたって使用した尾叉長別の年齢組成割合は2001年の尾叉長別の年齢組成割合である。

2005年における年齢別漁獲尾数および年齢別漁獲重量の推移を図８に示す。未成魚の0、1歳魚が漁獲物の64%を占めている（附表４）。

（４）資源量の推移（図９）

瀬戸内海中・西部系群のマダイ資源量は1984年から1995に減少したが、近年は安定している。2005年には9,018トンと推定された（図９）。

2005年の瀬戸内海中・西部系群マダイの資源尾数は2,788万尾と推定された。年齢別の資源尾数割合は、0歳：44.4%、1歳：19.9%、2歳：16.6%、3歳：9.4%、4歳：4.2%、5歳：2.5%、6歳以上：3.0%となっており、0～2歳の未成熟個体で全体の81.0%を占めている（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、1990～1994年は1,423～1,483万尾で安定していた。2001年以降はやや減少傾向が見られ、2005年は1,237万尾に減少した。産卵親魚量（3歳魚の資源重量×0.5+4歳魚以上の資源重量）は1984年より減少しており、1997年には3,871トンとなった。その後やや増加傾向にあり2005年は4,787トンと推定された（図10）。RPS（加入量／産卵親魚量）は1998年の0.43万尾／トン进行ピークに2005年は0.26万尾／トンとなった（図11）。

マダイ瀬戸内海中・西部系群については毎年約233万尾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。産卵親魚量（SSB）と0歳魚の資源尾数との関係を図12に示した。ここで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歳魚の混獲率は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歳魚の混獲率調査では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17年度

栽培漁業ブロック会議資料によると1995年は4.3%、1996年は4.0%、1997年は3.7%、1998年は2.4%、1999年は1.5%、2000年は1.0%、2001年は1.2%、2002年は1.5%、2003年は1.2%、2004年は1.8%であった。

0歳時の添加効率＝(0歳魚の混獲率／種苗放流尾数)×新規加入量
より各年の0歳時の添加効率(K_y)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1.0、1991年は0.53、1992年は0.30、1993年は0.29、1994年は0.21、1995年は0.22、1996年は0.23、1997年は0.19、1998年は0.15、1999年は0.08、2000～2003年は0.07、2004年は0.08として、産卵親魚量と当該年の種苗放流以外の加入量との関係を検討したところリッカー関数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(R_y)は以下の式で表せる。

$$R_y = 6,833 \times SSB \times \exp(-0.000184 \times SSB) + A_r \times K_y \quad (1)$$

ここでSSBおよび A_r はそれぞれ y 年における産卵親魚量および放流個体数である。データは放流データが揃っている1977～2004年を使用した。

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、産卵親魚量の推定値は大きくなる傾向がある(図13)。しかし、 M の変動の割に資源量、加入量、産卵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・動向の判断

過去29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中位で、過去5年の資源動向は横ばいと判断した。

添加効率を0.07として、再生産式(1)より求められる最大新規加入量(R_{max})の50%が得られるSSBを(1)式よりもとめ B_{limit} (=1,243トン)と考える。資源状態 B (=SSB)は4,797トンであり $B \geq B_{limit}$ である。

5. 資源管理の方策

式(1)の再生産関係をもとにして、最大持続漁獲量を実現する資源管理目標を設定する。また栽培対象種であるので種苗放流も考慮する。

(1) 資源と漁獲の関係

附表6、図14にF値の年齢別の経年変化を示す。2歳魚のF値は近年安定傾向が見られた。3～5歳魚のF値はやや増加傾向が見られた。

産卵親魚量と年齢別のF値のプロットを図15に示す。3～5歳魚の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歳魚の漁獲死亡係数の関係を図16に示した。過去3年(2002～2004年)の1歳魚の漁獲死亡係数($F_{current}$)は0.41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死亡係数が高く成長乱獲の状態である。しかし、資源量水準が比較的高位を保っていること、小型魚を漁獲対象とする小型底曳網の努力量の低下を考慮すると、資源が漁獲によって壊滅的な影響を受けている状況ではない。

(2) 種苗放流効果

現在の種苗放流数水準では、放流しないときの約1.01倍程度の最大持続漁獲量しか得られず、現時点で資源学的に見て放流効果は認められない(図17)。ただし、種苗放流をしないと高い漁獲圧での資源の持続状態を達成できない。瀬戸内海中・西部系群のマダイ種苗放流は漁獲圧を高い状態に維持する管理体制では効果があるが、漁獲圧を下げる管理と比較して漁獲量増大の効果が少ない。

6. 2007年ABCの算定

(1) 資源評価のまとめ

過去29年間のコホート解析の結果からは資源水準は低位と判断されるが、より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中位とし、過去5年の資源動向はコホート解析の結果から横ばいと判断した。

(2) ABCの設定

資源量および産卵親魚量と加入量の関係が利用でき、現在の産卵親魚量は 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種苗放流も考慮する。

F_{limit} 、 F_{target} (1歳魚の値で代表) 及び2006年の資源量の見積もりから、ABCは下表のように算定される。

$$F_{limit} = F_{msy}$$

$$= 0.35$$

$$F_{target} = F_{msy} \times \alpha$$

$$= 0.35 \times 0.8$$

$$= 0.28$$

α は0.8とした。

	2007年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC _{limit}	24百トン	F_{msy}	0.35	25.7%
ABC _{target}	19百トン	0.8 F_{msy}	0.28	21.2%

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

(3) 漁獲圧と資源動向 (図18)

前提：すべての年齢について2006年のFは $F_{current}$ とする。2006年の漁獲量は2,517トン、2006年以降の加入量は(1)式の再生産関係に従うとする。

		漁獲量 (トン)						
F	基準値	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0		2,629	2,517	0	0	0	0	0
0.04	0.1 $F_{current}$	2,629	2,517	323	461	621	760	921
0.08	0.2 $F_{current}$	2,629	2,517	634	871	1,135	1,354	1,599
0.12	0.3 $F_{current}$	2,629	2,517	932	1,235	1,559	1,812	2,091
0.17	0.4 $F_{current}$	2,629	2,517	1,218	1,556	1,904	2,159	2,440
0.21	0.5 $F_{current}$	2,629	2,517	1,492	1,839	2,181	2,415	2,677
0.25	0.6 $F_{current}$	2,629	2,517	1,756	2,086	2,401	2,597	2,827
0.29	0.7 $F_{current}$	2,629	2,517	2,009	2,302	2,570	2,718	2,907
0.33	0.8 $F_{current}$	2,629	2,517	2,252	2,489	2,698	2,789	2,932
0.35	F_{limit}	2,629	2,517	2,357	2,564	2,742	2,807	2,928
0.37	0.9 $F_{current}$	2,629	2,517	2,485	2,651	2,788	2,819	2,912
0.41	1.0 $F_{current}$	2,629	2,517	2,708	2,788	2,848	2,816	2,857

		資源量 (トン)						
F	基準値	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0		9,018	9,091	9,180	13,360	18,255	22,471	26,929
0.04	0.1 $F_{current}$	9,018	9,091	9,180	12,899	17,100	20,525	24,008
0.08	0.2 $F_{current}$	9,018	9,091	9,180	12,455	16,027	18,784	21,505
0.12	0.3 $F_{current}$	9,018	9,091	9,180	12,027	15,028	17,219	19,344
0.17	0.4 $F_{current}$	9,018	9,091	9,180	11,615	14,099	15,808	17,463
0.21	0.5 $F_{current}$	9,018	9,091	9,180	11,219	13,232	14,529	15,808

0.25	0.6Fcurrent	9,018	9,091	9,180	10,837	12,423	13,366	14,336
0.29	0.7Fcurrent	9,018	9,091	9,180	10,469	11,667	12,302	13,014
0.33	0.8Fcurrent	9,018	9,091	9,180	10,114	10,960	11,327	11,816
0.35	Flimit	9,018	9,091	9,180	9,960	10,659	10,918	11,317
0.37	0.9Fcurrent	9,018	9,091	9,180	9,772	10,298	10,431	10,725
0.41	1.0Fcurrent	9,018	9,091	9,180	9,442	9,678	9,604	9,724

F値および管理基準は1歳魚の値で代表

毎年約233万尾の種苗放流が行われ、0歳時の添加効率を0.07と仮定

2007年以降、Flimit で管理した場合、2011年に期待される資源量は現在（2005年）の漁獲圧を継続した場合の1.16倍の資源水準となり、漁獲量は1.02倍となる。

（4）ABClimitの検証

再生産関係の誤差変動を考慮してABClimitの検証を行う。

加入量 R_y の実測値と(1)式による計算値の誤差 Er が正規分布 $N(\mu, \sigma^2)$ に従うと仮定して、加入量の予測を $R_y = 6,833 \times SSB \times \exp(-0.000184 \times SSB) + Ar \times Ky + Er$ により行い、ABClimitの計算を1000回試行し、ABClimitのばらつきを検証した。ここで、 μ 、 σ はそれぞれ Er の平均と標準偏差で、 $\mu=84,210$ 、 $\sigma=1,611,017$ 。FlimitでのABC等の基本統計を附表6に示す。ABClimitの誤差変動は2.2%である（図19）。

（5）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)
2005年(当初)	0.9 Fsim(0.32)	5,225	1,885	1,559	
2005年(2005年再評価)	0.9 Fsim(0.41)	8,290	2,179	2,063	2,629
2005年(2006年再評価)	Fmsy(0.35)	9,364	2,251	1,977	
2006年(当初)	0.9 Fsim(0.41)	7,681	2,169	1,800	
2006年(2006年再評価)	Fmsy(0.35)	9,091	2,309	2,022	

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

7. 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Flimit=0.35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（トン）								
F	基準値	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0.35	Flimit (0歳規制)	2,629	2,517	2,298	2,585	2,821	2,959	3,144
資源量（トン）								
F	基準値	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0.35	Flimit (0歳規制)	9,018	9,091	9,180	10,262	11,247	11,805	12,447

F値および管理基準は1歳魚の値で代表

漁獲量の増加、産卵親魚の回復は0歳規制しないFlimitよりも迅速であるが、漁業形態の改変を伴う管理施策の提言を提示する段階ではない。

・養殖魚が産卵親魚として機能している可能性もあるが、現在のところ、本資源評価では考慮していない。どの程度養殖が産卵親魚に寄与するかは手法開発も含め今後の課題である。マダイ卵の同定技術（大西他 2003）が確立し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（図20）。燧灘のマダイ卵の分布は来島海峡付近の従来産卵場と考えられた場所および養殖場付近に濃密に分布している。養殖量と産卵量をもとに算出される産卵親魚量との比較により養殖の産卵への寄与率を算出する予定である。

8. 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

(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)のコホート計算により年齢別資源尾数、資源重量、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歳魚以上の漁獲死亡係数は同じ年では等しいと仮定した。コホート計算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(2005年)、6歳以上魚(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。

$$N_{a,2005} = \frac{C_{a,2005} \times \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{1 - \exp(-F_{a,2005})}$$

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

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

漁獲死亡係数Fの計算は、ターミナル F_t 以外は以下の式による。

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

0～5歳魚のターミナルFは各年齢の過去3年間のFの平均とした。6歳以上魚のターミナルFは5歳魚のターミナル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1-(1)の値を使用した。

- ・ 漁業への加入年齢(a_r)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 歳魚の漁獲死亡係数 (F_1) の比 (年齢別漁獲選択性: $s_a = F_a / F_1$) が 2002~2004 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。各年齢毎の漁獲死亡係数 (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。

2005 年以降、現状の F (1 歳魚の F で代表) および年齢別漁獲選択性が 2002~2004 年の平均値として一定と仮定する。2006 年における 1 歳魚以上の資源尾数は 2005 年における資源尾数と現状の漁獲死亡係数をもとに計算する。また 2006 年以降における 0 歳魚の資源尾数を当該年の 3 歳以上魚の資源重量 (SSB) をもとに再生産式

0 歳魚の資源尾数 = $6,832 \times \text{SSB} \times \exp(-0.000184 \times \text{SSB}) + \text{種苗放流数} \times 0 \text{ 歳時の添加効率}$ から推定する。ただし、毎年約 233 万尾の種苗放流が行われ、0 歳時の添加効率を 0.07 と仮定する。2007 年初めの資源量は 2006 年も 2005 年と同じ漁獲圧 (F_{current}) をかけたとして 9,091 トンと予測する。さらに 2007 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 ABC_{limit} 、 ABC_{target} 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.

瀬戸内海栽培漁業協会 (1973) 瀬戸内海におけるマダイ資源の培養と種苗放流事業の在り方. pp. 13.

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.

附表1 瀬戸内海中・西部系群マダイの漁獲量(トン)、放流数(千尾)、養殖量(トン)

型底曳網の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)												
年	漁獲量	放流数	養殖量	CPUE	努力量	年	漁獲量	放流数	養殖量	CPUE	努力量	小型定置網CPUE
1952	2,888	—	—	—	—	1981	2,963	1,145	265	1	648,573	
1953	4,552	—	—	—	—	1982	3,037	1,941	252	1	653,764	
1954	3,825	—	—	—	—	1983	2,841	3,196	297	1	634,269	
1955	3,463	—	—	—	—	1984	3,351	2,409	251	2	645,659	
1956	3,504	—	—	—	—	1985	3,197	1,301	231	2	575,857	
1957	3,359	—	—	—	—	1986	3,008	3,011	101	2	557,396	
1958	2,995	—	—	—	—	1987	3,104	4,604	406	2	564,863	
1959	2,616	—	—	—	—	1988	3,069	3,252	658	2	559,620	
1960	2,547	—	—	—	—	1989	2,962	2,665	722	2	563,501	
1961	2,396	—	—	—	—	1990	3,036	2,577	741	2	546,127	
1962	2,051	—	—	—	—	1991	2,684	2,859	1,039	2	529,766	
1963	2,141	—	—	—	—	1992	3,091	2,881	1,108	3	530,601	
1964	2,219	—	—	—	—	1993	2,908	2,549	918	3	505,924	
1965	2,466	—	—	—	—	1994	2,827	2,894	996	3	482,581	
1966	2,198	—	—	—	—	1995	2,684	3,160	1,020	2	508,114	
1967	2,352	—	—	—	—	1996	2,988	2,754	1,216	3	448,545	
1968	2,136	—	—	0	715,095	1997	2,828	2,729	1,110	3	461,875	
1969	2,107	—	—	0	632,084	1998	2,684	2,594	1,310	2	454,987	
1970	1,715	—	8	0	599,295	1999	2,842	2,494	1,327	3	433,293	
1971	1,801	—	16	0	630,356	2000	2,904	1,672	1,382	3	425,874	
1972	1,737	—	19	0	674,944	2001	2,616	2,614	1,326	2	417,031	
1973	1,764	—	19	0	600,716	2002	2,655	2,907	1,525	2	406,323	3.5
1974	1,894	—	15	1	629,814	2003	2,712	2,109	1,526	2	378,825	2.8
1975	2,440	—	23	1	640,510	2004	2,585	2,329	1,622	2	376,432	0.0
1976	2,629	—	15	1	626,597	2005	2,629	—	—	—	—	0.9
1977	2,529	904	58	1	626,727							
1978	2,219	879	62	0	669,456							
1979	2,460	1,271	180	0	674,799							
1980	2,873	834	208	1	634,928							

附表2 瀬戸内海中・西部系群マダイの尾又長別年齢組成割合

尾又長階級		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	0.00		
140	1.00	0.00	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	0.97	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
220	0.00	0.78	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
240	0.00	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
260	0.00	0.01	0.95	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00		
280	0.00	0.00	0.66	0.32	0.01	0.00	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			

尾又長階級		年齢							1998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	0.59	0.25	0.03	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00		
180	0.96	0.03	0.00	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	0.00		
220	0.00	0.67	0.27	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00		
240	0.00	0.46	0.43	0.10	0.01	0.00	0.00	0.00		
260	0.00	0.19	0.54	0.22	0.06	0.00	0.00	0.00		
280	0.00	0.03	0.35	0.42	0.19	0.00	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			

尾又長階級		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	0.00		
140	0.99	0.01	0.00	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	0.00		
180	0.90	0.10	0.00	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	0.00		
220	0.00	0.82	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
240	0.00	0.50	0.49	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00		
260	0.00	0.17	0.74	0.09	0.01	0.00	0.00	0.00		
280	0.00	0.03	0.51	0.44	0.02	0.00	0.00	0.00		
300	0.00	0.00	0.12	0.79	0.07	0.02	0.00	0.00		
320	0.00	0.00	0.01	0.75	0.18	0.06	0.00	0.00		
340	0.00	0.00	0.00	0.37	0.43	0.20	0.00	0.00		
360	0.00	0.00	0.00	0.06	0.58	0.36	0.00	0.00		
380	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.45	0.00	0.00		
400	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.52	0.01	0.00		
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.56	0.07	0.00		
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.49	0.27	0.00		
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.29	0.61	0.00		
480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.12	0.84	0.00		
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.05	0.94	0.00		
520	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98	0.00		
540	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99	0.00		
560-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.99		

尾又長階級		年齢							2000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	0.97	0.03	0.00	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	0.00		
180	0.83	0.17	0.00	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	0.00		
220	0.00	0.80	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
240	0.00	0.42	0.56	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00		
260	0.00	0.13	0.76	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00		
280	0.00	0.03	0.53	0.40	0.04	0.01	0.00	0.00		
300	0.00	0.00	0.10	0.67	0.19	0.03	0.00	0.00		
320	0.00	0.00	0.01	0.52	0.39	0.08	0.00	0.00		
340	0.00	0.00	0.00	0.29	0.52	0.18	0.00	0.00		
360	0.00	0.00	0.00	0.13	0.50	0.38	0.00	0.00		
380	0.00	0.00	0.00	0.04	0.31	0.65	0.00	0.00		
400	0.00	0.00	0.00	0.01	0.12	0.87	0.00	0.00		
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.93	0.04	0.00		
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.72	0.28	0.00		
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.78	0.00		
480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.97	0.00		
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00		
520	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00		
540	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00		
560-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00		

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(つづき)

尾叉長階級	年齢	2001-2002年用								尾叉長階級	年齢	2004年用							
(mm)	0	1	2	3	4	5	6+			(mm)	0	1	2	3	4	5	6+		
-120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			-120	1.00	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			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			160	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			180	0.70	0.29	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00		
200	0.00	0.95	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00			200	0.03	0.90	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00		
220	0.00	0.81	0.18	0.01	0.00	0.00	0.00			220	0.00	0.88	0.11	0.01	0.00	0.00	0.00		
240	0.00	0.48	0.47	0.05	0.00	0.00	0.00			240	0.00	0.73	0.24	0.03	0.00	0.00	0.00		
260	0.00	0.18	0.66	0.15	0.00	0.00	0.00			260	0.00	0.40	0.48	0.11	0.01	0.00	0.01		
280	0.00	0.04	0.55	0.37	0.04	0.00	0.00			280	0.00	0.09	0.57	0.29	0.02	0.01	0.01		
300	0.00	0.01	0.21	0.58	0.19	0.01	0.00			300	0.00	0.01	0.41	0.46	0.07	0.03	0.02		
320	0.00	0.00	0.03	0.48	0.43	0.06	0.01			320	0.00	0.00	0.21	0.50	0.16	0.09	0.04		
340	0.00	0.00	0.00	0.26	0.55	0.18	0.01			340	0.00	0.00	0.07	0.36	0.31	0.18	0.08		
360	0.00	0.00	0.00	0.11	0.46	0.41	0.02			360	0.00	0.00	0.02	0.16	0.41	0.29	0.12		
380	0.00	0.00	0.00	0.04	0.24	0.67	0.05			380	0.00	0.00	0.00	0.05	0.41	0.37	0.16		
400	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	0.79	0.11			400	0.00	0.00	0.00	0.01	0.34	0.42	0.23		
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.67	0.31			420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.42	0.34		
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.70			440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.36	0.49		
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.95			460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.26	0.68		
480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00			480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.14	0.84		
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00			500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.93		
520	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	0.02	0.98		
540	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	0.01	0.99		
560-	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		

	2003年用									2005年用									
(mm)	0	1	2	3	4	5	6+			(mm)	0	1	2	3	4	5	6+		
-120	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			-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			140	0.98	0.02	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			160	0.97	0.03	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			180	0.82	0.17	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00		
200	0.00	0.98	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00			200	0.10	0.77	0.12	0.01	0.00	0.00	0.00		
220	0.00	0.88	0.09	0.03	0.00	0.00	0.00			220	0.00	0.73	0.24	0.03	0.00	0.00	0.00		
240	0.00	0.57	0.31	0.09	0.02	0.01	0.00			240	0.00	0.53	0.39	0.08	0.00	0.00	0.00		
260	0.00	0.21	0.52	0.19	0.06	0.01	0.00			260	0.00	0.28	0.50	0.20	0.01	0.00	0.00		
280	0.00	0.05	0.49	0.29	0.14	0.03	0.01			280	0.00	0.09	0.45	0.37	0.07	0.00	0.01		
300	0.00	0.01	0.29	0.37	0.26	0.07	0.01			300	0.00	0.02	0.25	0.46	0.23	0.02	0.02		
320	0.00	0.00	0.10	0.36	0.38	0.14	0.02			320	0.00	0.00	0.09	0.37	0.43	0.07	0.04		
340	0.00	0.00	0.02	0.26	0.43	0.25	0.04			340	0.00	0.00	0.02	0.22	0.50	0.19	0.07		
360	0.00	0.00	0.00	0.14	0.37	0.41	0.07			360	0.00	0.00	0.00	0.11	0.38	0.38	0.12		
380	0.00	0.00	0.00	0.05	0.23	0.58	0.14			380	0.00	0.00	0.00	0.04	0.19	0.57	0.21		
400	0.00	0.00	0.00	0.01	0.10	0.65	0.24			400	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.60	0.33		
420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.59	0.38			420	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.47	0.52		
440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.44	0.56			440	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.74		
460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.74			460	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.91		
480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.88			480	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.98		
500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.96			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	0.01	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			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			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	害智網	1985年用	釣	害智網	1989年用	釣	害智網
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	害智網	1986年用	釣	害智網	1990年用	釣	害智網
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	害智網	1987年用	釣	害智網	1991年用	釣	害智網
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	害智網	1988年用	釣	害智網	1992年用	釣	害智網
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 瀬戸内海中・西部系群マダイの漁法別漁獲尾数割合(つづき)

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	0.50	0.00	0.00	0.66	0.05	0.13
1歳	0.19	0.16	0.11	0.00	0.48	0.35
2歳	0.10	0.35	0.23	0.01	0.26	0.37
3歳	0.07	0.30	0.26	0.06	0.14	0.08
4歳	0.03	0.09	0.21	0.14	0.04	0.05
5歳	0.03	0.06	0.11	0.10	0.02	0.01
6歳以上	0.08	0.04	0.08	0.04	0.02	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	0.33	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

附表4 瀬戸内海中・西部系群マダイの漁獲尾数(万尾)、漁獲重量(トン)

漁獲尾数							
年齢	0才	1才	2才	3才	4才	5才	6才以上
1977	168	201	82	49	24	22	36
1978	145	164	72	45	21	20	32
1979	164	181	79	50	24	22	35
1980	209	225	89	56	27	26	41
1981	213	230	94	59	27	26	43
1982	209	277	127	53	28	21	40
1983	231	301	129	43	24	22	33
1984	280	344	135	48	26	24	45
1985	271	336	102	50	32	26	41
1986	264	354	115	45	24	19	37
1987	266	321	123	41	22	22	43
1988	284	369	138	54	27	18	32
1989	283	344	107	52	29	19	34
1990	298	347	97	43	27	23	39
1991	227	268	105	45	24	20	34
1992	307	341	89	56	40	25	35
1993	274	306	70	60	46	27	30
1994	287	308	67	56	43	26	29
1995	227	258	64	57	45	27	28
1996	306	342	75	59	44	26	31
1997	255	289	71	62	46	27	29
1998	415	150	76	87	54	28	23
1999	275	158	84	89	59	40	22
2000	155	168	134	112	63	35	14
2001	190	171	70	86	54	30	22
2002	186	425	78	61	39	20	16
2003	177	185	95	67	46	34	26
2004	129	94	83	60	45	33	34
2005	173	167	108	73	35	24	29

漁獲重量							
年齢	0才	1才	2才	3才	4才	5才	6才以上
1977	59	448	309	300	195	247	970
1978	51	366	271	273	175	224	860
1979	58	402	297	303	196	254	949
1980	74	503	336	339	222	291	1107
1981	75	512	354	358	227	290	1147
1982	74	618	480	320	235	242	1067
1983	82	671	488	261	202	251	885
1984	99	768	509	291	212	272	1200
1985	96	750	386	305	264	294	1103
1986	93	789	436	276	199	213	1002
1987	94	716	463	250	179	247	1155
1988	100	823	520	329	227	202	867
1989	100	766	402	318	241	212	923
1990	105	773	365	260	222	259	1051
1991	80	597	398	274	201	223	912
1992	109	761	335	339	329	284	936
1993	97	682	265	363	382	311	808
1994	101	687	253	341	360	300	785
1995	80	574	241	349	372	310	758
1996	108	762	283	357	360	290	829
1997	90	644	269	374	379	300	772
1998	147	334	285	527	451	317	623
1999	97	353	317	539	485	455	596
2000	55	375	504	677	525	394	374
2001	67	381	263	522	451	341	591
2002	66	946	294	367	321	222	438
2003	63	413	359	406	381	387	703
2004	45	210	314	365	369	378	904
2005	61	372	409	442	293	275	776

附表5 瀬戸内海中・西部系群マダイの資源尾数(万尾)、資源重量(トン)

資源尾数									資源重量								
年＼ 年齢	0才	1才	2才	3才	4才	5才	6才以上	合 計	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	1977	400	1,503	1,351	1,360	1,134	1,035	4,074	10,857
1978	1,216	627	352	227	144	94	152	2,812	1978	430	1,398	1,330	1,376	1,189	1,063	4,083	10,870
1979	1,255	704	348	231	150	102	160	2,950	1979	444	1,570	1,315	1,404	1,241	1,152	4,298	11,425
1980	1,394	715	394	221	149	105	168	3,146	1980	493	1,594	1,488	1,344	1,236	1,186	4,510	11,851
1981	1,446	772	363	251	135	101	168	3,237	1981	512	1,721	1,370	1,521	1,121	1,147	4,531	11,922
1982	1,465	804	404	220	157	89	165	3,304	1982	518	1,793	1,525	1,334	1,303	1,008	4,436	11,917
1983	1,469	820	387	224	137	107	158	3,301	1983	520	1,827	1,461	1,358	1,134	1,208	4,255	11,763
1984	1,539	805	378	208	149	93	173	3,344	1984	544	1,793	1,427	1,261	1,235	1,055	4,649	11,965
1985	1,608	811	327	195	131	102	161	3,337	1985	569	1,809	1,237	1,183	1,086	1,159	4,342	11,385
1986	1,535	866	340	182	118	81	161	3,284	1986	543	1,930	1,284	1,108	979	922	4,333	11,099
1987	1,540	822	367	181	112	78	153	3,254	1987	545	1,833	1,388	1,098	929	880	4,118	10,791
1988	1,569	824	362	197	115	75	135	3,277	1988	555	1,836	1,368	1,198	950	847	3,639	10,393
1989	1,625	829	320	179	117	72	131	3,273	1989	575	1,848	1,211	1,086	967	811	3,531	10,028
1990	1,483	867	347	173	103	72	122	3,167	1990	525	1,933	1,312	1,047	851	813	3,296	9,777
1991	1,439	759	374	204	106	62	107	3,052	1991	509	1,692	1,415	1,240	879	704	2,879	9,318
1992	1,454	788	360	219	131	67	93	3,113	1992	514	1,756	1,359	1,331	1,083	763	2,517	9,322
1993	1,423	732	317	222	134	74	81	2,983	1993	503	1,632	1,198	1,348	1,107	836	2,174	8,799
1994	1,450	738	305	203	132	70	78	2,976	1994	513	1,645	1,151	1,233	1,096	798	2,090	8,525
1995	1,623	746	307	196	120	72	74	3,137	1995	574	1,663	1,160	1,187	991	813	1,988	8,376
1996	1,624	912	358	201	112	60	72	3,339	1996	575	2,034	1,354	1,217	929	676	1,934	8,718
1997	1,364	848	415	234	115	55	59	3,090	1997	483	1,891	1,567	1,418	953	620	1,594	8,525
1998	1,644	714	411	284	141	55	45	3,294	1998	581	1,591	1,552	1,727	1,163	623	1,224	8,463
1999	1,282	771	429	277	160	69	38	3,025	1999	453	1,719	1,619	1,683	1,327	776	1,018	8,596
2000	1,112	641	466	284	152	81	32	2,770	2000	393	1,429	1,762	1,727	1,262	923	874	8,370
2001	1,548	625	355	271	138	70	51	3,058	2001	547	1,393	1,343	1,644	1,138	797	1,384	8,246
2002	1,216	892	340	236	149	66	55	2,954	2002	430	1,988	1,285	1,432	1,237	747	1,479	8,598
2003	1,150	671	325	215	143	90	69	2,664	2003	407	1,495	1,227	1,307	1,188	1,024	1,860	8,509
2004	1,302	633	363	187	120	79	79	2,763	2004	460	1,410	1,373	1,133	995	892	2,132	8,397
2005	1,359	776	414	230	102	60	72	3,014	2005	481	1,729	1,565	1,398	847	685	1,933	8,637

附表7 瀬戸内海中・西部系群マダイの再生産の誤差変動を考慮したシミュレーションから得られるABClimit等の基本統計

	ABClimit	予測漁獲量
平均	2,359	2,711
中央値	2,360	2,712
標準偏差	52	59
範囲	368	423
最小	2,197	2,524
最大	2,565	2,947
試行回数	1,000	1,000
変動係数	2	2

附表8 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	0.60	0.39	0.21	0.17
1	223	0	1.00	0.24	0.35	0.28
2	378	0	1.20	0.17	0.42	0.34
3	607	0.5	1.52	0.17	0.53	0.42
4	828	1	1.70	0.17	0.59	0.48
5	1,133	1	2.07	0.17	0.72	0.58
6-	2,692	1	2.07	0.17	0.72	0.58

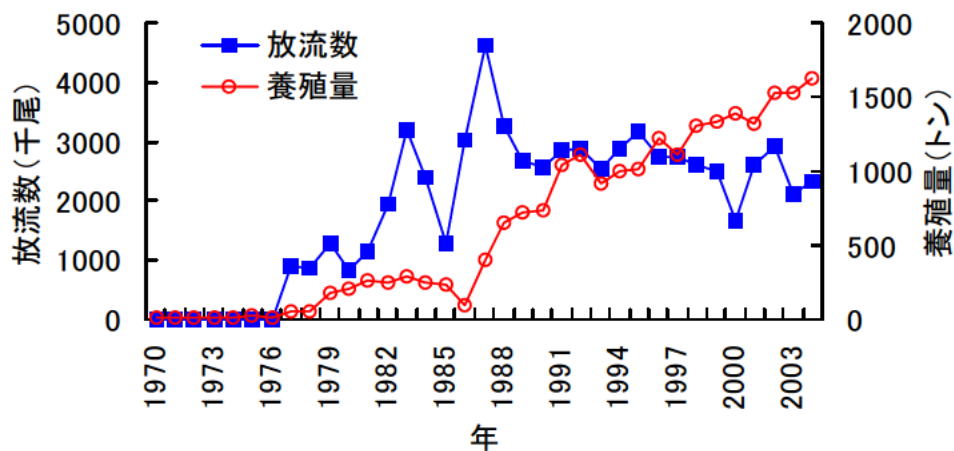


図1 瀬戸内海中・西部系群マダイの放流数、養殖量



図2 瀬戸内海中・西部系群マダイの分布・回遊

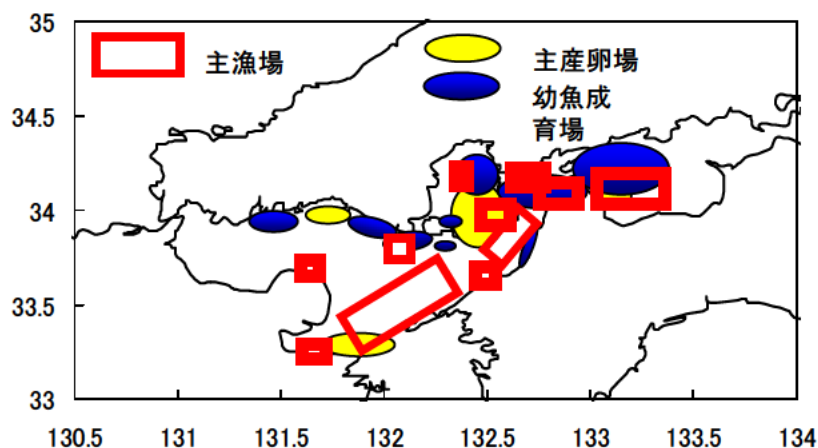


図3 瀬戸内海中・西部系群マダイの生活史・漁場形成図

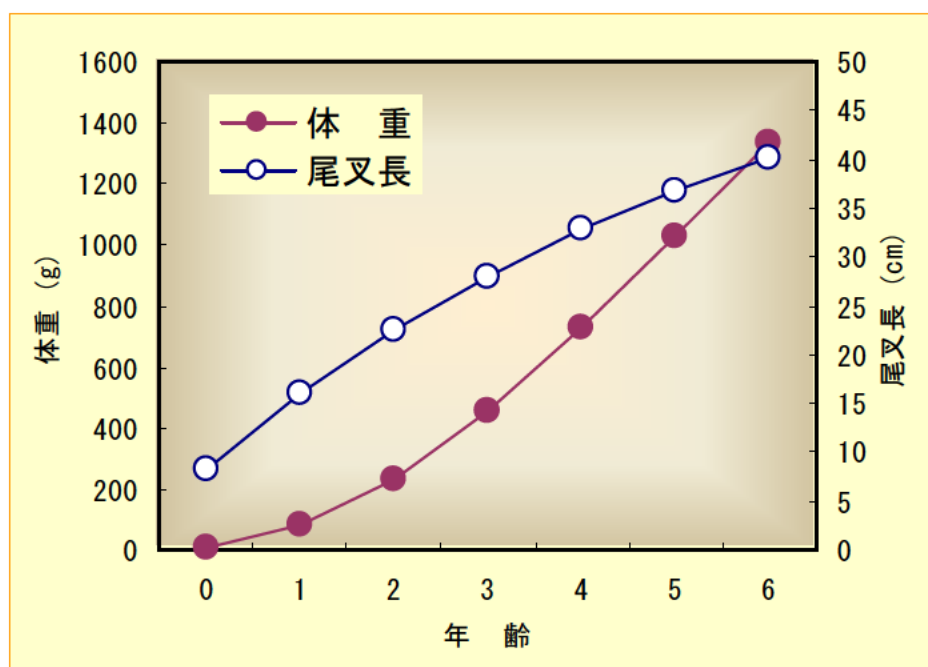


図4 瀬戸内海中・西部系群マダイの年齢・成長

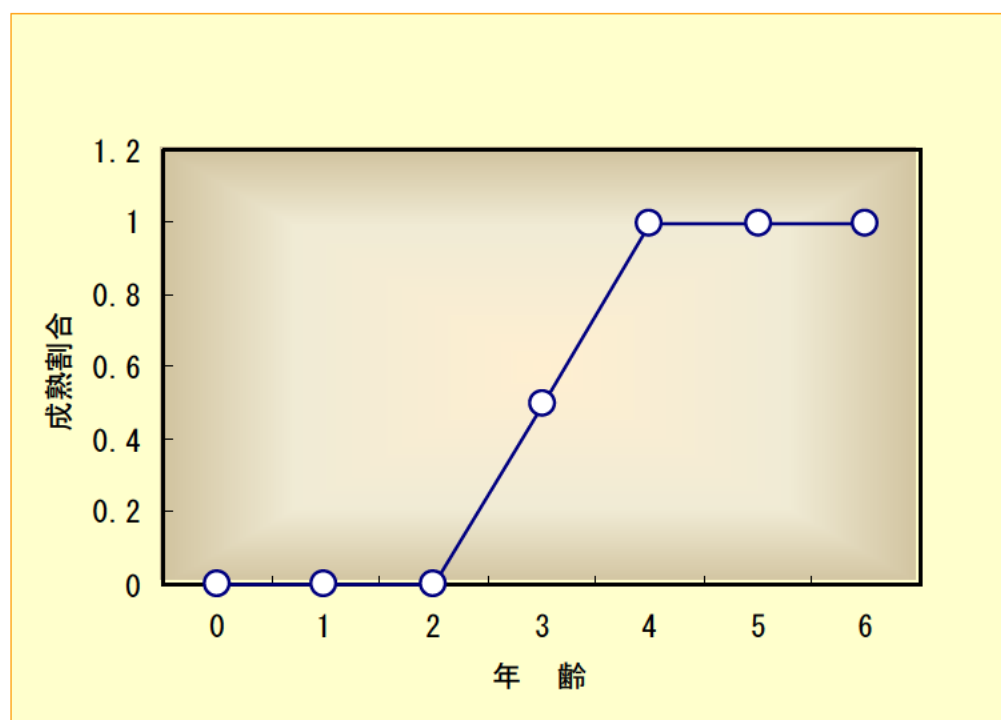


図5 瀬戸内海中・西部系群マダイの年齢別成熟割合

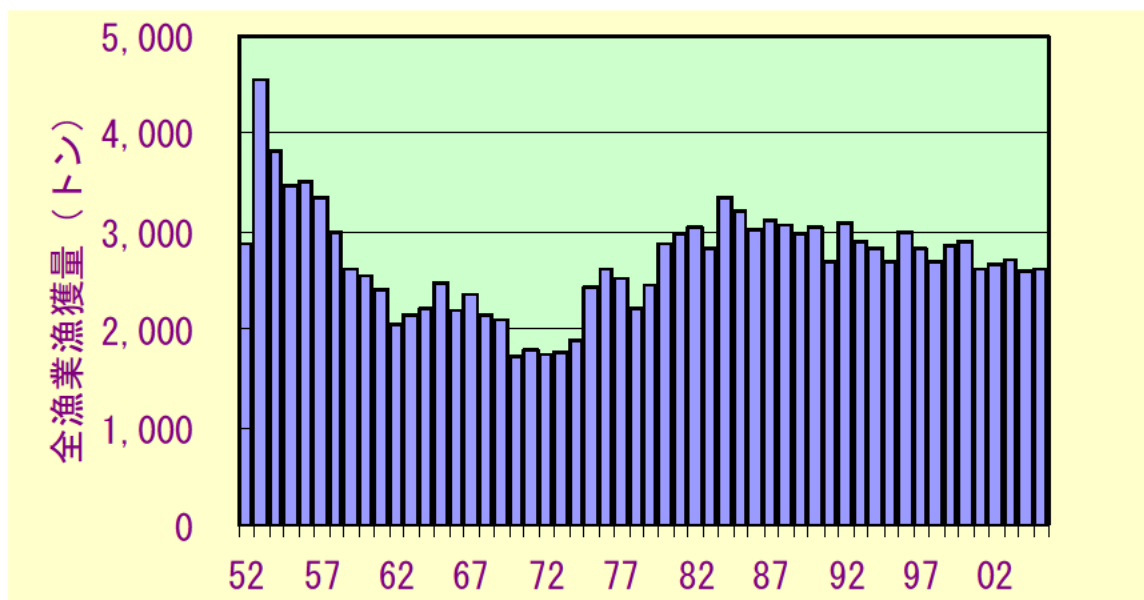


図6 瀬戸内海中・西部系群マダイの漁獲量経年推移

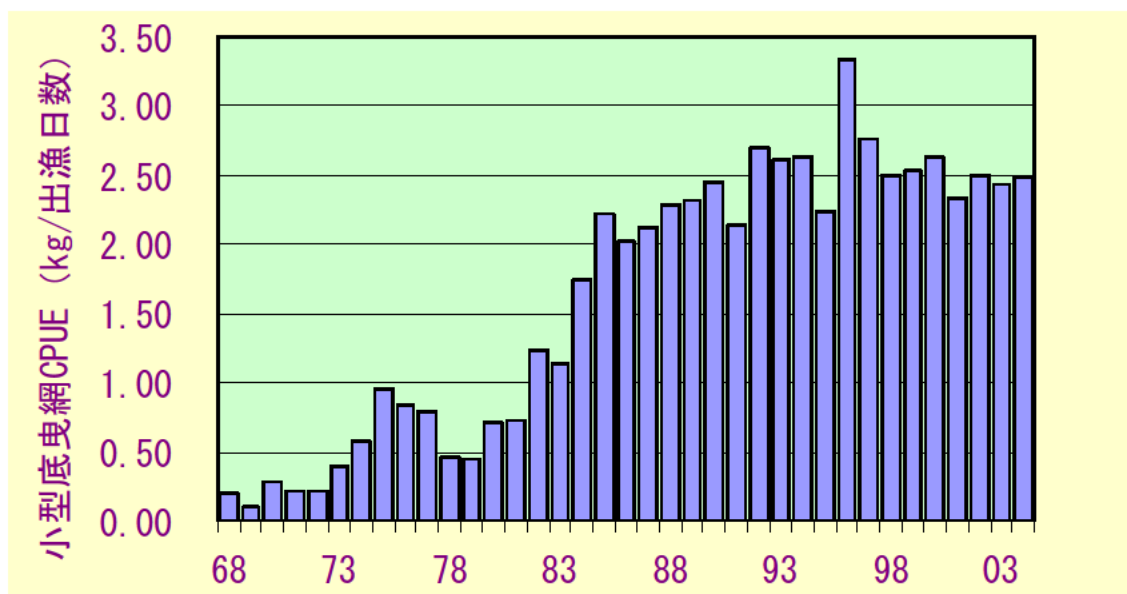


図7 主要漁業種(小型底曳網)のCPUE

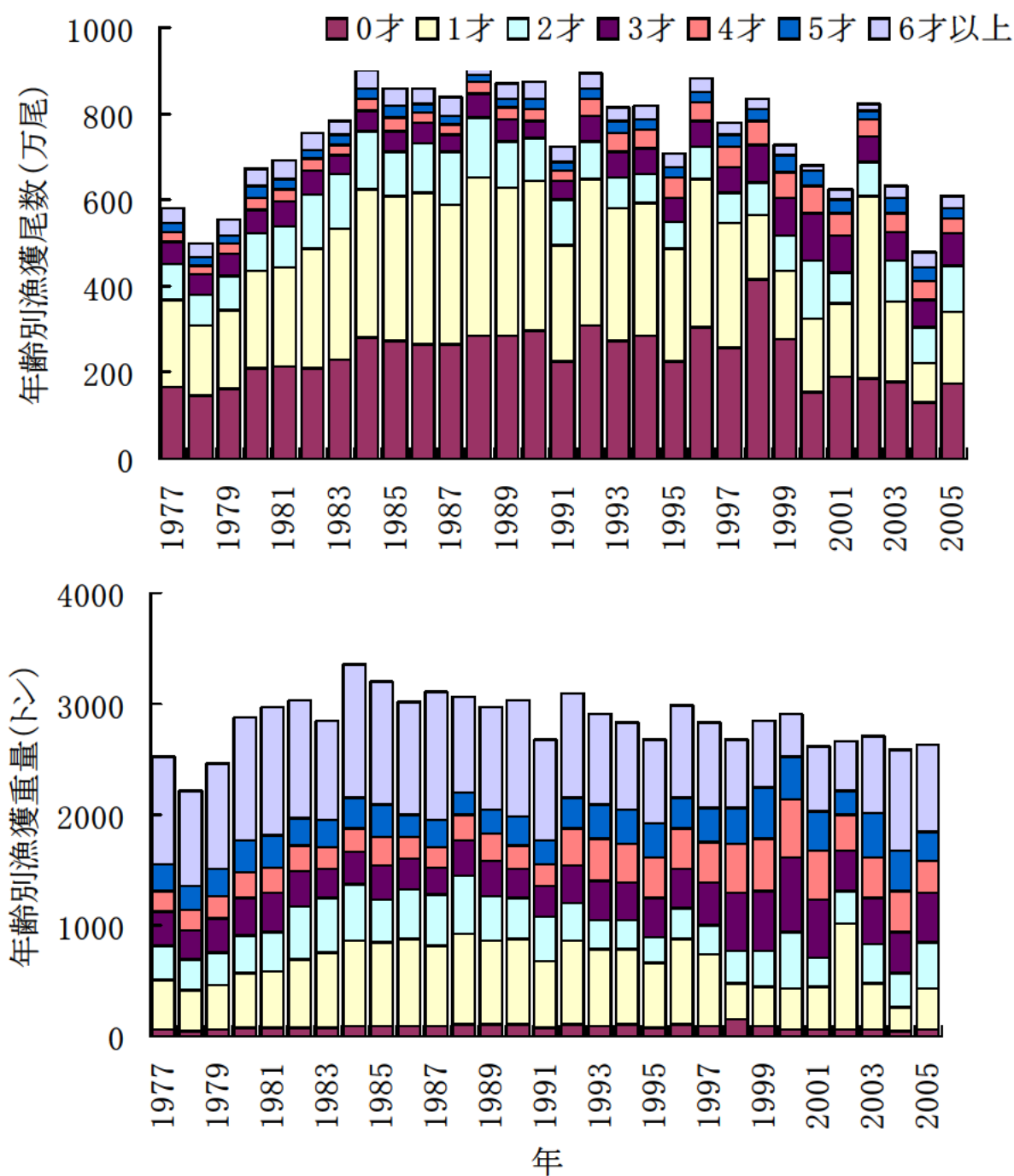


図8 年齢別漁獲尾数(上)・重量(下)の経年推移

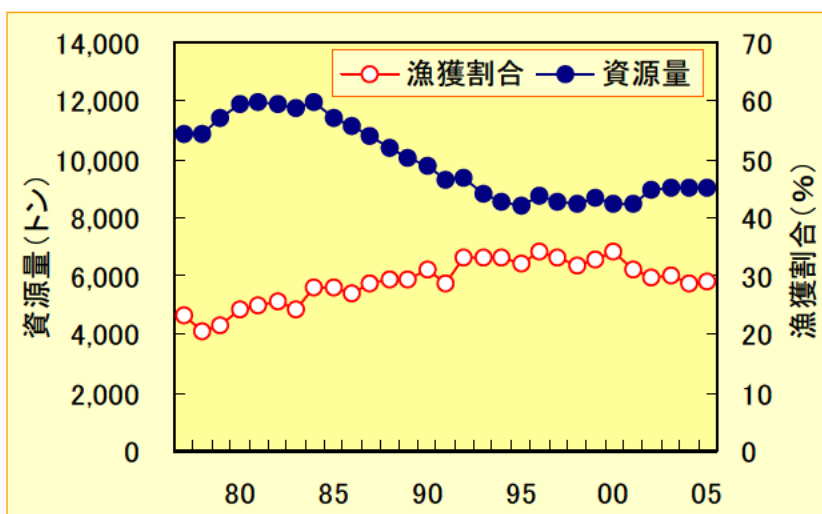


図9 資源量と漁獲割合の経年推移

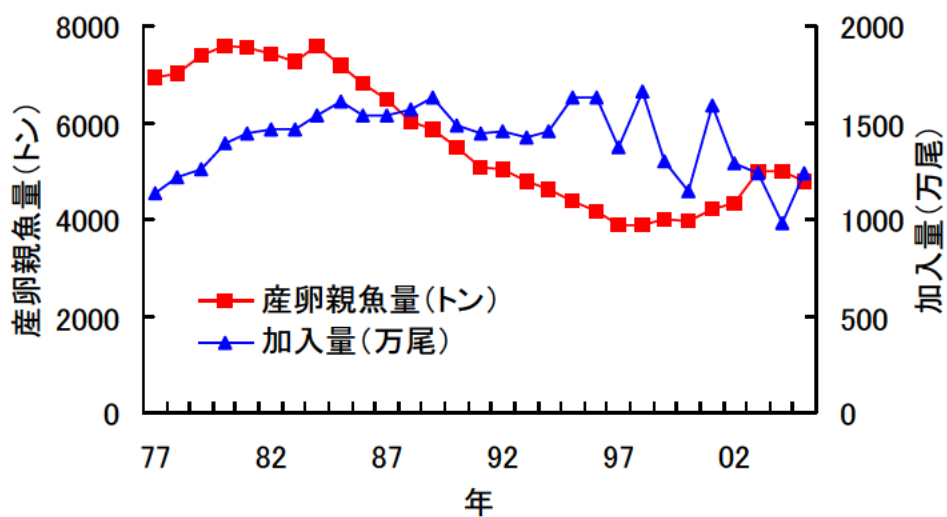


図10 加入量と産卵親魚量の経年推移

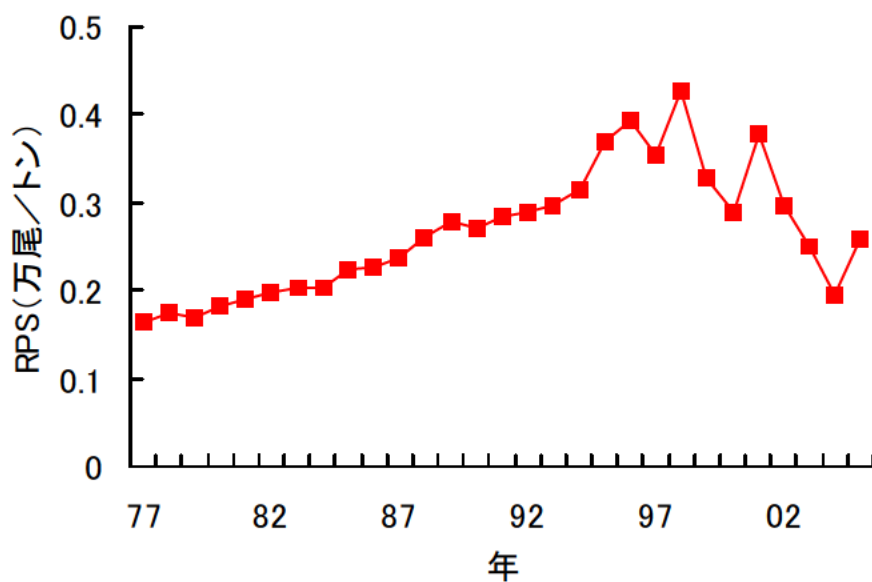


図11 RPSの経年推移

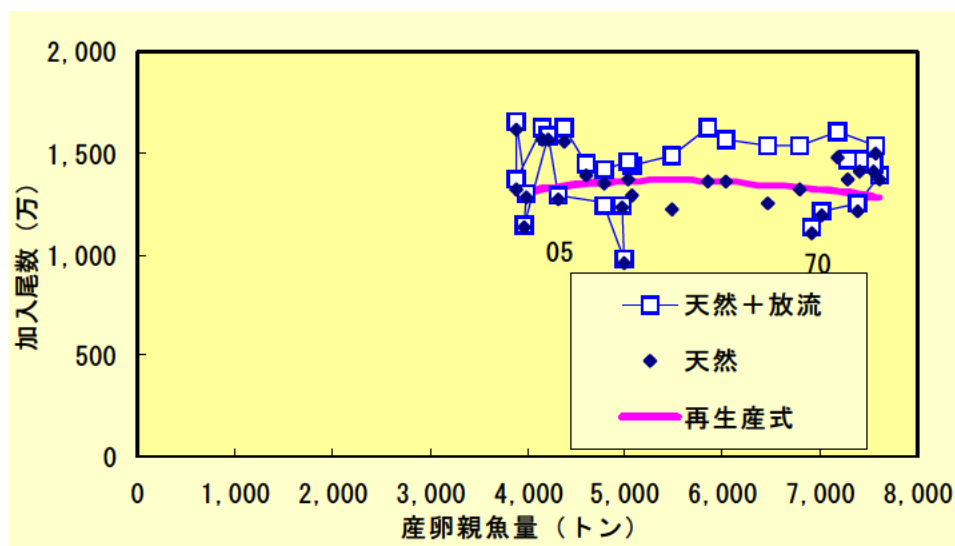


図12 再生産関係

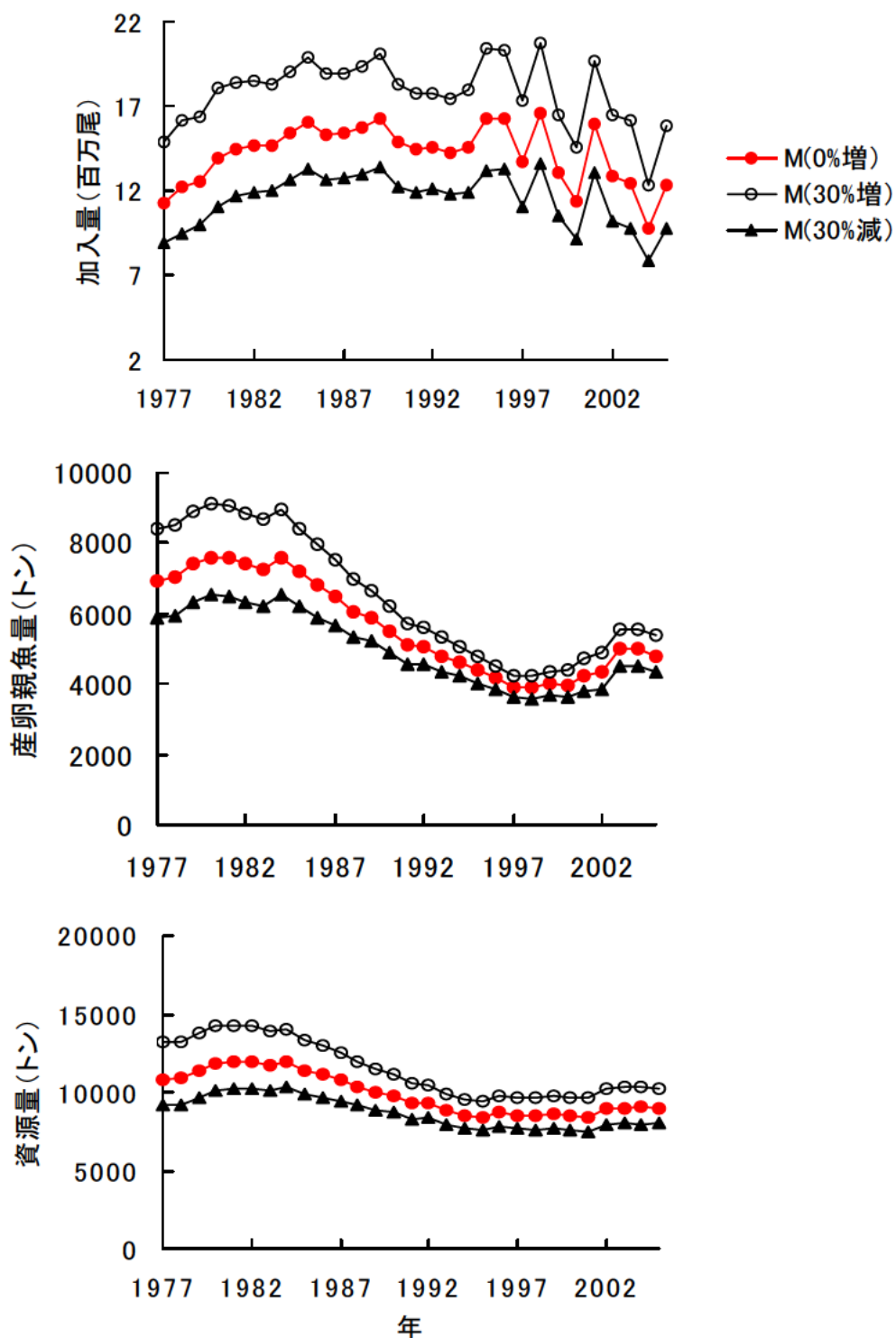


図13 自然死亡係数の変化による各推定結果の変化

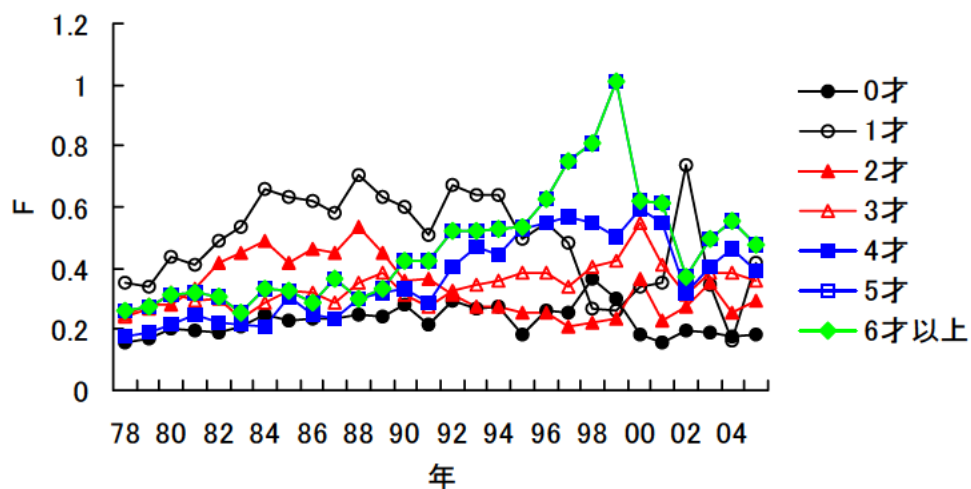


図14 年齢別 F の変化

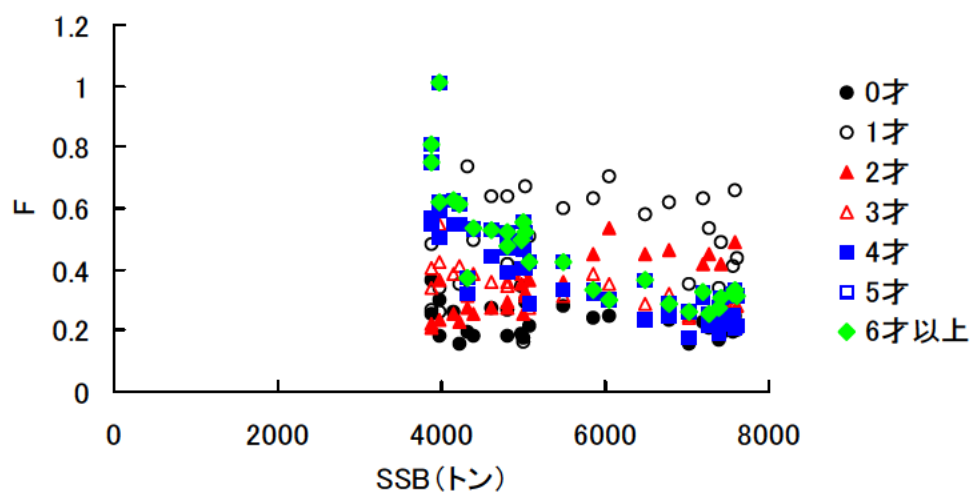


図15 産卵親魚量と漁獲死亡係数の関係

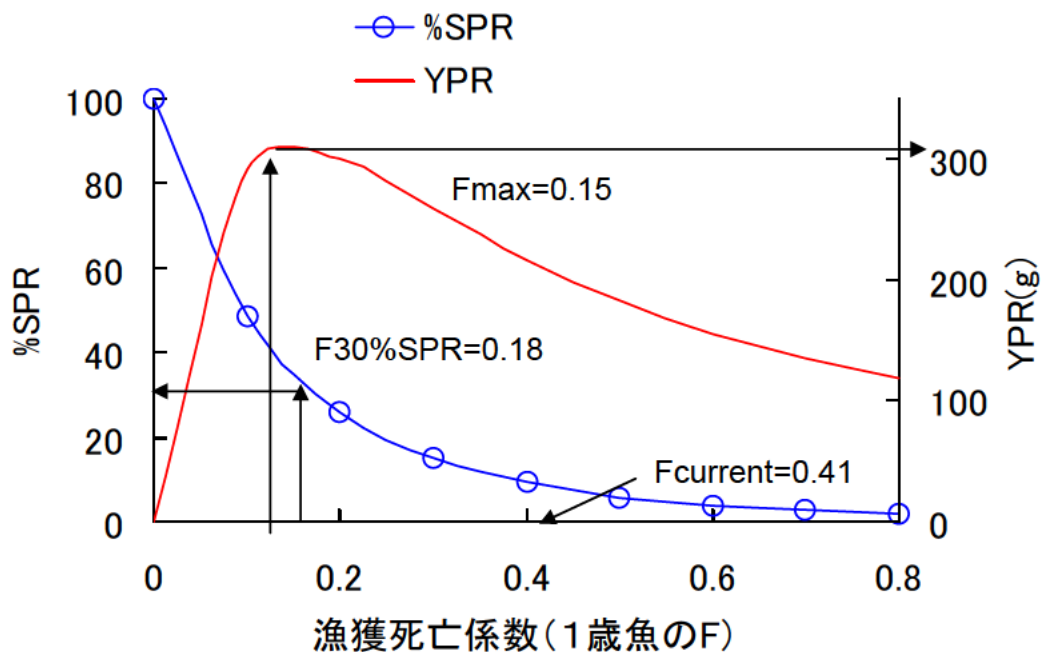


図16 %SPR・YPR

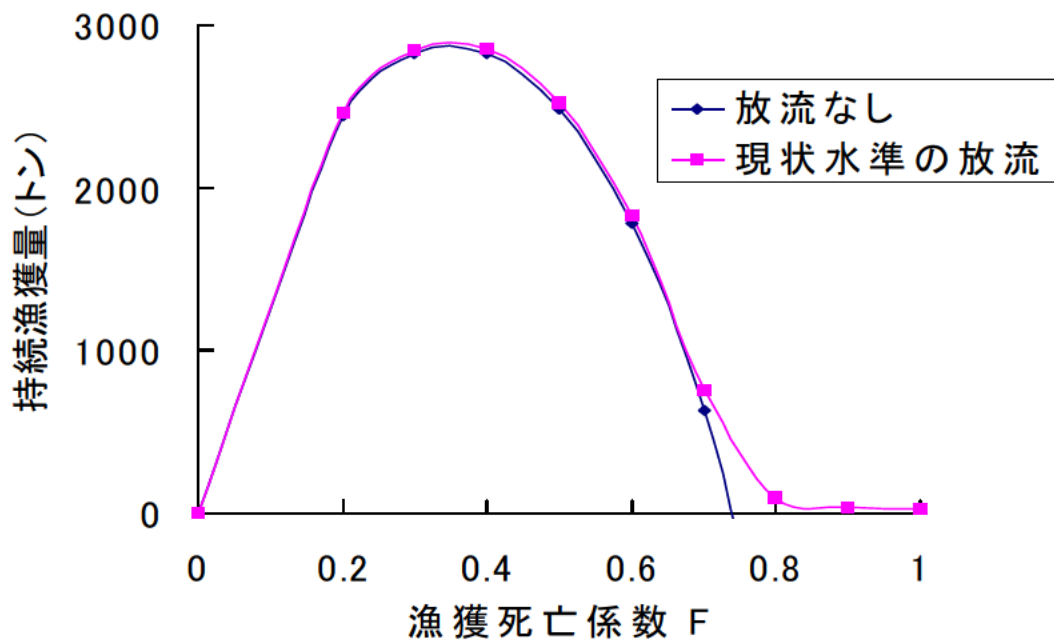


図17 1歳魚の F と持続漁獲量

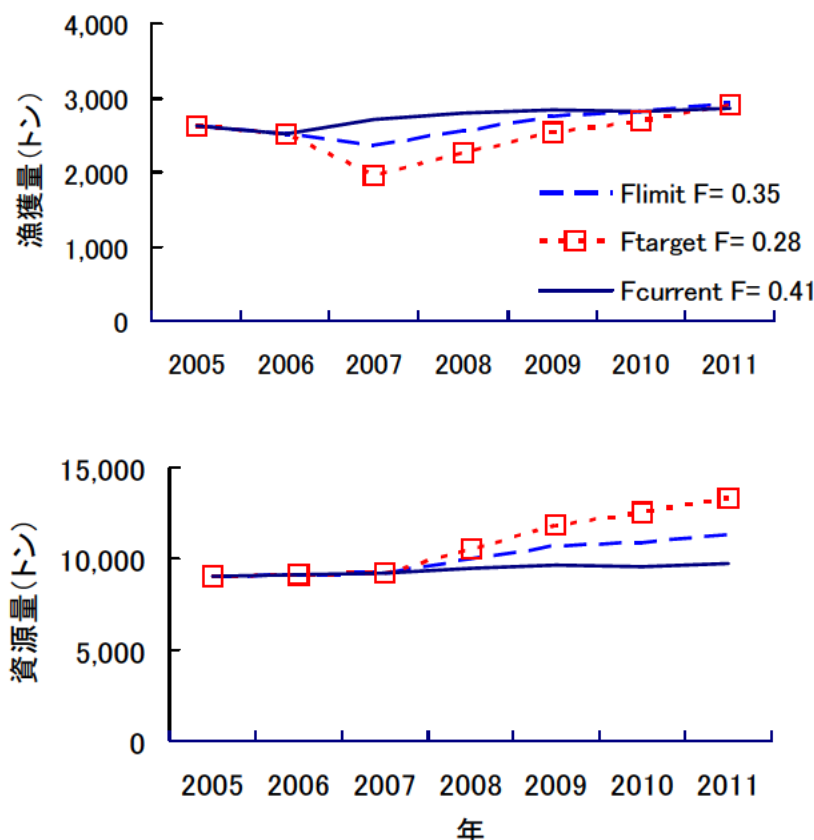


図18 F値(1歳魚)の変化による期待漁獲量(上)と資源量(下)の変化

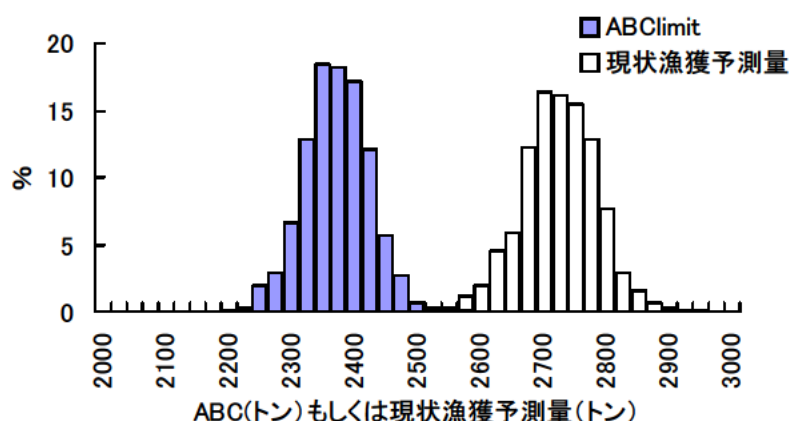


図19 再生産の誤差変動を考慮したシミュレーションから得られるABClimitと現状漁獲予測量の頻度分布

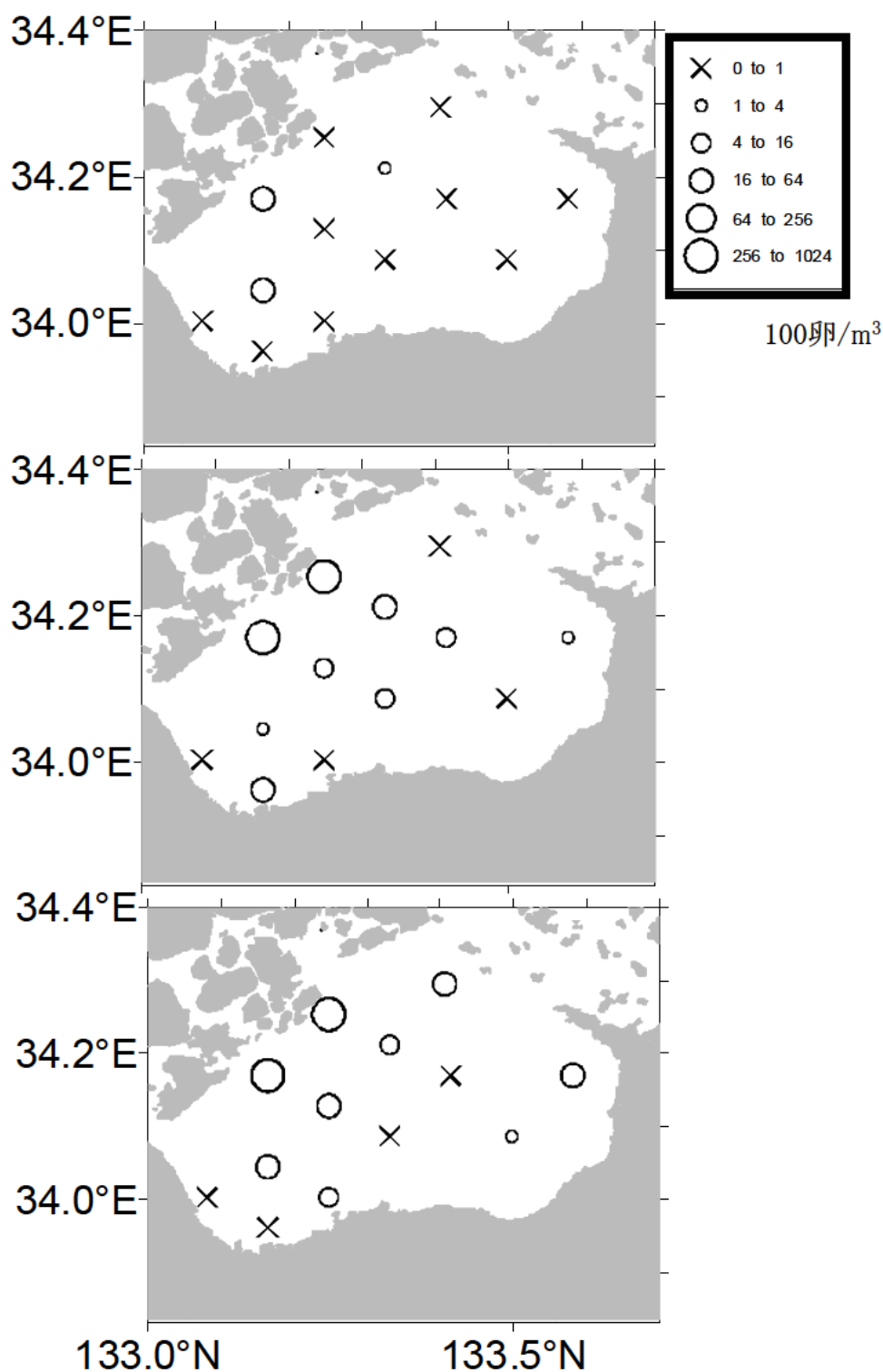


図20 燧灘におけるマダイ卵分布(しらふじ丸調査結果;4月(上)、5月上旬(中)、5月下旬(下))。