

平成17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、島根県水産試験場、山口県水産研究センター、福岡県水産海洋技術センター、佐賀県玄海水産振興センター、長崎県総合水産試験場、熊本県水産研究センター、鹿児島県水産技術開発センター

要 約

本系群のマダイ資源量は、1996年に1986年以降のピークに達した後は、減少傾向に転じている。2004年には、漁獲量が5年振りの増加を示し、資源量は前年とほぼ同様、再生産成功率もやや回復したことから、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、2005年以降の再生産成功率（1歳の加入尾数/親魚量）が過去18年間の平均的なレベルで続き、2006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。

	2006年ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABC_{limit}	43百トン	Frec	0.43	33%
ABC_{target}	36百トン	0.8Frec	0.35	28%

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
2003	141	51	0.51	37%
2004	140	57	0.52	38%
2005	135	—	—	—

2005年の資源量は、再生産成功率が過去18年間の平均的な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

2004年の全国マダイ漁獲量14,372トンのうち、約40%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7万6千トンに達しており、天然漁獲量の同平均1万5千トンの5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2004年における漁業種類別漁獲量は、船びき網(吾智網)が37%と最も多く、次いで釣り(19%)、延縄(11%)、刺網(9%)、小型底びき網(8%)、沖底(8%)、定置網(5%)、まき網(3%)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(23%)、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1万1千トンピークに、その後減少傾向を示し、1990年には5,100トンにまで減少したが、1991年以降は増加傾向に転じ、近年は6,000トン台まで回復していた。2000年以降は再び減少傾向に転じ、前年には5,100トンと過去最低水準に戻っていたが、2004年の漁獲量(速報値)は5年振りに増加して5,741トンであった(表1、図5)。なお、1970年代後半から1980年代中盤に九州西岸域で行われていた天然幼魚の大量採捕は、種苗生産技術の発達に伴い消滅している。

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、2002年は767万尾であったが、2003年はこれより40万尾増加して807万尾であった(図5)。総放流数に占める割合は、熊本県(39%)、鹿児島県(24%)、長崎県(21%)、島根県(15%)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(1986～2004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、2003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、2004年の資源重量は前年とほぼ同じ1万4千トン、資源尾数は増加して2,500万尾であった。

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年以降低下傾向を示してきたが、2004年は1才魚が増加したため、減少傾向から回復傾向に転じた。

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ほぼ5%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年以降において検討すると、2004年の資源量と資源尾数は過去最低、あるいはそれに近い値ではあるが、それぞれ最高年の76%と71%のレベルにあり、前年と比較すると前者は横ばい、後者は増加を示した。魚価の下落から漁獲努力量は減少している可能性がある一方で、漁獲量は5年振りに増加した。また、2004年の1才加入尾数が前年より増加した結果、再生産成功率が過去平均を上回るまで回復した。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

漁獲係数は昨年より微増したが、過去4年間は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(0.52)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 $F_{6\%SPR}$ 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)。1999年まで総放流数は増加を示し、最高で910万尾であったが、その後減少に転じていた。2003年は再び増加に転じ、前年より40万尾増の810万尾であった。

本系群では、放流魚の添加効率を推定するための基礎的知見が不十分なため、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する。まず、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(830万尾)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、2015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2015年における資源量を表4に示す。例えば $F_{current}$ での2015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1.45倍、 F_{limit} では1.04倍となる(図16)。

6. 2006年ABCの設定

(1) 資源評価のまとめ

資源量は1997年以降の減少傾向から、横ばいにあると判断される。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} (11,100トン)とすると、2004年の親魚量は8,600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。2005年以降の再生産成功率は、過去18年間の中央値と仮定する。ABCの算定では、10年後の2015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} (0.43)とした。さらに、これに安全率 α (0.8)を乗じたものを F_{target} (0.35)とした(表5)。

(3) 漁獲圧と資源動向

2005年の漁獲量が5,120トン、 $F(0.53)$ を $F_{current}$ 、同年以降の再生産成功率を RPS_{med} (1.17)との前提のもと、 F_{sus} は現状(2006年)の漁獲量を維持(2015年)する F とする。 F 値の変化に伴う親魚量と期待漁獲量の推移を表6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5%であった。

(5) ABCの再評価

2004年当初の資源量推定値は2002年までの漁獲データを、2004年の再評価と2005年当初は2003年までのデータを、2005年再評価は2004年までのデータをそれぞれ用いて解析を行った結果を、下表に示す。

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量 (トン)	ABC_{limit} (トン)	ABC_{target} (トン)	漁獲量 (トン)
2004年(当初)	Frec	15303	5440	4553	
2004年(2004年再評価)	Frec	12811			5741
2004年(2005年再評価)	Frec	13974			
2005年(当初)	Frec	12266	4091	3416	
2005年(再評価)	Frec	13496			

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				
漁獲量(トン)	6,830	5,964	5,512	5,561	5,129	5,741				

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	1歳	2歳	3歳	4歳	5歳	6歳	7歳	8歳	9歳	10歳+	千尾 合計
年											
1986	4,427	2,766	1,912	542	285	233	133	150	39	40	10,528
1987	3,818	2,313	1,679	565	307	268	139	146	43	44	9,323
1988	4,038	2,359	1,864	542	282	255	122	138	36	40	9,675
1989	3,403	2,243	1,763	497	268	243	114	127	35	37	8,729
1990	3,844	2,417	1,521	501	271	224	124	150	35	37	9,125
1991	3,664	2,570	1,465	521	284	237	134	156	40	41	9,114
1992	3,423	2,465	1,428	532	285	240	130	149	39	41	8,732
1993	4,157	2,727	1,531	562	267	236	121	148	39	43	9,831
1994	4,751	2,829	1,528	526	254	218	111	144	36	41	10,439
1995	4,863	3,042	1,743	566	270	248	115	158	36	39	11,080
1996	4,600	3,126	1,707	536	334	307	180	235	46	49	11,120
1997	5,584	4,844	1,832	622	300	192	165	183	33	37	13,793
1998	4,676	4,352	1,630	603	299	179	158	167	38	53	12,155
1999	3,611	4,355	1,892	648	316	171	145	157	38	54	11,388
2000	2,952	3,466	1,826	615	297	148	152	148	34	48	9,686
2001	2,324	3,238	1,985	607	348	172	193	115	18	23	9,023
2002	3,553	3,278	1,798	769	337	159	147	105	17	22	10,186
2003	3,140	2,325	1,409	610	341	150	134	118	23	29	8,280
2004	3,143	2,512	1,518	661	343	144	107	134	21	28	8,611

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	26,642	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	852	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	16,521	9,496	4,034	1,811	1,060	713	490	307	110	122	34,665	18,431	10,721
1998	15,135	9,334	3,829	1,838	1,013	654	449	278	100	139	32,770	17,643	10,274
1999	13,476	8,964	4,149	1,848	1,056	614	409	248	88	125	30,977	17,165	10,061
2000	12,045	8,500	3,820	1,884	1,022	635	381	224	71	101	28,684	16,218	9,631
2001	10,917	7,856	4,246	1,655	1,085	623	422	193	59	75	27,132	15,767	9,437
2002	10,966	7,451	3,891	1,882	891	631	388	190	63	80	26,434	15,229	9,188
2003	10,334	6,340	3,496	1,745	939	469	407	204	70	89	24,093	14,108	8,753
2004	11,148	6,170	3,410	1,762	966	509	273	233	69	91	24,632	13,974	8,602

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	0.40	0.69	0.60	0.43	0.38	0.34	0.47	1.02	0.52	0.52
1999	0.34	0.73	0.66	0.47	0.38	0.35	0.48	1.13	0.62	0.62
2000	0.30	0.57	0.71	0.43	0.37	0.28	0.55	1.21	0.70	0.70
2001	0.26	0.58	0.69	0.49	0.42	0.35	0.67	1.00	0.40	0.40
2002	0.42	0.63	0.68	0.57	0.52	0.31	0.52	0.88	0.35	0.35
2003	0.39	0.49	0.56	0.47	0.49	0.42	0.43	0.96	0.43	0.43
2004	0.36	0.57	0.64	0.51	0.47	0.36	0.54	0.94	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	10762	11996	1.11
1987	10689	11833	1.11
1988	10512	11427	1.09
1989	10427	12098	1.16
1990	10523	11906	1.13
1991	10699	11817	1.10
1992	10803	12797	1.18
1993	11049	13694	1.24
1994	11265	14127	1.25
1995	11644	15657	1.34
1996	11582	16521	1.43
1997	10721	15135	1.41
1998	10274	13476	1.31
1999	10061	12045	1.20
2000	9631	10917	1.13
2001	9437	10966	1.16
2002	9188	10334	1.12
2003	8753	11148	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 2006 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	2015年 資源量(t)	Fcurrent	2015年 資源量(t)	
0.0	0.52	9206	0.52	9206	1.00
0.1	0.52	9996	0.52	8279	1.21
0.2	0.52	10710	0.52	7379	1.45
0.3	0.52	11616	0.52	6733	1.73

添加効率	放流あり		放流なし		資源量比 放流有/無
	Flimit	2015年 資源量(t)	Flimit	2015年 資源量(t)	
0.0	0.43	17717	0.43	17717	1.00
0.1	0.43	18081	0.41	17691	1.02
0.2	0.43	18458	0.40	17674	1.04
0.3	0.44	18850	0.39	17671	1.07

表 5. 2006 年 ABC の算定結果

	ABC	資源管理基準	F値	漁獲割合
ABClimit	43百トン	Frec	0.43	33%
ABCtarget	36百トン	0.8Frec	0.35	28%

表 6. 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)						
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
0.00		0	0	0	0	0	0	0	7888	13219	21427	31955	45446	65981	97139
0.05	0.1Fsus	610	905	1261	1729	2452	3543	5031	7888	12534	19299	27536	37694	52616	74283
0.09	0.2Fsus	1075	1535	2069	2751	3774	5267	7225	7888	12013	17753	24455	32472	43924	59973
0.14	0.3Fsus	1630	2219	2870	3670	4834	6458	8486	7888	11393	15998	21094	26969	35072	45934
0.19	0.4Fsus	2156	2801	3476	4277	5408	6918	8711	7888	10806	14420	18206	22415	28024	35211
0.24	0.5Fsus	2656	3292	3923	4644	5638	6906	8335	7888	10252	13001	15723	18644	22408	27013
0.28	0.6Fsus	3037	3627	4186	4806	5645	6680	7796	7888	9829	11970	13988	16099	18746	21866
0.33	0.7Fsus	3492	3981	4417	4881	5501	6237	6981	7888	9327	10797	12094	13409	15009	16801
0.38	0.8Fsus	3925	4273	4558	4849	5245	5696	6117	7888	8851	9742	10463	11178	12025	12919
0.43	0.9Fsus	4335	4509	4628	4740	4919	5119	5275	7888	8401	8793	9058	9325	9642	9943
0.47	1.0Fsus	4672	4674	4642	4602	4608	4623	4598	7888	8032	8051	8004	7983	7976	7941

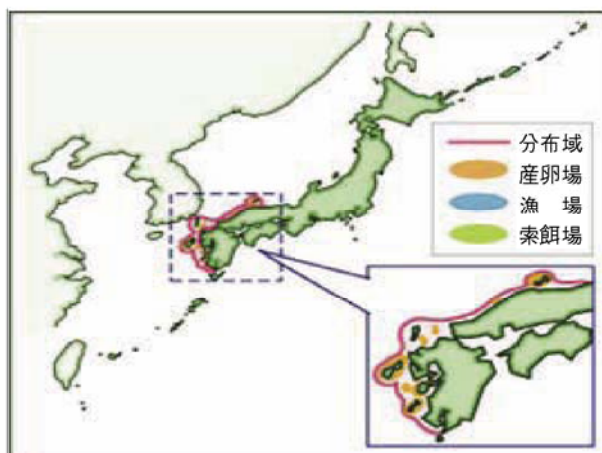


図1. マダイ日本海西部・東シナ海系群の分布と回遊

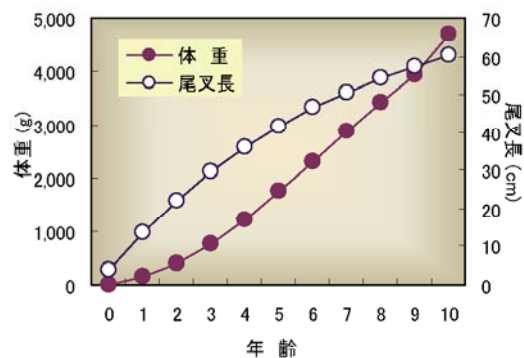


図2. マダイ日本海西部・東シナ海系群の年齢と成長

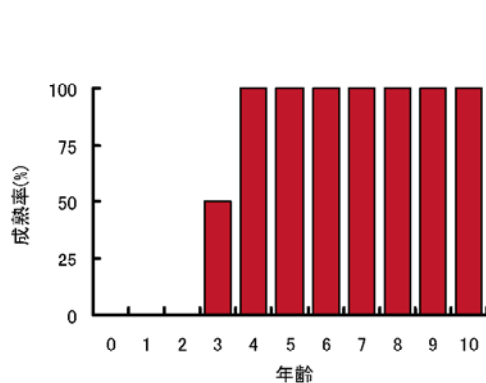


図3. マダイ日本海西部・東シナ海系群の年齢別成熟率

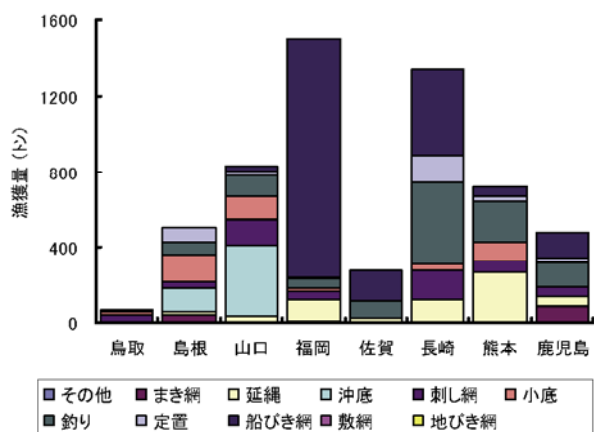


図4. マダイ日本海西部・東シナ海系群の県別漁業種類別の2004年漁獲量。

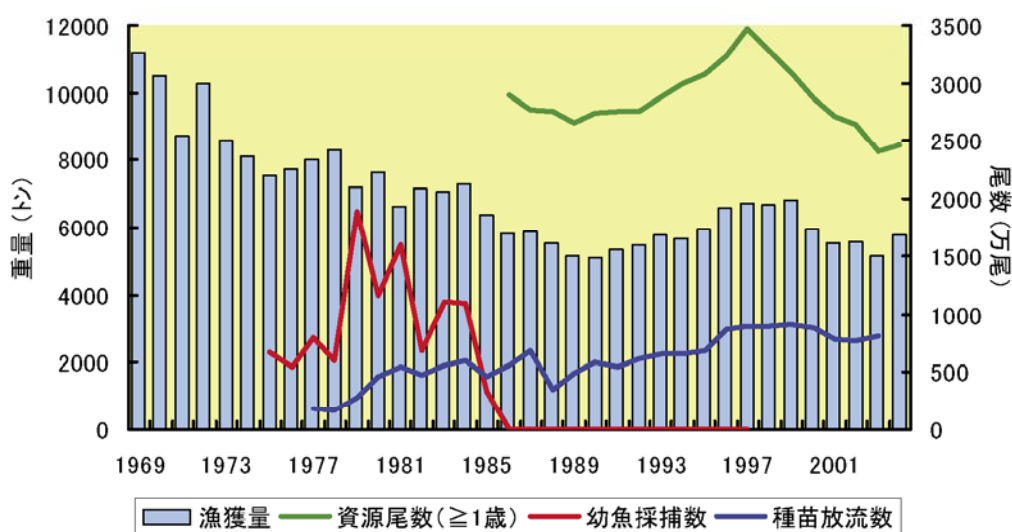


図5. マダイ日本海西部・東シナ海系群の漁獲量、1歳以上の資源尾数、養殖用天然幼魚の採捕尾数、および人工種苗放流数の経年変化。天然幼魚採捕尾数の一部は秋元・内田(1998)による。

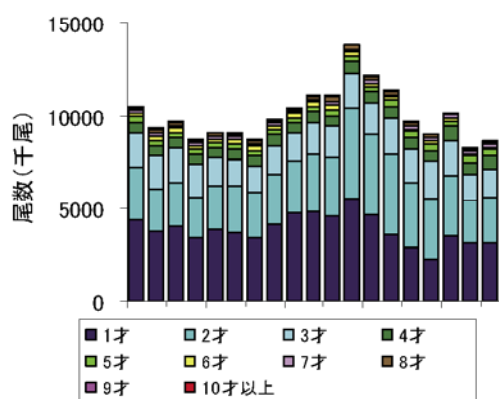


図6. 年齢別漁獲尾数の経年変化

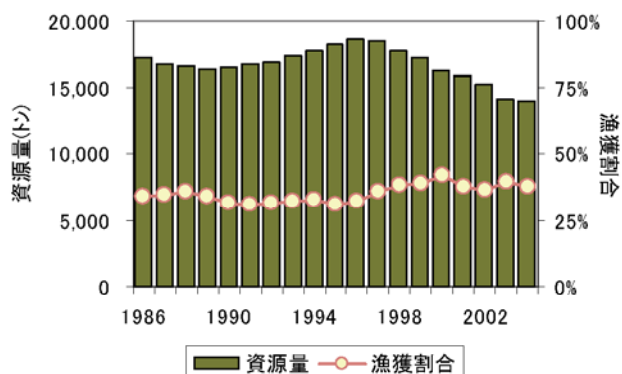


図7. 資源量と漁獲割合の経年変化

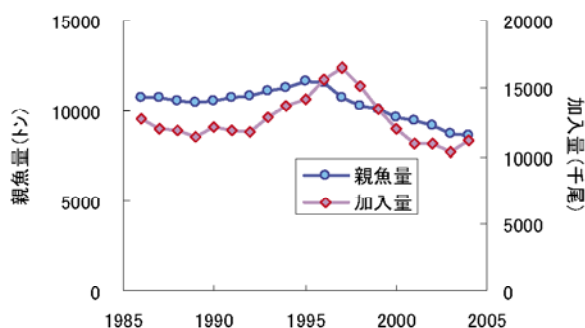


図8. 親魚量と1歳魚加入量の経年変化

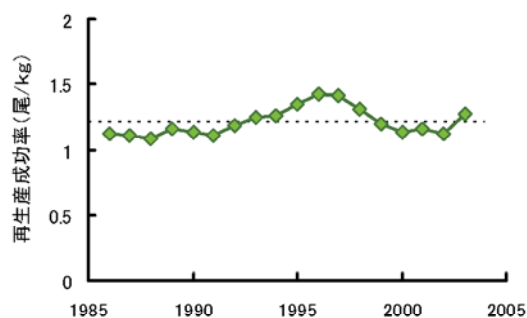


図9. 再生産成功率の経年変化. 点線は過去平均値.

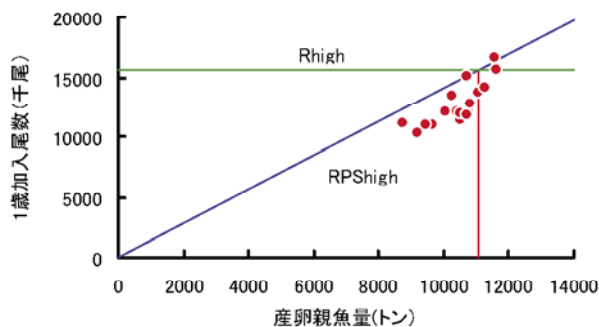


図10. 再生産関係.

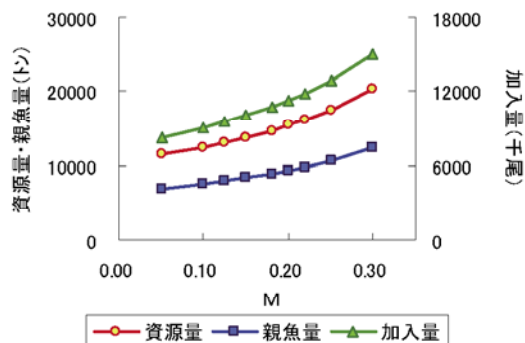


図11. Mの変化に伴う資源量、親魚量、加入量の変化

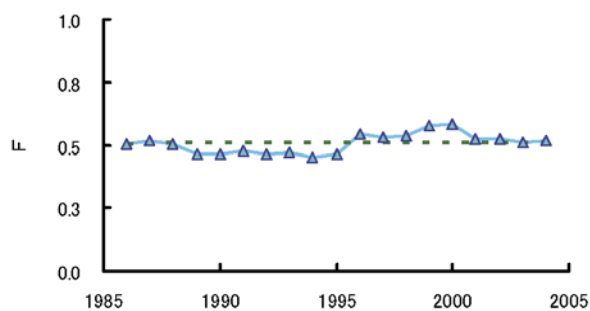


図12. 漁獲係数の経年変化. 点線は平均値.

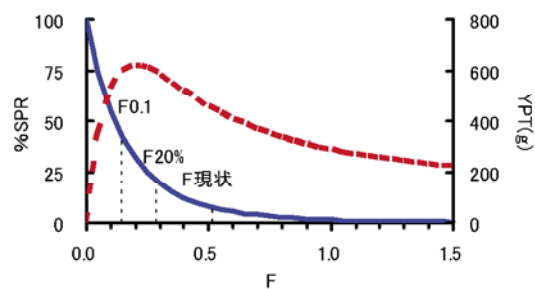


図13. F値による%SPR(実線)とYPR(点線)の変化.

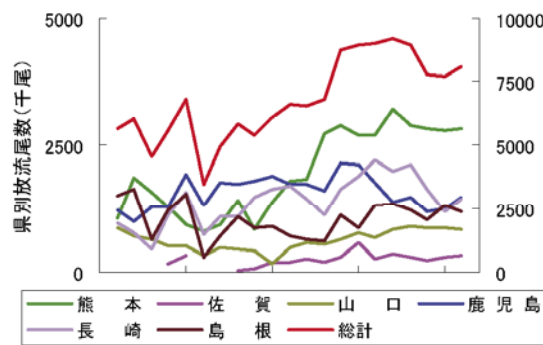


図14. 県別マダイ種苗放流数の経年変動..

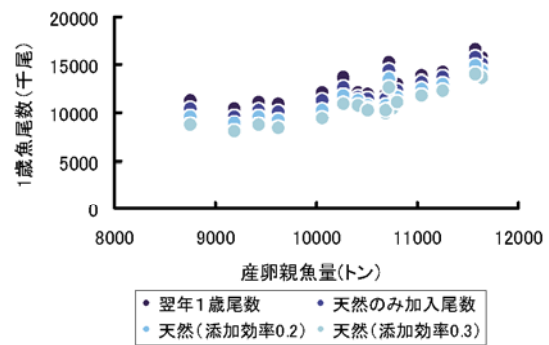


図15. 仮定した添加効率ごとの再生産関係.

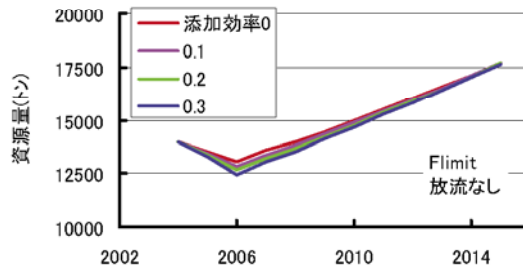
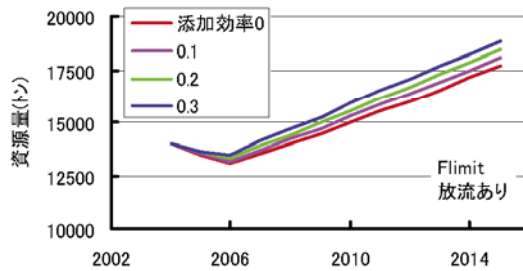
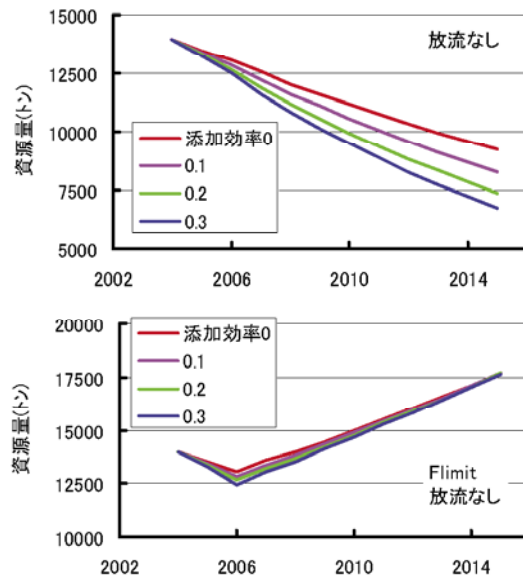
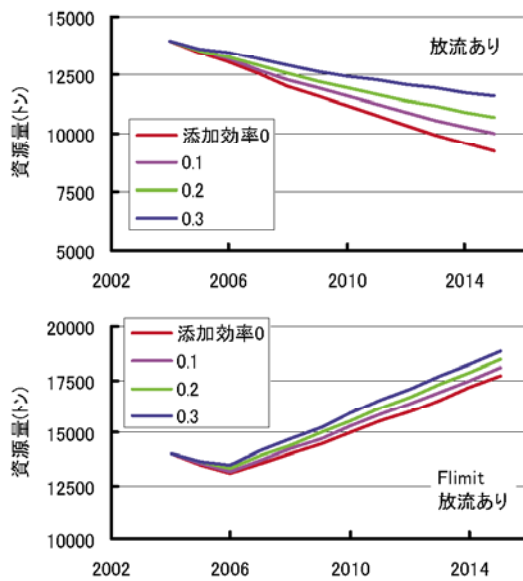


図16. 仮定した添加効率下での資源量の将来予測.
上図: Fcurrent 下図: Flimit

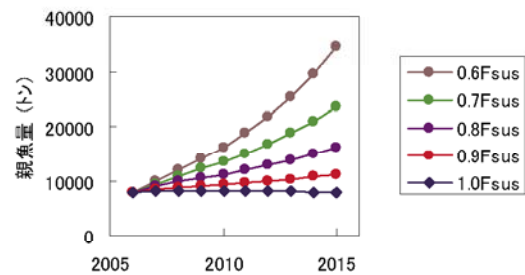
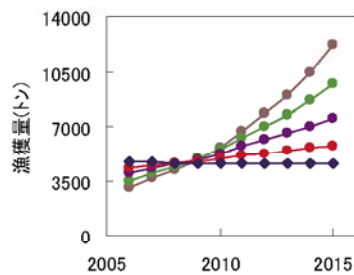


図17. F値による漁獲量(左)と親魚量(右)の変化

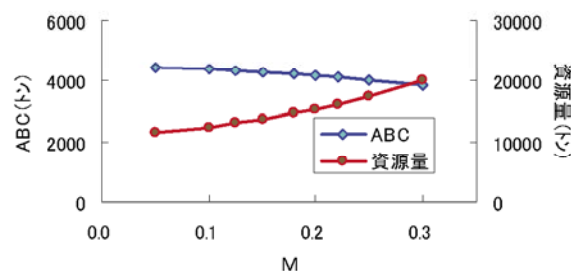


図18. Mと資源量、ABCとの関係.