

平成18年マダイ日本海西部・東シナ海系群の資源評価

責任担当水研：西海区水産研究所（吉村 拓・鈴木 健吾）

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

要 約

本系群マダイの資源量は、1996年のピーク後、2003年までは減少傾向にあったが、その後再び増加に転じている。2005年の漁獲量は前年とほぼ等しく、資源量は前年より110トン増加、再生産成功率は過去の平均的レベルであったことから、現在の資源水準は中位で横ばい傾向にあると判断された。算出された生物学的許容漁獲量ABCは下表の通りである。ただし、2006年以降の再生産成功率（1歳の加入尾数/親魚量）が過去19年間の平均的なレベルで続き、2007年以降の漁獲係数が変化しないとした場合に、親魚量の回復が期待される漁獲量を ABC_{limit} 、それよりやや少なく不確実性を見込んだ漁獲量を ABC_{target} とした。

	2007年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC_{limit}	49百トン	Frec	0.45	34%
ABC_{target}	41百トン	0.8Frec	0.36	29%

F値は各年齢の平均値である。ABCに0歳魚は含まれない。

年	資源量(百トン)	漁獲量(百トン)	F値	漁獲割合
2004	148	57	0.49	36%
2005	150	57	0.50	37%
2006	147	—	—	—

2006年の資源量は、再生産成功率が過去19年間の平均的レベルとした場合の予測である。資源量に0歳魚は含まれない。

水準：中位

動向：横ばい

1. まえがき

2005年の全国マダイ漁獲量14,561トンのうち、39%（5,690トン）が日本海西部（鳥取県以西）から九州西岸（鹿児島県佐多岬以西）に至る水域での漁獲量であり、本報告ではこの水域に分布する群を単一の系群として取り扱う。東シナ海の以西漁場における群は本系群には含まれていない。

本種は養殖業の代表的対象種でもある。全国における養殖収穫量は過去3年平均で78,571トンに達しており、天然漁獲量の同平均14,644トンの5.4倍に達している。

1990年代以降、天然魚の価格低下傾向が続いており、近年では平均的に見ると養殖魚との価格差はわずかなものとなっている。

2. 生態

(1) 分布・回遊

本系群のマダイは、島根県以西の日本海沿岸と、鹿児島県佐多岬以西から九州西岸域に分布し(図1)、島根県の隠岐島周辺や山口県から鹿児島県にかけての九州西岸海域で、島周りを中心にいくつかの産卵場を有することが知られている。1～3歳魚は春季の接岸と秋季の離岸(沖合越冬)の季節的移動を繰り返す。4歳以上の成魚は等深線に沿った移動を行い、広域的に回遊すると推定されている。

(2) 年齢・成長

孵化後の尾叉長は、半年で約9cm、1年で約14cm、2年で約22cm、3年で約30cm(図2)となり、3年目から産卵に加わり(図3)、寿命は約20年と推定されている。

(3) 成熟・産卵生態

産卵期は南ほど早く、鹿児島では2月から、長崎県の五島西沖や鯨曾根では、産卵期は3月上旬～5月下旬、福岡県でも5月下旬まで続く。孵化した仔魚は30～40日の浮遊期の後に底生生活に入り、幼魚は4～5月頃に沿岸一帯に広く分布する。

(4) 被捕食関係

稚魚はかいあし類コペポダイトや尾虫類を、成魚は甲殻類や貝類、多毛類などを主要な餌とする。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概況

当系群の2005年における漁業種類別漁獲量は、船びき網(吾智網)が39%と最も多く、次いで釣り(18%)、延縄(11%)、刺網(10%)、沖底(9%)、小型底びき網(6%)、定置網(5%)、まき網(2%)となっており、様々な漁法によって漁獲されている上に、県によってそれらの割合も大きく異なる点が特徴的である(図4)。県別の漁獲割合は、福岡県(26%)が最も多く、長崎県(25%)、山口県(15%)、熊本県(13%)がこれに次いだ。なお、遊漁による漁獲量は平成9年で全体の2.1%と推定されている(農水省統計情報部 1998)。

(2) 漁獲量の推移

本系群の漁獲量は、1969年の1万1千トン进行ピークに、その後1990年の5,100トンまで減少した。その後は増加傾向に転じ、1999年の6,800トンまで回復したが、2000年以降は再び減少に転じ、2003年には1990年と同じ最低水準に戻った。2004年の漁獲量は5年振りに増加して5,700トン、2005年(暫定値)もほぼ変わらなかった(表1、図5)。

本系群の分布水域（鹿児島県佐多岬から鳥取県に至る九州西岸域と日本海域）における人工種苗の放流数は、1999年に914万尾に達した後は減少傾向に転じ、近年は800万尾付近を前後しており、2004年は前年より28万尾減少して780万尾であった（図5）。総放流数に占める割合は、熊本県（37%）、鹿児島県（19%）、島根県（17%）、長崎県（13%）の順であった。

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

最近年の漁業種類別の体長測定資料や年齢査定資料、あるいは既存の漁業種類別年齢組成資料に基づき、県ごとの漁業種類別年齢別漁獲尾数を推定し、それらを合計して得られた系群全体の年齢別漁獲尾数（1986～2005年）を用いて、Popeの近似式（Pope 1972）によるコホート解析を行った。自然死亡係数 M は年齢によらず一定とし、寿命を20年として田内・田中の式（田中 1960）で求めた0.125を用いた。成長に関するパラメータは、従来通りの値を用いた。

コホートがまだ完結していない年級群の最近年の年齢別資源尾数は、各年齢につき過去3年間平均の漁獲係数 F を用いて計算した。2004年の最高齢の F は、同一年の1歳若い年齢群の F と同じになるよう調整し、高齢部分の計算には以下の式を用いた。なお、1993年頃から各地で0歳魚の捕獲が禁止されたため、資源への加入年齢は1歳とし、解析では0歳魚を除外した。

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

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

(2) 漁獲物の年齢組成

主に3才以下の個体が漁獲されており、2005年はこれらが全漁獲量の84%を占めると推定された（図6）。

(3) 資源量の推移

年齢別漁獲尾数に基づくコホート計算結果（表2、図7）によると、資源量は1989年の1万6千トンから1996年には1万8千トンまで増加したが、その後は減少傾向に転じ、2003年には過去最低の1万5千トンとなった。2004年以降はわずかながら増加傾向に転じ、2005年の資源重量は前年より100トン増加、資源尾数はほぼ変わらず2,600万尾であった。

産卵親魚量と1才魚の加入量から再生産関係（図8）を検討すると、90年代の産卵親魚量の増加が翌年の1歳魚の加入増加に結びついたことが示唆されるが、97年に親魚量がやや減少したことに伴い、98年以降の加入尾数も減少している。再生産成功率（表3、図9）も、98年以降の低下傾向から2001年以降の回復傾向に転じている。2005年は前年よりやや低下したが、この原因として日本海沿岸域にエチゼンクラゲが

押し寄せた結果、1歳魚の多い浅海域での操業が避けられた傾向にあったことが示唆されたことから、漁場の偏りによる影響と考えられた。

産卵親魚量と翌年の1歳魚尾数との間の再生産関係(図10)によると、両者の間には正の相関関係が認められるものの、ともに比較的狭い範囲で変動していることから、再生産関係式を当てはめることは妥当ではないと考えられる。

自然死亡係数(M)の誤差が、コホート解析の結果にどの程度影響を与えるか試算した。Mを変化させた場合の資源量、親魚量、加入量の変動を図11に示す。Mが大きくなるといずれの値も増加しており、解析に用いたM(0.125)に20%の誤差があった場合、その資源量、親魚量、および加入尾数の推定値が受ける影響は5~6%であった。

(4) 資源水準・動向の判断

資源量推定値が得られている1986年以降で検討すると、2005年の資源量と資源尾数は過去最低を脱し、それぞれ最高年の81%と76%のレベルにあり、前年と比較して前者は微増、後者は横ばいであった。魚価の下落や日本海でのエチゼンクラゲ異常発生のために漁獲努力量が減少した可能性がある一方で、漁獲量は5年振りに増加した前年とほぼ同水準であった。また、再生産成功率は過去平均を上回っている。これらのことから、資源水準は中位で、資源動向は横ばい傾向を示していると判断された。

5. 資源管理の方策

(1) 資源と漁獲の関係

漁獲係数は過去5年間ほぼ同レベルで横ばい状態にある(図12)。FとYPRとの関係(図13)によると、現状のF(0.50)は F_{max} (0.20)より大きく、成長乱獲にあることが示唆される。また、Fと%SPRとの関係では、現状のFが $F_{8\%SPR}$ に相当することから、やはり現在の漁獲圧は高いことが示唆される。

(2) 種苗放流効果

本系群に関係する8県のうち、マダイ種苗放流を行っているのは、鳥取県と福岡県を除く6県である(図14)。6県の日本海側と東シナ海側における総放流数は、1999年の910万尾をピークに、2001年に780万尾まで減少、その後は横ばい傾向を示しており、2004年は前年から28万尾減少して779万尾であった。

本系群では、放流魚の添加効率を推定するための基礎情報が不十分なため、放流魚の成長・成熟が天然と同じと仮定した上で、想定した4つの添加効率(0.0、0.1、0.2、0.3)下での放流効果を試算した。VPAによる天然の親魚量と、放流数に各添加効率を乗じて求まる種苗の1歳加入尾数を減じた天然1歳魚の尾数との再生産関係から RPS_{med} を求め(図15)、過去5年の放流平均尾数(804万尾)が将来一定で継続するとして、将来予測を行った。 F_{limit} の求め方は後述するABCの算定と同様である。

各添加効率の下で、 $F_{current}$ と F_{limit} での漁獲を続けた場合の、2016年までの資源量変動を図16に、また放流がある場合とない場合の2016年における資源量を表4に示す。例えば $F_{current}$ での2016年の資源量を、添加効率0.2で放流がある場合とない

場合を比較すると、前者は後者の1.36倍、 F_{limit} では1.04倍となる(図16)。

6. 2007年ABCの設定

(1) 資源評価のまとめ

2003年以降の資源量は微増傾向にある。また、漁獲係数は比較的高いレベルである。親魚量と加入尾数の関係(図10)において、 RPS_{high} を示す直線上で R_{high} を実現するSSBを B_{limit} (11,000トン)とすると、2005年の親魚量は9,000トンと B_{limit} より小さいことから、産卵親魚量を回復させることが望まれる。

(2) ABCの算定

資源量および親魚量と加入量の関係が利用可能で、親魚量が B_{limit} 以下であることから、ABC算定規則1-1)-(2)を適用する。2006年以降の再生産成功率は、過去19年間の中央値と仮定する。ABCの算定では、10年後の2016年に親魚量がこの B_{limit} にまで回復するFを探索的に求め、これを F_{limit} (0.45)とした。さらに、これに安全率 α (0.8)を乗じたものを F_{target} (0.36)とした(下表)。

	ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	49百トン	Frec	0.45	34%
ABCtarget	41百トン	0.8Frec	0.36	29%

(3) 漁獲圧と資源動向

2005年の選択率および過去5年平均の再生産成功率のもと、1才魚の繁殖価が1になるようなターミナルFを求め、この時のFの年齢平均値を F_{sus} とした。F値の変化に伴う親魚量と期待漁獲量の推移を表5と図17に示す。

(4) ABC_{limit} の検証

自然死亡係数Mが与える影響を見るために、Mを変化させた場合の ABC_{limit} の変化を図18に示す。Mが大きくなると資源量は多くなるが、ABCは逆に小さくなり、M(0.125)に20%の誤差があった場合、そのABC推定値に及ぼす影響は約0.2%であった。

(5) ABCの再評価

データの更新に伴う資源量とABCの再評価結果を下表に示す。2005年当初の資源量推定値は2003年までの漁獲データを用いた2004年における評価結果、2005年の再評価と2006年当初は、2004年までのデータを用いた2005年における評価結果、2006年再評価は2005年までのデータを用いて解析を行った結果である。

評価対象年	管理基準	資源量 (トン)	ABClimit (トン)	ABCtarget (トン)	漁獲量 (トン)
2005年(当初)	Frec	12,723	4,182	3,464	
2005年(2005年再評価)	Frec	13,496			5,690
2005年(2006年再評価)	Frec	14,950			
2006年(当初)	Frec	13,064	4,353	3,635	
2006年(2006年再評価)	Frec	14,676			

7. 引用文献

農林水産省統計情報部(1998)平成9年遊漁採捕量調査報告書, 1-115.

Pope J.G.(1972)An investigation of the accuracy of virtual population analysis using cohort analysis.Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull., 9, 65-74.

田中昌一(1960)水産生物のPopulation Dynamicsと漁業資源管理. 東海水研報, (28), 1-200.

秋元聡・内田秀和(1998)筑前海区におけるマダイ資源の現状と問題点. 水産海洋研究, 62(2), 128-131.

表1. マダイ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量変動

年	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
漁獲量(トン)	11,166	10,493	8,759	10,268	8,596	8,121	7,517	7,729	8,000	8,320
年	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
漁獲量(トン)	7,206	7,622	6,638	7,154	7,050	7,279	6,392	5,819	5,879	5,532
年	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
漁獲量(トン)	5,154	5,111	5,327	5,495	5,754	5,669	5,973	6,555	6,716	6,666
年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005			
漁獲量(トン)	6,830	5,964	5,512	5,561	5,129	5,733	5,690			

表2. 年齢別漁獲尾数とコホート解析結果

年齢別漁獲尾数											千尾
年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳+	合計
1986	4,427	2766	1912	542	285	233	133	150	39	40	10,528
1987	3,818	2,313	1,679	565	307	268	139	146	43	44	9,323
1988	4,038	2,359	1,864	542	282	255	122	138	36	40	9,675
1989	3,403	2,243	1,763	497	268	243	114	127	35	37	8,729
1990	3,844	2,417	1,521	501	271	224	124	150	35	37	9,125
1991	3,664	2,570	1,465	521	284	237	134	156	40	41	9,114
1992	3,423	2,465	1,428	532	285	240	130	149	39	41	8,732
1993	4,157	2,727	1,531	562	267	236	121	148	39	43	9,831
1994	4,751	2,829	1,528	526	254	218	111	144	36	41	10,439
1995	4,863	3,042	1,743	566	270	248	115	158	36	39	11,080
1996	4,600	3,126	1,707	536	334	307	180	235	46	49	11,120
1997	5,584	4,844	1,832	622	300	192	165	183	33	37	13,793
1998	4,676	4,352	1,630	603	299	179	158	167	38	53	12,155
1999	3,611	4,355	1,892	648	316	171	145	157	38	54	11,388
2000	2,952	3,466	1,826	615	297	148	152	148	34	48	9,686
2001	2,324	3,238	1,985	607	348	172	193	115	18	23	9,023
2002	3,553	3,278	1,798	769	337	159	147	105	17	22	10,186
2003	3,140	2,325	1,409	610	341	150	134	118	23	29	8,280
2004	3,143	2,512	1,518	661	343	144	107	134	21	28	8,611
2005	3,227	2,750	1,601	697	372	141	93	127	23	29	9,060

表 2. 続き

年齢別資源尾数											千尾	トン	トン
年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳+	合計	資源量	産卵親魚量
1986	12,706	7,365	4,227	1,927	1,150	737	435	277	101	104	29,029	17,147	10,762
1987	11,996	7,054	3,901	1,934	1,192	746	432	259	104	106	27,724	16,723	10,689
1988	11,833	7,000	4,052	1,866	1,176	763	407	251	91	103	27,541	16,558	10,512
1989	11,427	6,649	3,961	1,825	1,138	773	434	244	92	100	26,643	16,240	10,427
1990	12,098	6,888	3,760	1,840	1,144	752	454	276	96	101	27,410	16,452	10,523
1991	11,906	7,065	3,808	1,890	1,153	755	453	284	103	107	27,523	16,689	10,699
1992	11,817	7,065	3,820	1,984	1,178	750	444	274	104	109	27,543	16,785	10,803
1993	12,797	7,213	3,919	2,030	1,251	771	436	269	102	113	28,901	17,269	11,049
1994	13,694	7,388	3,804	2,020	1,263	853	459	272	99	113	29,964	17,640	11,265
1995	14,127	7,622	3,863	1,921	1,288	876	547	301	105	114	30,764	18,197	11,644
1996	15,657	7,899	3,869	1,771	1,164	883	540	375	117	123	32,397	18,468	11,582
1997	16,514	9,496	4,034	1,811	1,060	713	490	307	110	122	34,658	18,431	10,721
1998	15,331	9,327	3,829	1,838	1,013	654	449	278	100	139	32,958	17,668	10,274
1999	13,400	9,136	4,143	1,848	1,056	614	409	248	88	125	31,066	17,218	10,059
2000	12,011	8,433	3,972	1,879	1,022	635	381	224	71	101	28,729	16,296	9,683
2001	11,082	7,826	4,186	1,790	1,080	623	422	193	59	75	27,337	15,890	9,571
2002	11,354	7,596	3,865	1,830	1,009	627	388	191	63	80	27,002	15,455	9,311
2003	11,244	6,681	3,625	1,721	892	574	403	204	70	89	25,505	14,595	8,923
2004	11,521	6,973	3,712	1,875	946	468	366	230	69	91	26,251	14,841	8,980
2005	11,181	7,215	3,794	1,850	1,033	513	277	222	77	95	26,258	14,950	9,010

年齢別漁獲係数										
年	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳+
1986	0.46	0.51	0.66	0.36	0.31	0.41	0.40	0.86	0.53	0.53
1987	0.41	0.43	0.61	0.37	0.32	0.48	0.42	0.92	0.59	0.59
1988	0.45	0.44	0.67	0.37	0.29	0.44	0.38	0.88	0.54	0.54
1989	0.38	0.44	0.64	0.34	0.29	0.41	0.33	0.81	0.51	0.51
1990	0.41	0.47	0.56	0.34	0.29	0.38	0.34	0.86	0.49	0.49
1991	0.40	0.49	0.53	0.35	0.30	0.41	0.38	0.88	0.53	0.53
1992	0.37	0.46	0.51	0.34	0.30	0.42	0.37	0.86	0.51	0.51
1993	0.42	0.51	0.54	0.35	0.26	0.39	0.35	0.88	0.52	0.52
1994	0.46	0.52	0.56	0.32	0.24	0.32	0.30	0.83	0.49	0.49
1995	0.46	0.55	0.65	0.38	0.25	0.36	0.25	0.82	0.46	0.46
1996	0.38	0.55	0.63	0.39	0.36	0.46	0.44	1.10	0.55	0.55
1997	0.45	0.78	0.66	0.46	0.36	0.34	0.44	1.00	0.39	0.39
1998	0.39	0.69	0.60	0.43	0.38	0.34	0.47	1.02	0.52	0.52
1999	0.34	0.71	0.67	0.47	0.38	0.35	0.48	1.13	0.62	0.62
2000	0.30	0.58	0.67	0.43	0.37	0.28	0.55	1.21	0.70	0.70
2001	0.25	0.58	0.70	0.45	0.42	0.35	0.67	1.00	0.40	0.40
2002	0.41	0.61	0.68	0.59	0.44	0.32	0.52	0.88	0.35	0.35
2003	0.35	0.46	0.53	0.47	0.52	0.33	0.44	0.96	0.43	0.43
2004	0.34	0.48	0.57	0.47	0.49	0.40	0.37	0.97	0.39	0.39
2005	0.37	0.52	0.60	0.51	0.48	0.35	0.44	0.93	0.39	0.39

表 3. 親魚量・加入量・再生産成功率の推移

年	親魚量 (t)	翌年の1歳魚尾数 (千尾)	再生産成功率 (尾/g)
1986	10,762	11,996	1.11
1987	10,689	11,833	1.11
1988	10,512	11,427	1.09
1989	10,427	12,098	1.16
1990	10,523	11,906	1.13
1991	10,699	11,817	1.10
1992	10,803	12,797	1.18
1993	11,049	13,694	1.24
1994	11,265	14,127	1.25
1995	11,644	15,657	1.34
1996	11,582	16,521	1.43
1997	10,721	15,135	1.41
1998	10,274	13,476	1.31
1999	10,061	12,045	1.20
2000	9,631	10,917	1.13
2001	9,437	10,966	1.16
2002	9,188	10,334	1.12
2003	8,753	11,148	1.27

表 4. 放流がある場合とない場合の、各添加効率下での 2007 年の漁獲係数と ABC

添加効率	放流あり		放流なし		資源量比 放流有/無
	Fcurrent	2016年 資源量(t)	Fcurrent	2016年 資源量(t)	
0.0	0.50	12,188	0.50	12,188	1.00
0.1	0.50	12,705	0.50	10,889	1.17
0.2	0.50	13,358	0.50	9,827	1.36
0.3	0.50	13,673	0.50	8,567	1.60

添加効率	放流あり		放流なし		資源量比 放流有/無
	Flimit	2016年 資源量(t)	Flimit	2016年 資源量(t)	
0.0	0.43	17,645	0.43	17,645	1.00
0.1	0.44	17,903	0.42	17,535	1.02
0.2	0.44	18,274	0.41	17,535	1.04
0.3	0.44	18,598	0.39	17,481	1.06

表 5. F を変化させた場合の漁獲量と親魚量の経年変化

F	基準値	漁獲量(トン)							親魚量(トン)						
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0.00		0	0	0	0	0	0	0	8,900	14,621	23,562	35,331	50,523	73,576	108,578
0.05	0.1Fsus	642	954	1,344	1,874	2,657	3,797	5,439	8,900	13,902	21,339	30,674	42,266	59,260	84,063
0.10	0.2Fsus	1,253	1,779	2,407	3,233	4,407	6,048	8,312	8,900	13,220	19,330	26,645	35,383	47,763	65,133
0.14	0.3Fsus	1,834	2,491	3,237	4,187	5,489	7,233	9,540	8,900	12,573	17,513	23,156	29,642	38,523	50,504
0.19	0.4Fsus	2,388	3,100	3,873	4,825	6,084	7,698	9,746	8,900	11,959	15,871	20,134	24,850	31,092	39,189
0.24	0.5Fsus	2,914	3,620	4,349	5,218	6,328	7,690	9,348	8,900	11,377	14,386	17,516	20,849	25,112	30,432
0.29	0.6Fsus	3,405	4,051	4,686	5,421	6,327	7,391	8,636	8,900	10,835	13,069	15,291	17,568	20,387	23,773
0.34	0.7Fsus	3,882	4,421	4,922	5,487	6,158	6,910	7,756	8,900	10,309	11,851	13,317	14,761	16,488	18,488
0.38	0.8Fsus	4,337	4,729	5,069	5,445	5,876	6,335	6,832	8,900	9,810	10,748	11,604	12,412	13,345	14,388
0.43	0.9Fsus	4,770	4,981	5,143	5,326	5,525	5,723	5,932	8,900	9,336	9,751	10,118	10,444	10,808	11,205
0.48	1.0Fsus	5,180	5,183	5,159	5,151	5,139	5,116	5,098	8,900	8,889	8,853	8,835	8,805	8,771	8,746

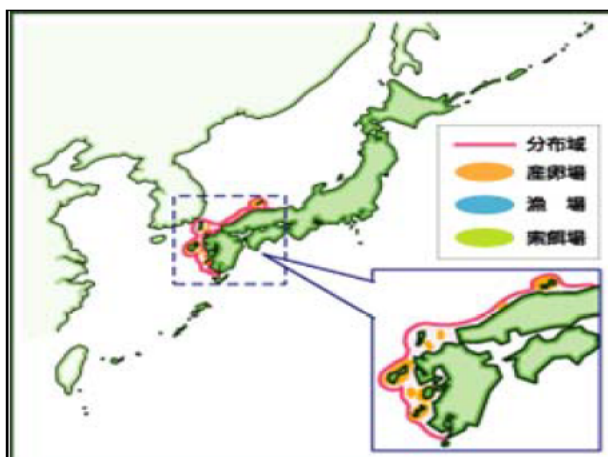


図1. マダイ日本海西部・東シナ海系群の分布と回遊

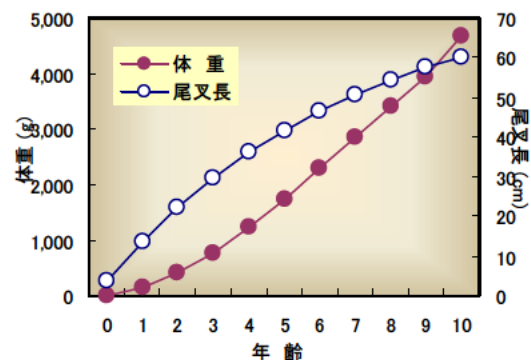


図2. マダイ日本海西部・東シナ海系群の年齢と成長

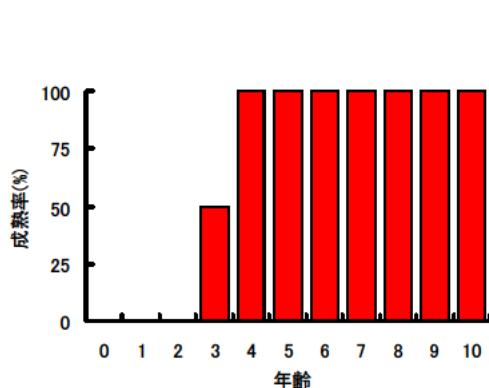


図3. マダイ日本海西部・東シナ海系群の年齢別成熟率

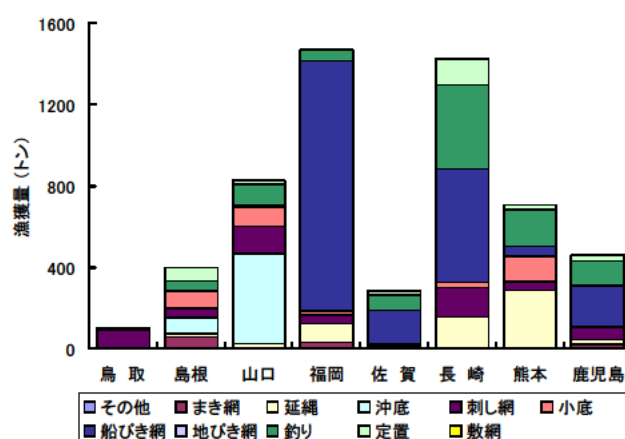


図4. マダイ日本海西部・東シナ海系群の県別漁業種類別の2005年漁獲量

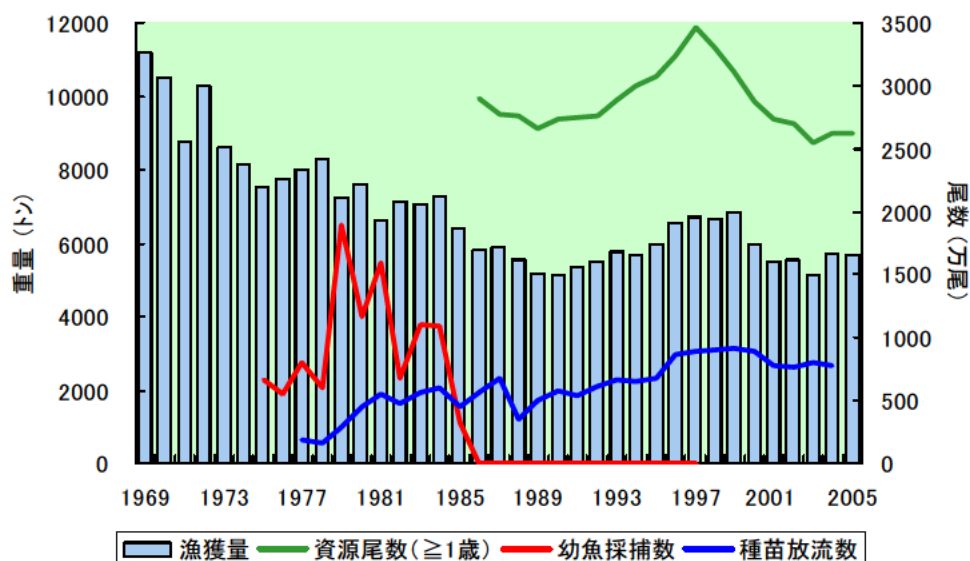


図5. マダイ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量、1歳以上の資源尾数、養殖用天然幼魚の採捕尾数、および人工種苗放流数の経年変化。天然幼魚採捕尾数の一部は秋元・内田(1998)による。

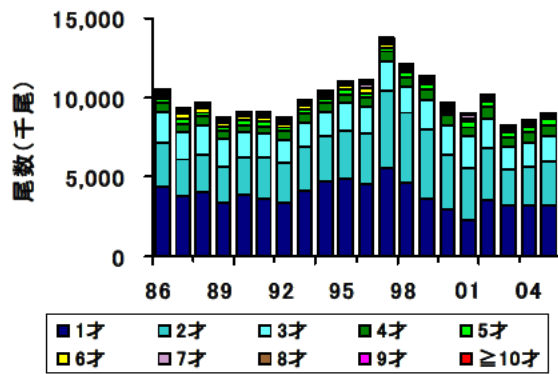


図6. 年齢別漁獲尾数の経年変化

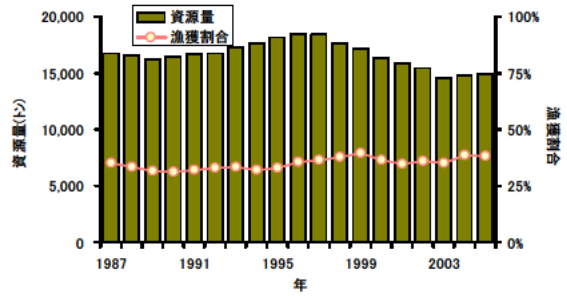


図7. 資源量と漁獲割合の経年変化

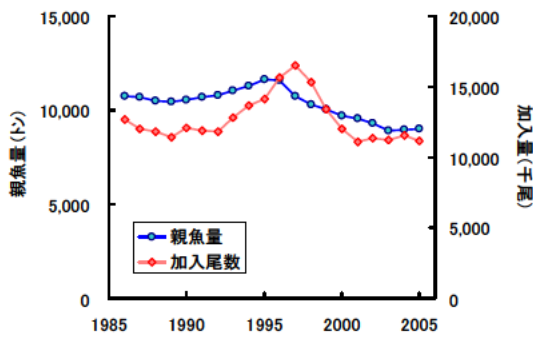


図8. 親魚量と1歳魚加入量の経年変化

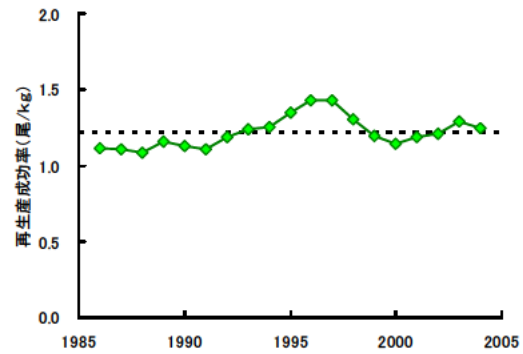


図9. 再生産成功率の経年変化. 点線は過去平均値.

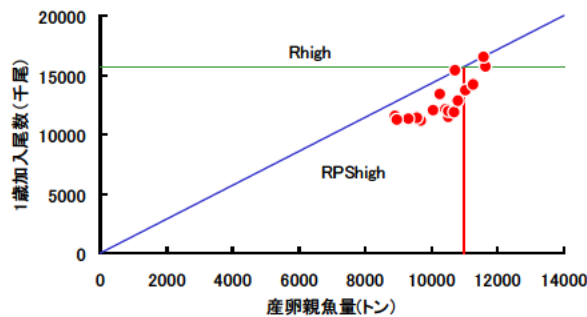


図10. 再生産関係.

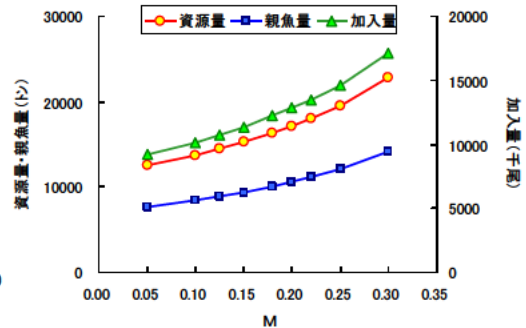


図11. Mの変化に伴う資源量、親魚量、加入量の変化

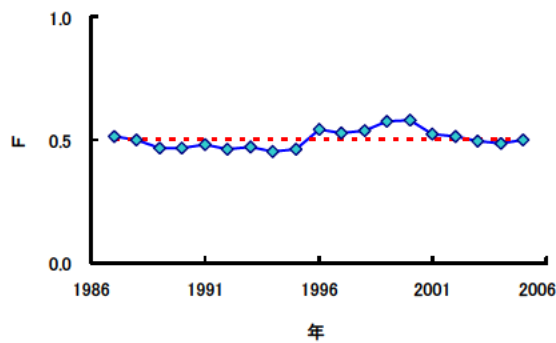


図12. 漁獲係数の経年変化. 点線は平均値.

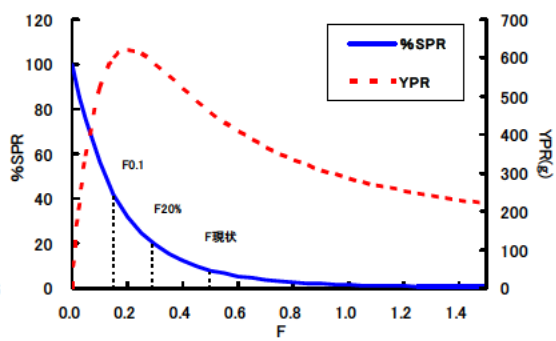


図13. F値による%SPR(実線)とYPR(点線)の変化.

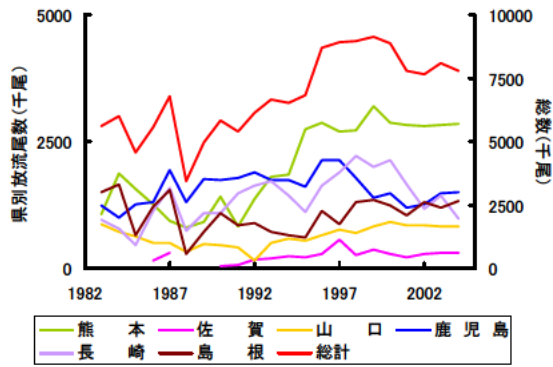


図14. 県別マダイ種苗放流数の経年変動.

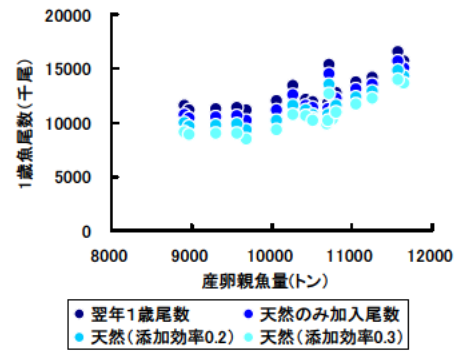


図15. 仮定した添加効率ごとの再生産関係.

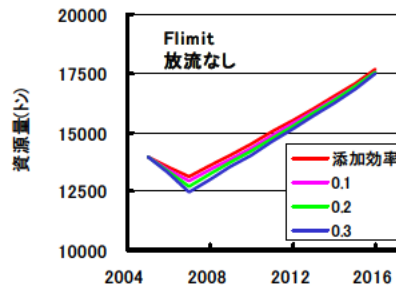
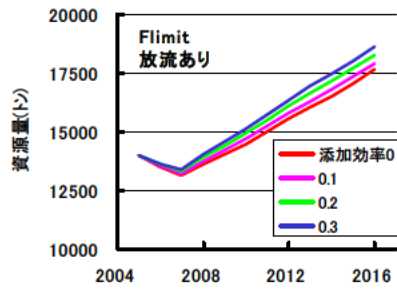
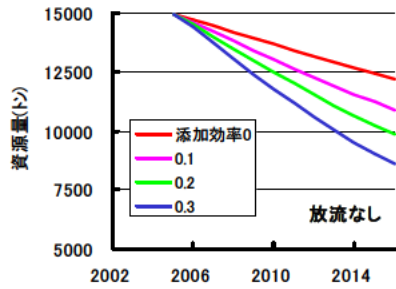
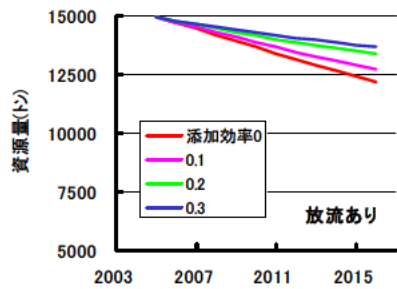


図16. 仮定した添加効率下での資源量の将来予測.

上図: Fcurrent 下図: Flimit

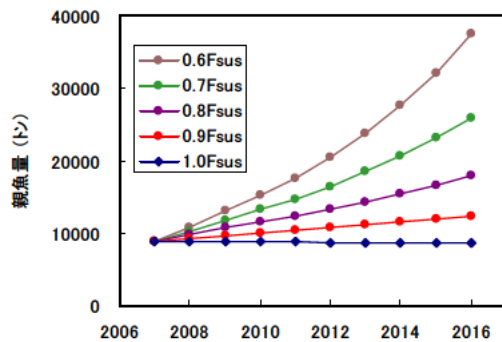
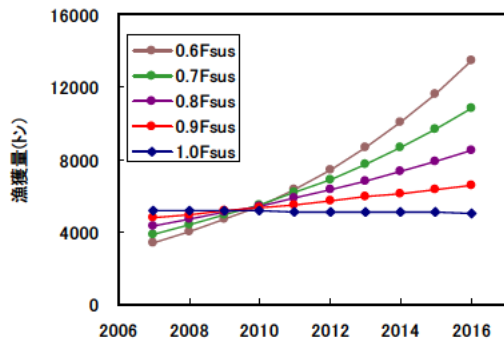


図17. F値による漁獲量(左)と親魚量(右)の変化

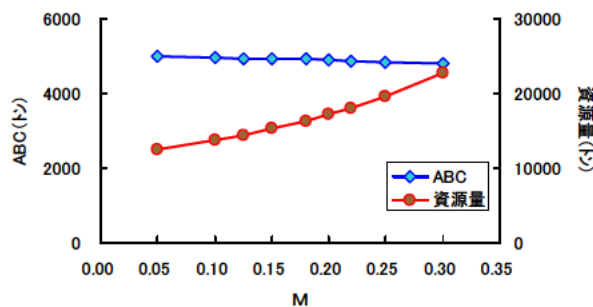


図18. Mと資源量、ABCとの関係.