

平成 15 年ゴマサバ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（檜山義明・依田真里・大下誠二・山本圭介）

参画機関：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、鹿児島県水産試験場、海洋水産資源開発センター

要 約

東シナ海から日本海西部に分布するゴマサバの資源量は、1997～1999 年に増加した後、同程度の水準を保っている。資源水準は中位で、資源動向は横ばいと判断される。今後、再生産成功率（加入尾数÷親魚量）が 2001 年と同じ値で継続した場合には、現状の漁獲努力で漁獲しても資源量は若干の増加が見込まれるので、現状の F で漁獲した場合の漁獲量を 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。

	2004 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC_{limit}	69 千トン（53 千トン）	F_{current}	0.33	23%
ABC_{target}	57 千トン（44 千トン）	$0.8 F_{\text{current}}$	0.26	19%

ABC（）内は、我が国 EEZ 内のもの。F は各年齢の平均値である。

年	資源量（千トン）	漁獲量（千トン）	F 値	漁獲割合
2001	266	76（63）	0.38	28%
2002	267	49（45）	0.33	18%
2003	285	—	—	—

2003 年の資源量は加入量を仮定した値。漁獲量（）内は我が国 EEZ 内のもの。

（水準・動向）

水準：中位 動向：横ばい

1. まえがき

ゴマサバはマサバよりやや南方域に分布し、マサバの資源水準が低い近年、その重要度を増している。ゴマサバ東シナ海系群の漁獲は、主にまき網漁業により東シナ海中・南部、九州南部沿岸域で行われている。マサバとあわせてさば類として TAC 管理が行われている。

2. 生態

（1）分布・回遊

ゴマサバは、マサバに比べて高温（南方）域に分布する（図 1）。東シナ海のゴマサバは魚釣島からクチミノセの海域で 1～4 月に発生し、成長したものが東シナ海南部

海域から九州西岸に現れる。一部は日本海にまで分布する。また、薩南海域では、4～5月に産卵が行われる。夏期には幼魚が九州西岸もしくは太平洋岸に出現する。

(2) 年齢・成長

成長の詳細は不明であるが、本報告では1歳で尾叉長26cm、2歳で32cm、3歳で36cmに成長すると推定した（図2）。

(3) 成熟・産卵生態

成熟の詳細は不明であるが、本報告では2歳で全ての個体が成熟すると考えた（図3）。

(4) 被捕食関係

ゴマサバの幼魚はイワシ類の稚仔魚や浮遊性の甲殻類などを、成魚は動物プランクトンや小型魚類を捕食する。

3. 漁業の状況

(1) 主要漁業の概要

ゴマサバの多くは大中型まき網・中小型まき網漁業によって漁獲されている。主漁場は東シナ海から九州南部沿岸域である。

(2) 漁獲量の推移

統計上マサバとゴマサバは区別されず、さば類として一括されることが多いので、本報告では統計資料から独自に算定した漁獲量の値を使用する（補足資料2-2-補注1）。我が国の東シナ海、日本海におけるゴマサバ漁獲量は、年変動はあるものの、1980年代以降およそ5万トン前後で推移している。1999年に近年で最高の88千トンが漁獲された後、2000年46千トン、2001年63千トン、2002年45千トンと推移している（図4）。韓国のさば類漁獲量は、2001年は20万トン、2002年は14万トンと、近年日本の漁獲量を上回っている（「漁業生産統計」（韓国統計庁））。中国のさば類漁獲量は1994年には30万トンを超え、1999年には40万トン、2000年には35万トンとなっている（中国水産科技信息网）。中国・韓国のマサバとゴマサバの魚種別の漁獲量は不明である。

4. 資源の状態

(1) 資源評価方法

漁獲量、漁獲努力量等の情報を収集し、漁獲物の生物測定結果とあわせて年齢別の漁獲尾数による資源解析を行った。資源計算は日本と韓国の漁獲について行った。韓国のさば類漁獲のマサバとゴマサバの比率は、韓国水域での日本漁船の比率と同じと

した。

(2) CPUE・資源量指数

鳥取県以西で操業する大中型まき網の一網当たり漁獲量は、1997 年以降比較的高い値を示しているが、2002 年には 2001 年よりやや減少した（図 5）。鹿児島枕崎港に入港する中型まき網の CPUE 一隻当たり漁獲量は、2002 年に大きく減少した。

(3) 漁獲物の年齢組成

0 歳魚と 1 歳魚が主に漁獲される（図 6）。

(4) 資源量の推移

年齢別漁獲尾数により計算された（コホート計算）資源量は（図 7）、1997 年～1999 年に増加し、2000～2002 年にはやや減少傾向が見られるものの、同程度の水準を保っている。

加入量は、1998 年以降、変動しながら減少傾向が見られる（図 8）。親魚量は、1998 年以降増加傾向が続いている。再生産成功率（加入量÷親魚量）は、（親魚量と産卵量に比例関係があるとして、）発生初期の生き残りの良さの指標値になると考えられる。再生産成功率は、ときおり（1993、1997、1998 年）高い値となるが、その他の年は比較的一定している（図 9）。

親魚量と加入量の間にははっきりした関係はない（図 10）。

コホート計算に使った自然死亡係数（ M ）の値が資源計算に与える影響を見るために、 M を変化させた場合の資源量、親魚量、加入量を図 11 に示す。 M が大きくなると、いずれも大きくなる。

(5) 資源水準・動向の判断

資源量は、資源量を計算した 11 年間では 4 番めに高く、ゴマサバ資源の経年変動には不明な点も多いので中位とする。動向は、近年 5 年間（1998～2002 年）は漸減傾向を示したが、親魚量は漸増傾向なので、横ばいと判断する。

5. 資源の変動要因

(1) 資源と漁獲の関係

自然死亡係数と同程度の漁獲係数 F が見積もられ、漁獲が資源にかなり影響を与えていると考えられる（図 12）。図 12 に示した F は、0～3 歳以上それぞれの年齢魚に対する F の平均値。近年の再生産成功率のもとでは、漁獲圧は過剰ではないと判断される。

参考のため、親魚量と F の関係（図 13）、 F と加入当たり漁獲量（YPR）、加入当たり親魚量（SPR）の関係（図 14）を示す。

(2) 資源と海洋環境の関係

再生産成功率の変動には、海洋環境が深く関わっていると考えられる。再生産成功率と東シナ海（北緯 32 度、東経 128 度）の 2 月の表面水温（漁業情報サービスセンター）には、正の相関がある（図 15、5%有意水準）。水温の高低が、餌生物の多寡等に与える影響は不明であるが、水温に代表される海洋環境が、初期の生残あるいは来遊状況に大きな影響を与えると想定される。

6. 管理目標・管理基準値・2004 年 ABC の設定

(1) 資源評価のまとめ

資源量は 1997～1999 年に増加し、2000～2002 年には同程度の水準を保っている。親魚量は増加傾向にある。漁獲係数は、近年の多くの年での再生産成功率のもとでは過剰ではないと判断される。

(2) 資源管理目標

2002 年の親魚量は、資源計算を行なった 1992～2002 年では高い水準にある。親魚量を維持あるいは増加させることが望まれる。

(3) 2004 年 ABC の設定

資源量は利用できるが、親魚量と加入量の関係が不明確でデータが不十分であると判断して、資源水準・動向が中位・横ばいであることから、漁獲制御ルール 1-3)-(2)を適用する。2003 年以降の再生産成功率は、2001 年と同じであると仮定する。

漁獲制御ルール 1-3)-(2)により、

$$F_{\text{limit}} = \text{基準値か現状の } F \times \beta_1$$

$$F_{\text{target}} = F_{\text{limit}} \times \alpha$$

から ABC を算出する。現状の漁獲係数 F_{current} であれば、仮定した再生産成功率のもとでは、親魚量が漸増することが期待される。 $F_{\text{limit}} = \text{現状の } F (F_{\text{current}})$ とする。 $\beta_1 = 1$ 。 α は標準値の 0.8 を使用する。

2004 年の ABC は下表のように算出される。

	2004 年 ABC	資源管理基準	F 値	漁獲割合
ABC _{limit}	69 千トン (53 千トン)	F_{current}	0.33	23%
ABC _{target}	57 千トン (44 千トン)	$0.8 F_{\text{current}}$	0.26	19%

ABC () 内は、我が国 EEZ 内のもの。F は各年齢の平均値である。

(4) F 値の変化による親魚量及び漁獲量の推移

前提 $F(2003 \text{ 年}) = F_{\text{current}}$ 、漁獲量(2003 年) = 65 千トン、再生産成功率(2003 年以降) = 0.046 尾/g、 F_{sus} は親魚量を現状(2004 年)に維持(2008 年)する F 。

F	基準値	漁獲量 (千トン)					親魚量 (千トン)				
		2004	2005	2006	2007	2008	2004	2005	2006	2007	2008
0.18	$0.5 F_{\text{sus}}$	41	50	57	62	64	118	139	170	206	239
0.22	$0.6 F_{\text{sus}}$	48	56	64	69	72	118	134	157	184	211
0.25	$0.7 F_{\text{sus}}$	55	62	70	75	78	118	129	146	164	185
0.29	$0.8 F_{\text{sus}}$	62	67	72	78	83	118	124	136	147	159
0.32	$0.9 F_{\text{sus}}$	69	71	74	77	81	118	120	126	131	137
0.33	F_{limit}	69	71	74	77	80	118	120	125	130	135
0.36	$1.0 F_{\text{sus}}$	75	74	75	75	76	118	116	117	118	118

図 16、17 に図示。

(5) ABC_{limit} の検証

今後の加入状況の見積もりによって ABC がどの程度変化するかを見るために、再生産成功率が低い場合(2002 年級群が過大評価であった場合の 2002 年の再生産成功率)と高い場合(2000 年)について比較した。いずれも $F_{\text{limit}} = F_{\text{current}}$ として、低い場合は 47 千トン、高い場合は 81 千トンになる。

また、再生産成功率の年変動が親魚量の動向に与える影響を見るために、2003~2011 年の再生産成功率を仮定値の周りで変動させ、 F_{limit} で漁獲を続けた場合の親魚量を計算した。2003~2011 年の再生産成功率は毎年異なり、その値は 1992~2002 年の平均値に対する各年の比率が同じ確率で現れて(重複を許してランダム抽出)、その比率に仮定値 0.0046 尾/g を乗じたものであるとした。親魚量が 15 万トンを越えた場合は、加入量を計算する際の親魚量を 15 万トンで一定とした。1000 回試行した結果(図 19)、2008 年の親魚量が 2002 年を上回ったものが 740 回であった。平均値は 2008 年の親魚量が 2002 年の親魚量より 23%大きかった。

自然死亡係数 (M) の値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増加するが、コホート計算で CPUE を使用し、 ABC の算定で再生産関係を考慮しているため、 ABC は小さくなる。

この評価には中国の漁獲情報が含まれていないため、中国の漁獲の詳細が明らかになって評価に加えた場合には、全体の ABC 等が変わる可能性がある。

(6) 過去の管理目標・基準値、ABC のレビュー

評価対象年	管理基準	資源量	ABCLimit	target	漁獲量	管理目標
2002 年（当初）	$0.7 F_{\text{current}}$ (0.6)	101	42	27	-	親魚量の増加
2002 年（2002 年再評価）	F_{current} (0.45)	247	77	65	-	親魚量の維持
2002 年（2003 年再評価）	F_{current} (0.33)	267	48	40	48	親魚量の維持
2003 年（当初）	F_{current} (0.45)	194	60	50	-	親魚量の増加
2003 年（再評価）	F_{current} (0.33)	285	65	54	-	親魚量の増加

千トン

ゴマサバの資源計算について、2002 年（当初）は我が国の特定漁業対象資源、2003 年（当初）は我が国漁獲、2003 年（再評価）は我が国と韓国の漁獲について行っており、直接比較ができない。表の資源量、ABC は我が国と韓国の漁獲に対する値に補正したが、資源量見積もりは大きく変化している。

2002 年 ABC は当初（2001 年評価時点）加入量の減少傾向により漁獲係数を下げるべきとの見解で算定されたが、2002 年再評価では加入量が回復したという判断で、当初より大きく算定された。2003 年再評価では、現状の漁獲圧が適正と判断されたことから、実漁獲量程度を ABCLimit と考える。

2003 年 ABC は、2002 年・2003 年評価とも同程度となっている。

7. ABC 以外の管理方策の提言

東シナ海のゴマサバは、韓国・中国によっても漁獲されるので、資源評価・資源管理に当たっては各国間の協力が必要である。

若年魚への漁獲圧を緩和することの効果を見るために、全年齢平均の F は F_{current} と同じで 0・1 歳魚の F を削減した場合の期待漁獲量を求めた。再生産成功率が 2001 年と同じで一定の条件のもとで期待される 2008 年の漁獲量は、削減率を大きくするのに伴って若干増加する（図 20）。増加率はあまり大きくないので、現状の年齢別選択率は概ね妥当なものと考えられる。

補足資料 1

表 1. ゴマサバ東シナ海系群のコホート計算

年\年齢	漁獲尾数 (百万尾)				漁獲重量 (千トン)				漁獲係数 F (／年)				資源尾数 (百万尾)			
	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+	0	1	2	3+
1992	27	38	35	6	7	10	16	4	0.13	0.34	0.55	0.23	270	158	98	34
1993	70	28	43	17	16	9	20	12	0.16	0.24	1.10	0.45	583	159	75	56
1994	78	105	34	8	13	28	16	6	0.35	0.47	0.66	0.27	315	334	84	41
1995	122	47	51	9	18	12	23	6	0.54	0.47	0.56	0.23	349	148	140	50
1996	45	53	26	16	7	17	13	11	0.16	0.62	0.68	0.28	377	137	62	80
1997	121	66	22	14	28	17	11	10	0.29	0.46	0.74	0.31	582	216	49	62
1998	173	105	33	8	29	28	16	6	0.31	0.56	0.56	0.23	779	293	92	46
1999	190	175	43	11	43	45	20	8	0.59	0.78	0.60	0.25	508	383	112	60
2000	94	108	40	12	19	28	19	8	0.21	1.11	0.53	0.22	608	189	118	73
2001	145	109	8	8	36	31	4	5	0.62	0.50	0.27	0.11	375	331	42	86
2002	81	63	22	5	18	17	10	4	0.20	0.80	0.22	0.09	528	136	135	73

表 2. 漁獲量とコホート計算結果

年	漁獲量 (千トン)			資源量	親魚量	加入量	漁獲割合	再生産成功率
	日本	韓国	計	(千トン)	(千トン)	(100 万尾)	(%)	(尾／g)
1992	35	2	37	177	70	270	20.9	0.0039
1993	50	7	57	258	75	583	22.0	0.0078
1994	57	6	62	209	68	315	29.8	0.0046
1995	51	8	59	189	100	349	31.3	0.0035
1996	42	5	47	194	89	377	25.4	0.0043
1997	63	3	66	260	68	582	25.3	0.0086
1998	68	10	78	283	77	779	27.5	0.0101
1999	88	28	116	307	95	508	37.6	0.0054
2000	46	28	74	277	107	608	26.8	0.0057
2001	63	13	76	266	81	375	28.4	0.0046
2002	45	3	49	267	114	528	18.2	

表 3. 若齢魚の漁獲係数削減の効果

削減率		0%	20%	40%	60%	80%	100%
F	0 歳	0.37	0.24	0.13	0.06	0.01	0.00
	1 歳	0.51	0.41	0.31	0.20	0.10	0.00
	2 歳	0.31	0.47	0.62	0.74	0.84	0.93
	3 歳以上	0.13	0.19	0.25	0.31	0.35	0.38
2008 年漁獲量 (千トン)		80	83	87	92	98	104

補足資料 2

1. 調査船調査

(1) 5～6 月に東シナ海陸棚縁辺部で行った着底トロール調査の結果、0 歳魚を主体とする分布量は、2000 年に 31,252 トン、2001 年に 67,229 トン、2002 年、6,400 トン、2003 年 4,500 トンと推定された（調査海域面積 138 千 km²、漁獲効率を 1 とした計算）。今後調査が継続されれば、現存量の経年変動傾向を把握できることが期待される。

2. コホート計算

ゴマサバの年齢別漁獲尾数を推定し、コホート計算によって資源尾数を計算した。2002 年の漁獲物平均尾叉長と体重、及び資源計算に用いた成熟率は以下のとおり。年齢 3+は 3 歳以上を表す。自然死亡係数 M は田内・田中の式（田中 1960）により、最高年齢を 6 歳として（ $M=2.5 \div \text{最高年齢 } 6 \text{ 歳} \approx 0.4$ ）0.4 と仮定した。

年齢	0	1	2	3+
尾叉長 (cm)	232	291	337	375
体重 (g)	162	325	513	709
成熟率 (%)	0	0	100	100

年齢別漁獲尾数は、九州主要港における入り数別漁獲量を月別体長組成に変換し、これと月ごとに定めた各年齢の体長範囲により推定した。1992～2002 年の年別・年齢別漁獲尾数（1 月～12 月を 1 年とする）を日本の漁獲量について推定し、日本+韓国の漁獲量で引き伸ばした。韓国のさば類漁獲にゴマサバが占める割合は、日本の大中型まき網漁船の韓国水域内での割合と同じとした。中国の漁獲については考慮していない。

年齢別資源尾数の計算にはコホート計算を用い、最高年齢群 3 歳以上（3+）と 2 歳の各年の漁獲係数 F には比例関係があったとした。

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

$$N_{3+,y+1} = N_{3+,y} \exp(-F_{3+,y} - M_{3+}) + N_{2,y} \exp(-F_{2,y} - M_2) \quad (2)$$

$$C_{a,y} = N_{a,y} \frac{F_{a,y}}{F_{a,y} + M_a} (1 - \exp(-F_{a,y} - M_a)) \quad (3)$$

$$F_{3+,y} = \alpha F_{2,y} \quad (4)$$

ここで、N は資源尾数、C は漁獲尾数、a は年齢（0～2 歳）、y は年、 α は定数。F の計算は、平松（内部資料）が示した、石岡・岸田（1985）の反復式を使う方法によった（マアジ対馬暖流系群資源評価報告書補足資料 2-2-補注 2 参照）。最近年（2002 年）の 2 歳の F 及び α を、CPUE の変動傾向（図 4）と、各年の資源量の変動傾向（1993～2002 年）が最も合うように決めた。ただし、CPUE は、日本海西部～東シナ海で操業した大中型まき網漁業の CPUE（各年齢の 1 網当たり漁獲量）と鹿児島枕崎港に入港する中型まき網の CPUE（1 隻当たり漁獲量）を使用した。

$$\text{最小} \sum_{y=1993}^{2002} \left\{ \ln(q_1 B_y) - \ln(CPUE_y) \right\}^2 + \sum_{y=1993}^{2002} \sum_{a=0}^{3+} \left\{ \ln(q_a B_{a,y}) - \ln(I_{a,y}) \right\}^2 \quad (6)$$

$$q_1 = \left(\frac{\prod_{y=1993}^{2002} CPUE_y}{\prod_{y=1993}^{2002} B_y} \right)^{\frac{1}{10}}, q_a = \left(\frac{\prod_{y=1993}^{2002} I_{a,y}}{\prod_{y=1993}^{2002} B_{a,y}} \right)^{\frac{1}{10}}$$

ここで、B は資源量、CPUE は中型まき網の CPUE、 I_a は a 歳魚の大中型まき網の CPUE。その結果、 $\alpha=0.41$ 、 $F_{2,2002}=0.22$ と推定された。2002 年の 1 歳の F は過去 3 年平均とした。2002 年級群は、2002 年の漁獲尾数は少なかったが、2003 年 5 月以降多獲されており、2002 年の 0 歳魚の F を過去 3 年平均としたのでは、資源を過小評価する恐れがある。そこで、2002 年の再生産成功率が 2001 年と同じと仮定し、親魚量と再生産成功率から計算される加入量を 2002 年の 0 歳魚資源尾数とした。資源量は、各年齢の資源尾数に各年齢の漁獲物平均体重を掛け合わせて求めた。

補注 1. 漁獲量は以下のように算出した。大中型まき網の漁獲物についてはマサバとゴマサバの比率が報告されるので、東シナ海・日本海で漁獲されたゴマサバの漁獲量を東シナ海系群の漁獲量とする。鹿児島県～秋田県の農林統計（属人）により、漁業種別漁獲量のうち大中型まき網以外の漁業種類について加算する。その際、各府県のさば類漁獲量を府県ごとに割合を定めてマサバとゴマサバに振り分けた。マサバの割合を鹿児島県 20%、熊本県・長崎県 80%、佐賀県・福岡県 90%、山口県～福井県 95%、それ以北 100%とした。

2. ABC 算定に使った条件

資源管理基準に対応する F と 2004 年の資源量・ABC は、以下の条件のもとで計算した。

- (1) 2003 年以降年齢別選択率は同じで（2000～2002 年平均）、2004 年以降は同じ年

年齢別漁獲係数で漁獲する。 F_1 に対する各年齢の F の比（選択率）は、 F_0 ；0.72、 F_2 ；0.60、 F_{3+} ；0.25 である。

(2) この年齢別選択率のもとで平均の F が 2002 年の 0.33 と同じになる F を現状の F (F_{current}) とする、2003 年の漁獲量は 6.5 万トン（日本+韓国）である。

(3) 再生産成功率は、2003 年以降 2002 年の値で一定である（0.046 尾/g）。

(4) 2003 年以降の各年齢の体重は、0 歳：222g、1 歳：267g、2 歳：469g、3+歳：710g とする（1998～2002 年平均）。

コホート解析による 2002 年資源尾数から (1)・(2) 式により 2003、2004 年の 1～3+歳の資源尾数を計算した。親魚量と再生産成功率により 2003 年・2004 年の 0 歳魚尾数を計算した。これらにより 2003 年の資源量は 29 万トン、2004 年の資源量は 30 万トン（コホート解析）と計算される。

	資源尾数 (百万尾)		資源量 (千トン)		親魚量 (千トン)		漁獲量 (千トン)	F
年齢／年	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	
0 歳	475	547	105	122			27	0.37
1	289	220	77	59			26	0.51
2	41	116	19	54	19	54	4	0.31
3+	117	89	83	64	83	64	8	0.13
計・平均	921	973	285	298	102	118	65	0.33

我が国 EEZ 内外への配分は、日本の漁獲実績（1999～2002 年平均）によって計算した。

なお、 F_{limit} で漁獲した場合の 2005 年から 2008 年の値は以下のとおり。

	資源尾数 (百万尾)				資源量 (千トン)			
年齢／年	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008
0 歳	556	581	604	628	123	129	134	140
1	254	258	269	280	68	69	72	75
2	89	102	104	108	42	48	49	51
3+	110	109	115	119	78	77	82	85
計	1,008	1,049	1,091	1,135	311	323	336	350

	親魚量 (千トン)				漁獲量 (千トン)				F
年齢／年	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008	
0 歳					32	33	35	36	0.37
1					23	23	24	25	0.51
2	42	48	49	51	9	10	11	12	0.31
3+	78	77	82	85	8	8	8	9	0.13
計・平均	120	125	130	135	71	74	241	274	0.33

引用文献

石岡清英・岸田達（1985）コホート解析に用いる漁獲方程式の解法とその精度の検討，
南西水研研報（19），111-120.

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.



図 1. ゴマサバ東シナ海系群の分布・回遊

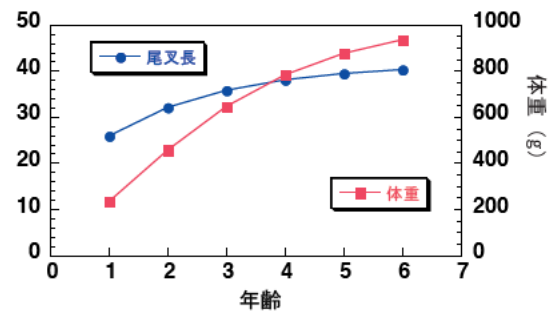


図 2. 年齢と成長

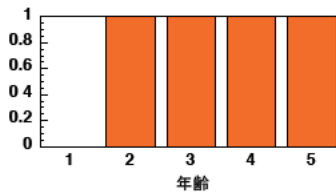


図 3. 年齢と成熟率

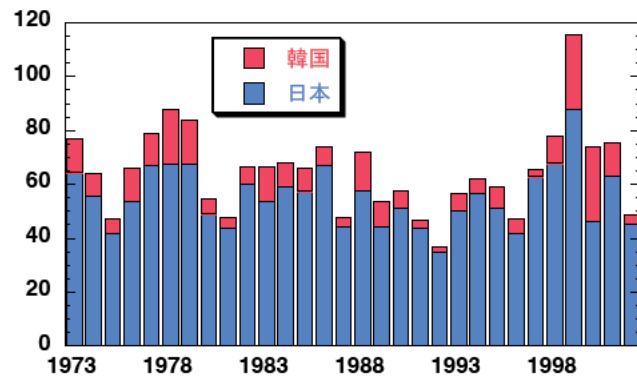


図 4. 漁獲量

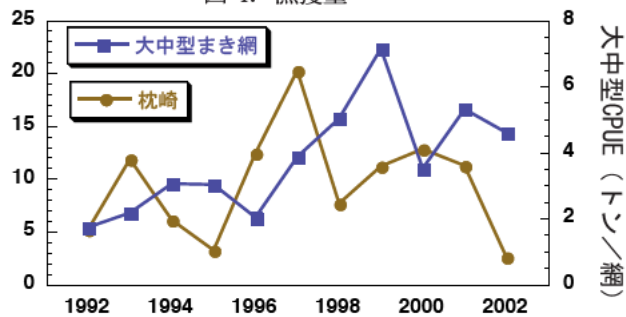


図 5. まき網の CPUE

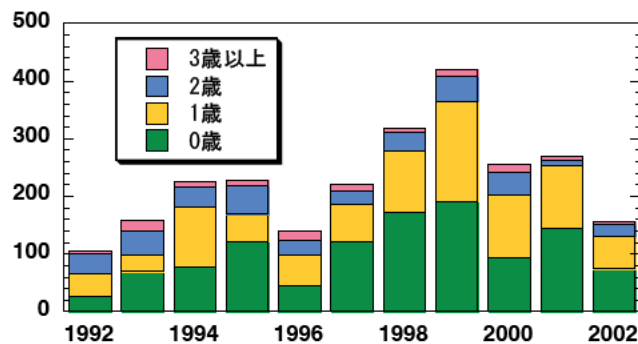


図 6. 年齢別漁獲尾数

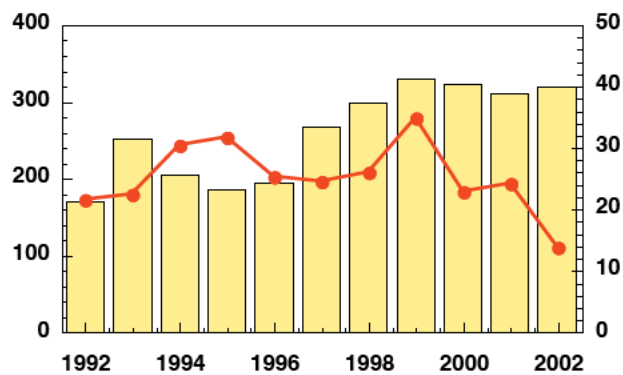


図 7. 資源量（棒グラフ）と漁獲割合（折線グラフ）

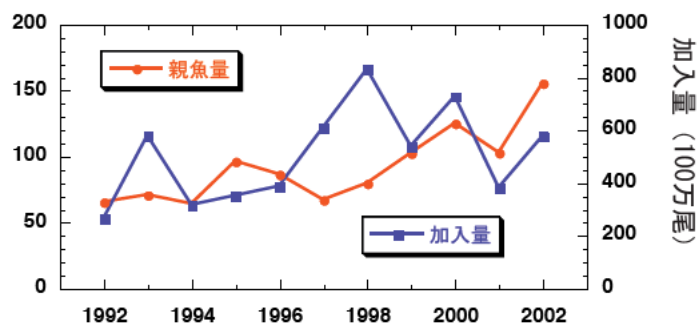


図 8. 親魚量と加入量

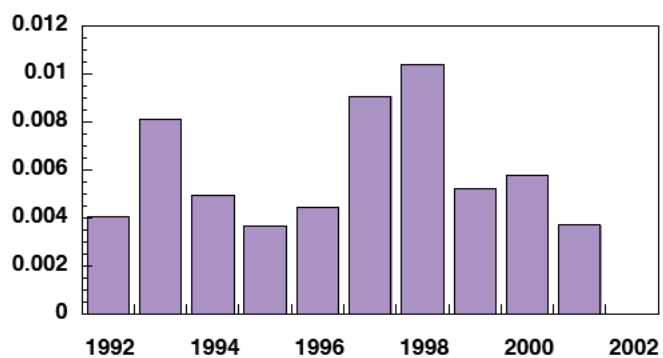


図 9. 再生産成功率

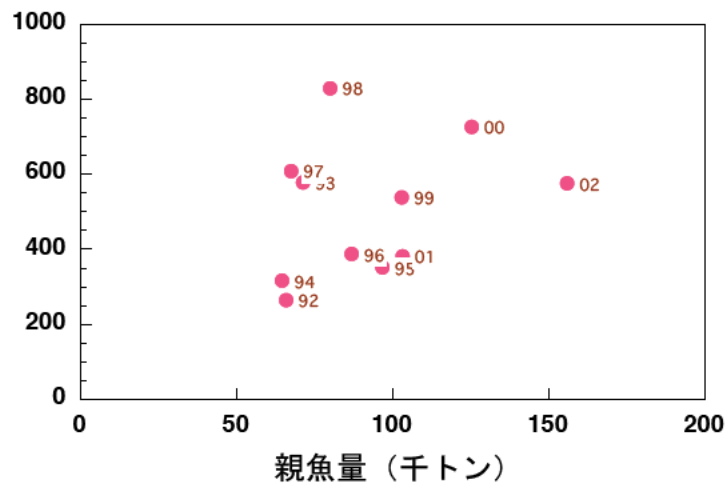


図 10. 親魚量と加入量の関係

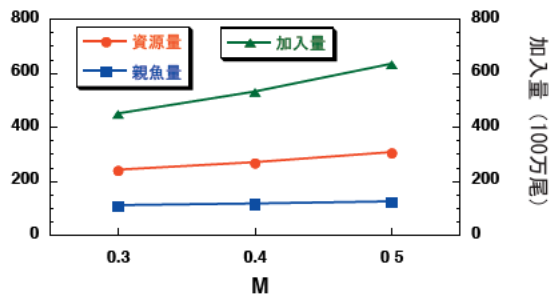


図 11. M と資源量、親魚量、加入量の関係

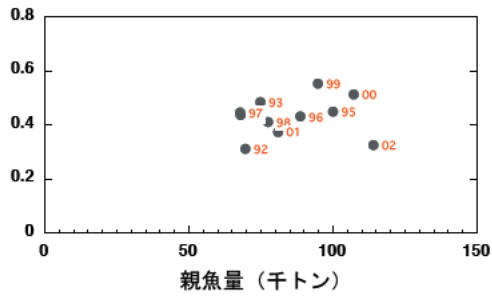


図 13. 親魚量と F の関係

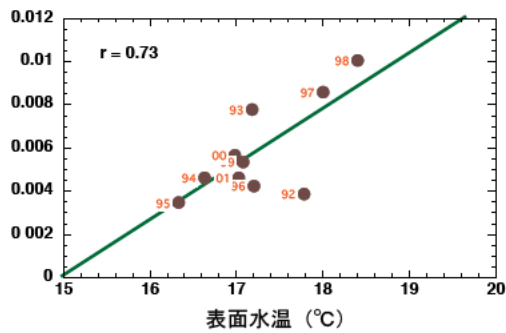


図 15. 表面水温と再生産成功率の関係

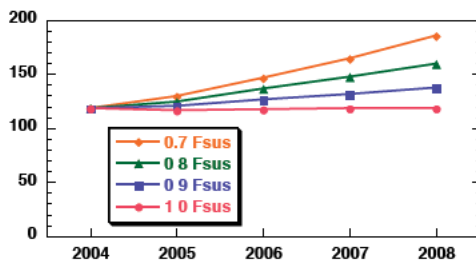


図 17. F による親魚量の変化

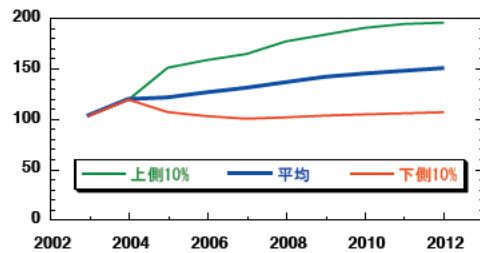


図 19. 再生産成功率を変動させた場合の親魚量の変化

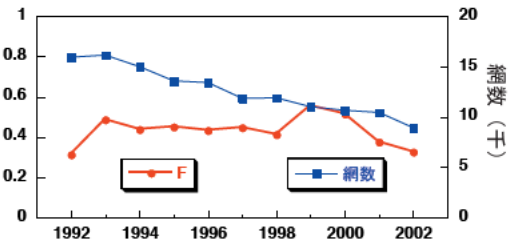


図 12. F と日本海西部・東シナ海で操業する大中型まき網の網数

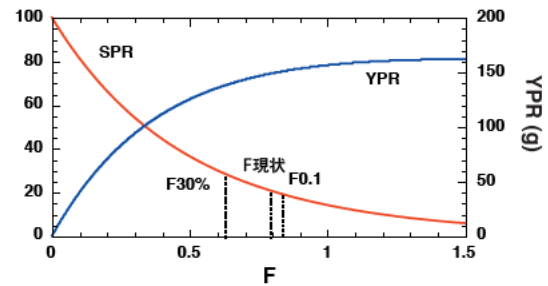


図 14. YPR と SPR (F は 1 歳時、年齢別選択率は 1999 ~ 2000 年平均)

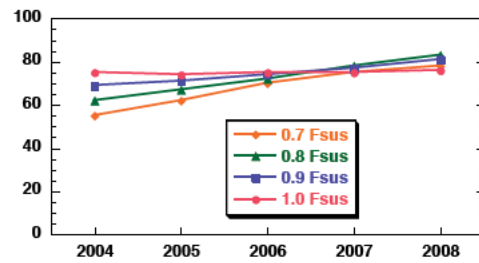


図 16. F による漁獲量の変化

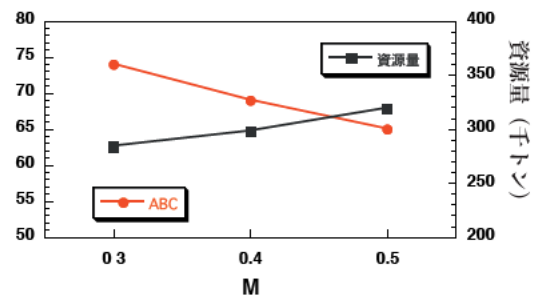


図 18. M と ABC、資源量の関係

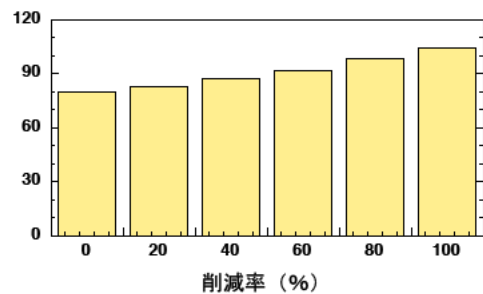
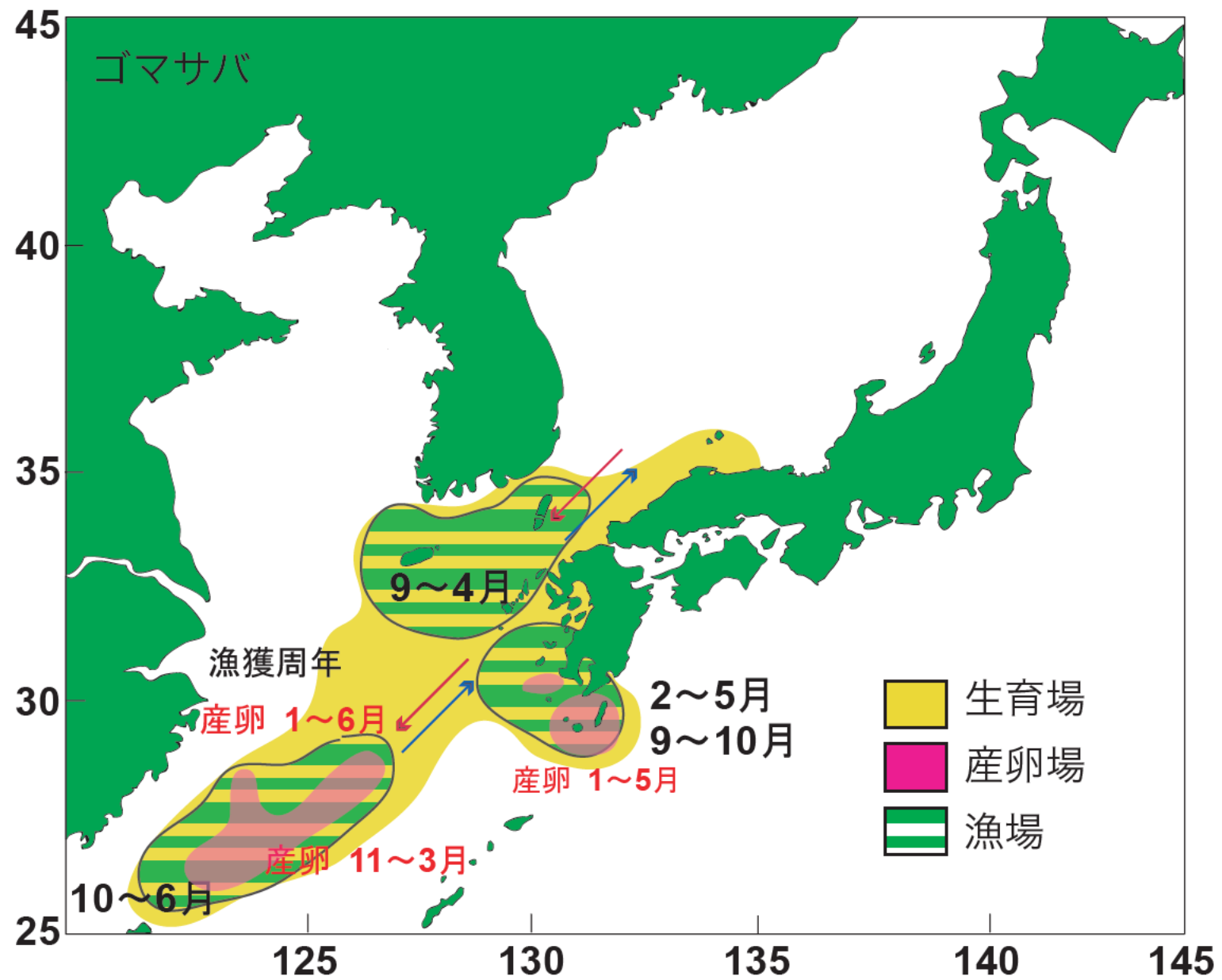


図 20. 0・1 歳 F の削減率と 2008 年漁獲量



ゴマサバ東シナ海系群の生活史と漁場形成模式図