

平成 17 年ゴマサバ太平洋系群の資源評価

責任担当水研：中央水産研究所（谷津明彦・渡邊千夏子・梨田一也・三谷卓美）

参画機関：北海道区水産研究所、東北区水産研究所、北海道立釧路水産試験場、北海道立函館水産試験場、青森県水産総合研究センター、岩手県水産技術センター、宮城県水産研究開発センター、福島県水産試験場、茨城県水産試験場、千葉県水産総合研究センター、東京都島しょ農林水産総合センター、神奈川県水産技術センター、静岡県水産試験場、愛知県水産試験場、三重県科学技術振興センター水産研究部、和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場、徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所、高知県水産試験場、愛媛県水産試験場、愛媛県中予水産試験場、大分県農林水産研究センター水産試験場、宮崎県水産試験場

要 約

ゴマサバ太平洋系群の漁獲量は、1996 年の 15 万 2 千トンのピーク後減少し、1999 年には 7 万 2 千トンであった。2001 年には 11 万 5 千トンまで増加したが、2002 年は 7 万 4 千トンとなった。2003 年には 10 万 8 千トンと増加したが 2004 年には 10 万トンとなった。2004 年の資源評価では、資源水準は中位で、横ばい傾向にある。ただし、2004 年の加入量は過去最大の 1996 年級群に次いで多いと推定されているため、現状の漁獲圧が継続すれば資源量は 2005 年、産卵親魚量は 2006 年に増加すると見込まれる。その後の加入量を過去の再生産関係に従うと仮定すると、2000 年～2004 年の平均の F ($F_{\text{current}}=F_{\text{limit}}$) で漁獲した場合、2010 年以降の産卵親魚量は現状（10 万トン）よりやや少ない 8～9 万トン、漁獲量は 11 万トン程度で安定する。再生産関係の不確実性を考慮すると、2008 年～2014 年に 1 年でも B_{limit} （1995 年水準）を下回る確率は F_{limit} で漁獲した場合に 30%程度、 F_{target} の場合は 2%程度である。

	2006 年 A B C	資源管理基準	F 値	漁獲割合
A B C limit	134 千トン	F_{current}	0.81	41%
A B C target	116 千トン	0.8 F_{current}	0.65	35%

注：漁獲割合は A B C / 資源重量、 F は各年齢の平均値

許容漁獲量

管理の考え方	管理基準	許容漁獲量	評価
漁獲圧を現状とし、産卵親魚量と漁獲量を中期的に安定させる。	F_{current} ($F_{\text{current}}=F_{\text{ave5 yr}}$) 2004 年の加入量は多く、 2006 年の産卵親魚量は	A B C limit 134 千トン	産卵親魚量と漁獲量は緩やかに増加し、2010 年以降は 2004 年の産卵親魚量よりやや少ない 8～9 万トンで安定する。

	増加する。		A:30%, B: 85 千トン, C: 112 千トン
産卵親魚量と漁獲量を中期的に安定させる。予防的措置をとる。	0.8 $F_{current}$	ABCtarget 116 千トン	A: 2%, B: 102 千トン, C: 101 千トン

A: 再生産成功率の変動を考慮した 1000 回のシミュレーションにより, 2008 年～2014 年に産卵親魚量が B_{limit} (1995 年水準の 44 千トン) を 1 年でも下回った率, B: 2008 年～2014 年の平均産卵親魚量, C: 2008 年～2014 年の平均漁獲量

年	資源量 (千トン)	漁獲量 (千トン)	F 値	漁獲割合
2003	268 千トン	108 千トン	0.80	40%
2004	316 千トン	100 千トン	0.77	32%
2005	387 千トン			

	指標	値	設定理由
B _{ban}	未設定		
B _{limit}	産卵親魚量	44 千トン	評価を開始してから最も少ない 1995 年水準。これを下回る再生産に関する知見はないため、一応の目安である。これを下回る場合も直ちに問題とは言えない。

水準：中位 動向：横ばい

1. まえがき

ゴマサバ太平洋系群の漁獲はマサバと同時になされることが多く、大部分の漁獲量はマサバと区別せずに扱われてきた。本系群を対象とした資源評価のための調査は、水産研究所、各県水産試験場等が実施した我が国周辺漁業資源調査により 1995 年から開始され、それ以降の資源量推定を行っている。

主な漁場域である太平洋南区および中区のみを対象とした分析により資源を評価していたが、近年では太平洋北区における漁獲も目立つ年があり、2000 年報告書から太平洋側全体を対象として資料分析を行うこととした。2001 年には太平洋北区における漁獲量が特に多かった。2002 年以降は北区では 2000 年以前の水準に減少した。2004 年級群は過去最大の加入量（約 15 億尾）であった 1996 年級群に次いで高い水準と推定される。

2. 生態

(1) 分布・回遊

ゴマサバは一般的に、マサバに比べ南方性かつ沖合性である。太平洋側での成魚の主分布域は北緯 36 度（房総半島）以南であり、若齢魚は三陸や北海道沖にまで回遊する。太平洋南区では1～6月に産卵が行われるが、量はかなり少ないと推定される。伊豆諸島海域も産卵場となる（図1）。加入群の一部は東シナ海から来遊するが、その詳細は不明である。黒潮続流域や黒潮親潮移行域は0歳魚の成育、索餌場として利用されている。東北海域では未成魚が来遊の主体である。2歳魚以上の成魚はほとんど来遊しないが、資源量が多くかつ海洋環境が好適（高水温）ならば三陸中・南部まで北上する。秋季には南下し、その後、伊豆諸島海域への産卵回遊に移行すると考えられている（目黒ほか 2002）。黒潮域沿岸地先に周年分布する群も多い。高知県足摺岬沖で放流されたゴマサバが熊野灘において、また伊豆諸島周辺海域で放流された個体が三陸沖において再捕される等（梨田ほか 2000、目黒ほか 2002）、比較的広い回遊が確かめられている。既述した回遊・産卵等の生活史関連情報に季節別漁場を加え、図2に示した。

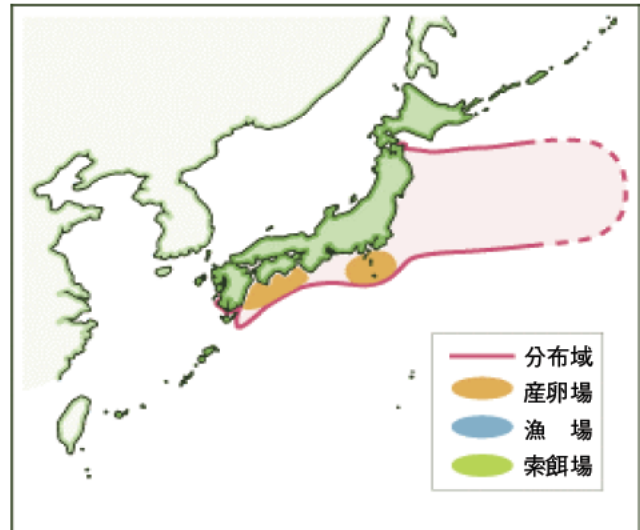


図1. ゴマサバ太平洋系群の分布と回遊

が熊野灘において、また伊豆諸島周辺海域で放流された個体が三陸沖において再捕される等（梨田ほか 2000、目黒ほか 2002）、比較的広い回遊が確かめられている。既述した回遊・産卵等の生活史関連情報に季節別漁場を加え、図2に示した。

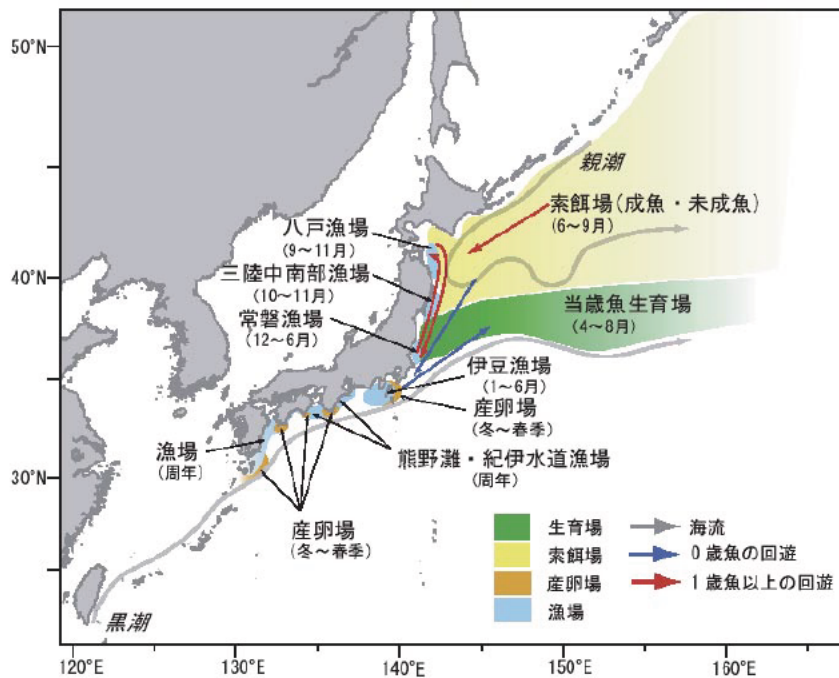


図2. ゴマサバ太平洋系群の生活史と漁場形成

(2) 年齢・成長

尾叉長 15cm までの成長は 1 日当たり約 1mm である (渡邊ほか 2002)。熊野灘における 1 歳魚以上の成長式が山川 (1999) により、伊豆諸島で漁獲された個体の年齢が花井 (1999) により報告されている。成長は海域や資源水準によりやや異なると推定され、熊野灘以南の成長は最も速く、次いで伊豆諸島付近、常磐以北は遅い。中央水産研究所の資料による、2004 年に漁獲された個体の平均的な尾叉長は 0 歳魚で 22cm、1 歳魚で 30cm、2 歳魚で 32cm、3 歳で 36cm、4 歳以上で 38cm である (図 3)。40cm を超える個体はまき網漁業の漁獲物では少ない。漁獲物の年齢構成からみて、寿命は 6 歳程度と推定される。

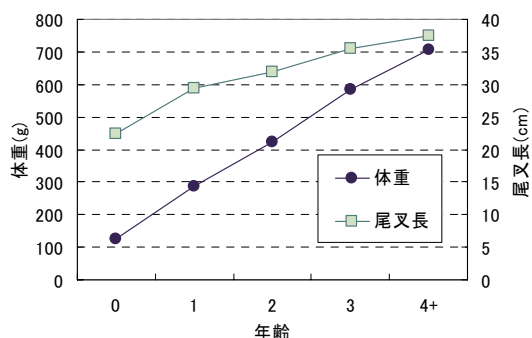


図3. 年齢と成長の関係

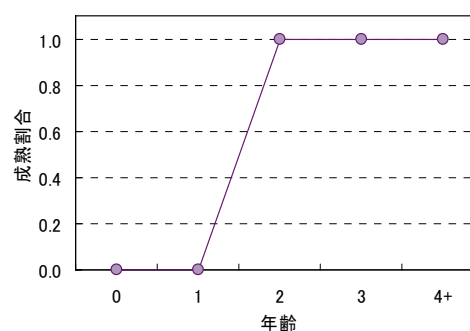


図4. 年齢と群成熟度の関係

(3) 成熟・産卵

尾叉長 30cm 以上で成熟することが判明しており (花井・目黒 1997)、本報告書では 2 歳から全て成熟するとした (図 4)。ゴマサバはマサバに比べて、産卵終了後も産卵場 (伊豆諸島海域) に滞留すること (加藤・渡邊 2002) など、産卵・回遊に関する知見も収集されつつある。

(4) 被捕食関係

稚魚期には浮遊性甲殻類、イワシ類のシラス等を餌とし、成長するとイカ類や魚も捕食する。稚魚期にはカツオ等に捕食される (横田ほか 1961、落合・田中 1986)。中央水産研究所が実施している表中層トロールや竿釣り漁業により採集されるカツオの胃内容物調査では、ゴマサバと推定されるサバ型の稚魚が確認されている。

3. 漁業の状況

(1) 漁業の概要

主に中型まき網漁業、大中型まき網漁業、火光利用さば漁業 (たもすくいおよび棒受け網漁業)、定置網漁業および釣り漁業などにより漁獲されている。海域別、漁業種類別漁獲量の推移を表 1 と図 5 に示した。

太平洋南区のゴマサバを対象とする主な漁業種類もまき網であり、中区と北区を含めたゴマサバ太平洋系群の漁獲の多くはまき網漁業によっている。

表 1. ゴマサバの海域別漁業種類別漁獲量の経年変化（単位：千トン）

	南区	中区			北区		中区	合計
	全漁業種類	熊野灘まき網	静岡まき網	静岡棒受け網	北部まき網	常磐三陸定置網	たもすくい	
1982	16.26						(10.48)	16
1983	18.70						(17.92)	19
1984	22.82						(1.83)	23
1985	20.88	2.57					(6.12)	23
1986	27.56	3.47	9.98	40.74			(13.58)	82
1987	27.35	2.84	6.82	37.62			(14.75)	75
1988	13.03	8.65	5.24	27.30			(8.09)	54
1989	9.30	1.63	3.10	7.71			(2.49)	22
1990	5.54	1.17	5.69	10.29			(5.14)	23
1991	9.72	0.95	1.74	7.49			(1.34)	20
1992	5.88	1.07	7.36	5.80			(0.70)	20
1993	21.46	4.94	8.41	14.49			(2.33)	49
1994	15.75	5.82	12.82	12.65			(3.38)	47
1995	15.80	10.71	27.02	19.77			(7.75)	73
1996	50.16	16.07	43.08	17.91	18.37	6.31	(3.61)	152
1997	42.87	18.05	41.08	21.74	6.34	2.12	(5.73)	132
1998	10.76	3.10	31.05	15.26	11.93	0.73	(5.75)	73
1999	12.82	11.19	28.26	9.47	6.55	3.29	(5.81)	72
2000	20.57	12.97	37.52	16.57	17.07	3.90	(6.01)	109
2001	11.77	6.13	25.96	16.38	51.22	3.44	(7.79)	115
2002	9.91	13.07	22.45	10.14	17.75	0.29	(6.21)	74
2003	33.28	17.31	32.78	15.31	8.48	0.56	(4.03)	108
2004	15.06	7.26	55.43	17.77	4.05	0.24	(5.80)	100

- 1) 太平洋南区：さば類漁獲量を各県水試等の市場調査時のゴマサバ混獲比により振り分け
- 2) 一都三県たもすくい漁獲量：東日本さば釣り組合資料による主要港水揚げ量に基づく
- 3) 熊野灘漁獲量：三重県科学技術振興センター水産研究部資料。奈屋浦港におけるゴマサバ混獲比を用いて推定
- 4) 静岡県まき網・棒受け漁獲量：静岡水試・千葉県水研セ資料。まき網は静岡県主要 4 港と銚子における水揚げ量
- 5) 中区漁獲量小計：太平洋中区のたもすくいによる漁獲量は静岡県棒受け漁獲量（火光利用さば漁業漁獲量）に含まれるとして計算
- 6) 北区定置網・まき網漁獲量：さば類漁獲量を水試等の混獲比調査により振り分け推定（中央水研資源評価部）

（2）漁獲量の推移

漁獲統計ではマサバとともにサバ類として集計されており、市場銘柄や混獲率調査に基づいて漁獲量を推定した。それによると 1986 年以降の漁獲量は、太平洋中区（千葉（たもすくい）～三重県）では 1991 年の 1 万トンから 1997 年の 8 万 1 千トンの間で、太平洋南区（和歌山～宮崎県）では 1990 年の 6 千トンから 1996 年の 5 万トンの間で変動している。両区の合計漁獲量は、1986 年の 8 万 2 千トンから減少し、1991 年、1992 年には 2 万トンとなった。1996 年、1997 年にはそれぞれ 12 万 7 千トン、12 万 4 千トンと高い値を示した。2001 年には 6 万トン、2002 年には 5 万 6 千トンに減少していたが、2003 年は 9 万 9 千トンと増加した。2004 年には 9 万 6 千トンであった。太平洋北区（千葉県以北）と北海道太平

洋側での漁獲実態の詳細は不明であったが、近年の調査によって、2万トン以上漁獲される年もあることが判明した。2001年には5万5千トンと、1996年以降最も漁獲量が多かった。2002年には1万8千トン、2003年には9千トン、2004年には4千トンと2000年以前の水準となった。

太平洋北区を含めた太平洋側での漁獲量は近年では1996年の15万2千トンが最も多い。2000年は10万9千トン、2001年は11万5千トンであったが2002年には7万4千トンに減少し、2003年には10万8千トン、2004年は10万トンと変動してきた。

1989年以降、我が国200カイリ内で本系群を対象とした外国漁船による漁獲はない。

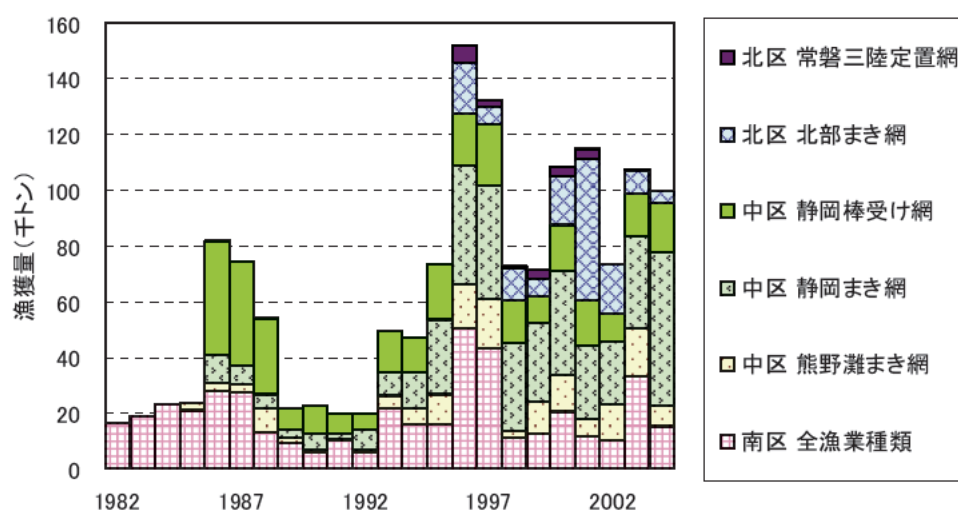


図5. 海域別漁業種類別漁獲量の経年変化(1985年から熊野灘まき網、86年から静岡県まき網と棒受け網、1996年から太平洋北区の漁獲量の調査を開始した)

4. 資源の状態

(1) 資源評価の方法

漁業種類別に主要港の月別水揚量と体長組成、体長-体重関係から体長別漁獲尾数を求め、体長-年齢関係に基づき、年別年齢別漁獲尾数を集計した。年齢と成長および年齢分解には、年齢査定結果(花井 1999、千葉県水産研究センター、静岡県水産試験場、中央水産研究所、東北区水産研究所八戸支所の資料)と熊野灘での成長式(山川 1999)を参照した。昨年度までは年齢別漁獲尾数の推定が定型化されておらず、年齢別漁獲尾数の推定方法に課題があったため、本年度は可能な範囲で1995年に遡って年齢別漁獲尾数を見直し、精度向上に努めた。

年齢別資源尾数の推定は1月を基点とする暦年のコホート解析により行った(Pope 1972)。4歳以上の最高齢グループと3歳の資源尾数については、平松(2001)の方法により、プラスグループを考慮した計算を行い、また漁獲係数(F)は3歳と4歳以上とを等しいとした。最近年(2004年)のFは次のように求めた。はじめに2004年の年齢別漁獲係数を2001年

～2003 年の平均として、3 歳と 4 歳の F が等しくなるようにして、2004 年の年齢別選択率を求めた。次に、この選択率を用いて、最近年の選択率=1（完全加入）の年齢の F をチューニングにより決定した。チューニングに用いた資源量指数は、次項で示すように過去の加入量を比較的良く代表すると考えられた以下の 3 系列である：黒潮統流域での表中層トロール採集による幼魚加入量指数（中央水産研究所資源評価部）、北海道立釧路水産試験場の流し網調査によるゴマサバ 0 歳魚 CPUE、静岡県地先棒受け網で漁獲される未成魚の資源量指数（静岡県水産試験場）。これらの指数が 0 歳魚の資源尾数に最もよく適合するように Excel のソルバーを用いて最近年の F を定めた。自然死亡係数（M）は寿命との統計的關係 $M=2.5/\text{寿命}$ （田中 1960）から 0.4 とした。コホート解析の詳細は補足資料 1 を参照されたい。

表 2. 資源量指数値の経年変化
(開洋丸の 1 歳魚以上指標は 0 歳指標として 1 年前にずらした)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
静岡県棒受け網 0 歳魚資源量指数	53	199	41	8	60	29	20	68	34	194	
黒潮統流域加入量指数(対数)		7.7	5.8	3.1	6.8	7.0	5.4	6.5	3.2	7.4	4.8
釧路水試流し網 cpue(尾数)	0.9	65.4	1.9	2.7	44.4	5.3	1.2	29.1	1.3	14.3	
開洋丸 cpue(北上期 1 歳以上 kg/網)							1.77	0.00	2.35	0.07	
開洋丸 cpue(越冬期 1 歳以上 kg/網)								0.00	2.94	0.13	
常磐越冬期の科学魚探(トン/km ²)								1.11	1.73	0.03	0.39
ゴマサバたもすくい CPUE(トン/隻日)	6.74	3.91	9.07	5.78	7.14	7.87	10.74	7.85	8.10	10.40	
高知県定置網入網尾数					93	45	347	128	9,166	5,648	42,155
日向灘方形枠稚魚網採集(尾/網)						7.2	4.5	7.7	10.3	4.3	4.3
日向灘方形枠稚魚網採集(g/網)						0.07	0.15	0.11	0.80	0.17	0.10
サバ属産卵量(兆)	43	36	86	96	194	75	165	46	51	112	

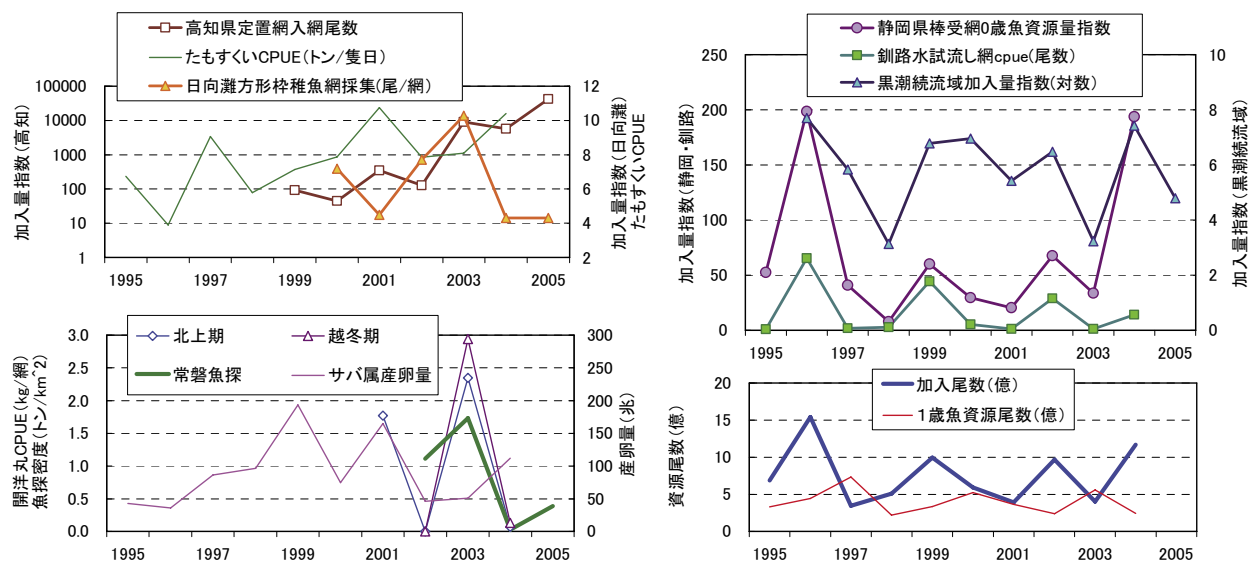


図6. 加入量と指数の経年変化

（２） 資源量指標値の推移

0 歳魚の加入量指数を中心に調査船調査結果を、コホート計算により求められている 0 歳魚の資源尾数とともに表 2 と図 6 にまとめた。詳細は補足資料 2 を参照されたい。

加入量指数の経年変動をみると、卓越年級群が出現した 1996 年とこれに準じる 1999 年には釧路水試調査流し網 CPUE と静岡県地先棒受網未成魚資源量指数が共に大きな値を示している。続流域加入量指数も 1996 年には大きな値であり、1999 年も比較的大きな値を示し、漁業への実際の加入を良く反映している。2002 年にも比較的大きな加入量の指標を得ている調査が多い。また、開洋丸の表中層トロール調査および魚群探知機調査による 2002 年級群の 1 歳時点での資源量指数も大きかった。

2003 年級群を対象とした日向灘を中心とした方形稚稚魚網による採集では調査を開始した 2000 年以降で最も採集尾数が多く、大型個体が採集された。高知県水試が実施している定置網による小型魚の漁獲量調査では、調査を開始した 1999 年以降では過年に較べ極めて多くの幼魚が採集された。しかし、静岡県地先棒受け網での指標値は小さく、続流域加入量指数や釧路水試流し網調査も極めて小さい値であった。また、開洋丸の表中層トロール調査および魚群探知機調査による 1 歳時点での資源量指数も小さかった。その後のまき網等による漁獲状況や資源量推定結果からも 2003 年級群の 0 歳魚資源尾数は極めて少ないと推定される。

2004 年級群の加入量については、静岡県地先棒受け網と続流域加入量指数は 1996 年に次ぐ高い指標値が得られている。さらに、釧路水試の流し網調査と高知県水産試験場の定置網による小型魚の漁獲量調査でも比較的高い値を示した。しかし、日向灘の稚魚網調査では過去最低の値であった。常磐沖の越冬期（2005 年 2 月）における俊鷹丸による魚群探知機調査による 1 歳時点での密度は 2003 年級に対するものより大きかったものの、2001 年級や 2002 年級の値よりかなり小さかった。これは、2005 年冬季は親潮の南下が強く、黒潮も房総半島に接岸していたため、魚群の主分布域は調査海域より南側あるいは遙か沖合に位置したためと考えられる。

2005 年級群の指標値については調査により大きく異なる。すなわち、高知県水産試験場の定置網による小型魚の漁獲量調査で過去最大の値が得られているものの、続流域加入量指数はそれほど高くなく、日向灘の稚魚網調査では 2004 年同様に低い値であった。釧路水試による道東海域における 6 月の流し網調査では、1 点であるものの例年になくゴマサバ当歳魚が多獲（21 尾）された。

伊豆諸島周辺海域操業されているたもすくいの CPUE の経年変化を図 7 に示した。近年不振のマサバに代わってゴマサバの漁獲量が多い。CPUE は努力の有効度等は勘案しておらず資源量の変動を的確に表していないかもしれないが、この図は近年のゴマサバ資源が比較的安定していることを示していると考えられる。

サバ属産卵量（マサバとゴマサバ）は 2003 年の 51 兆粒から 2004 年には 112 兆粒に増加した。2005 年 1 月～6 月の暫定値は 50 兆粒である。

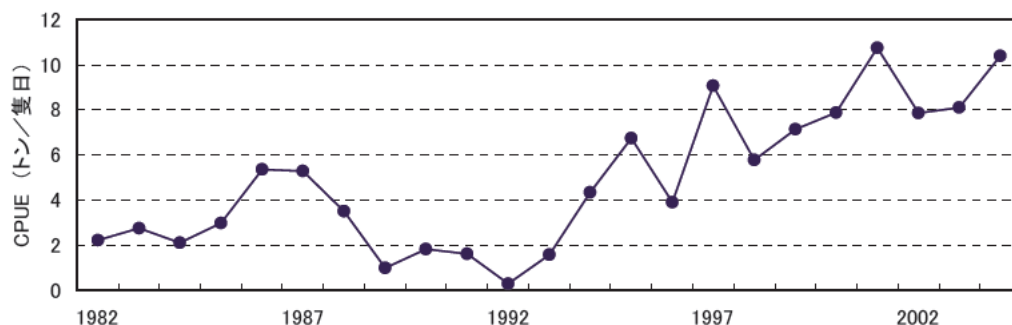


図7. 伊豆諸島周辺海域のたもすくい漁業による1日1隻当たり漁獲量の経年変化

(3) 漁獲物の年齢組成

年齢別の漁獲尾数を図8と付表1に示した。卓越年級群が出現した1996年とそれに続く1997年のそれぞれ0歳魚と1歳魚の漁獲尾数が多かった。1996年には1995年級群の1歳魚も多く、卓越年級群に準じた群が出現した1999年の0歳魚と続く2000年の1歳魚が多かった。1999年以降の漁獲尾数は比較的安定していた。その中では、2002年の0歳魚と2003年の1歳魚が比較的多かった。2003年の0歳魚の漁獲尾数は少なく、2004年の0歳魚は比較的多かった。

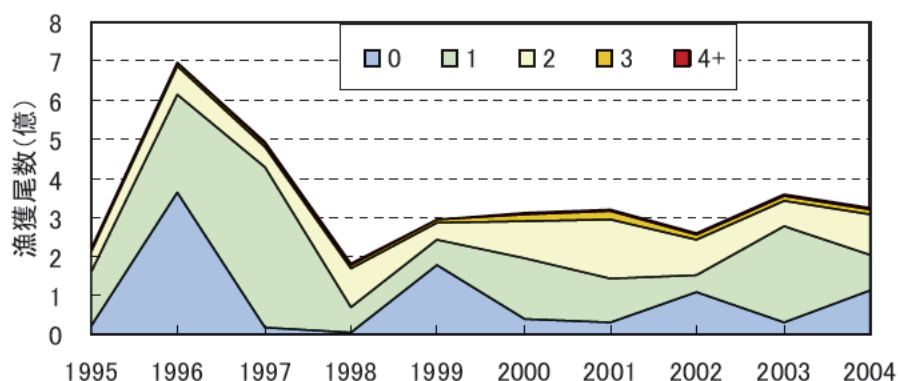


図8. 年齢別漁獲尾数の経年変化

(4) 資源量の推移

コホート解析により得られた1995年以降の資源量は1996年が36万トンで最も大きく、1997年から1998年にかけて減少し、1999年は増加して30万トン、2000年は32万トンと推定された(図9、付表1)。2001年から2003年にかけて資源量はやや減少し、27万トンとなった。これは、近年では1996年級群が卓越年級群であり、1997年と1998年の加入量は少なく、1999年級群が多かったことによる。2004年の資源量は0歳魚尾数が多いと推定されるため32万トン程度に回復したと見られる。

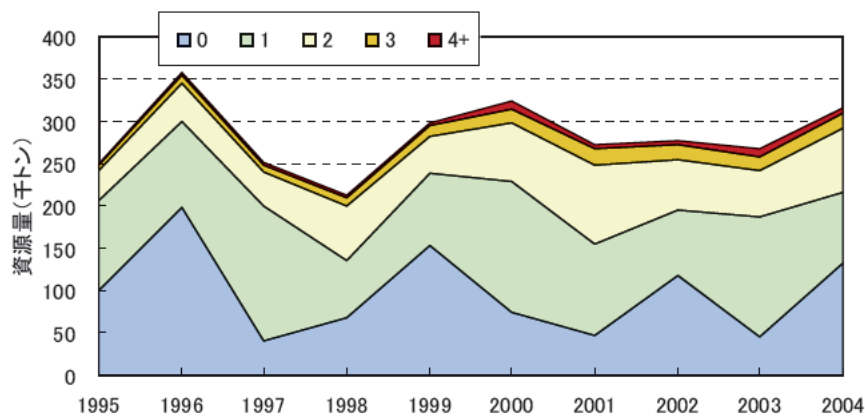


図9. 資源量の経年変化

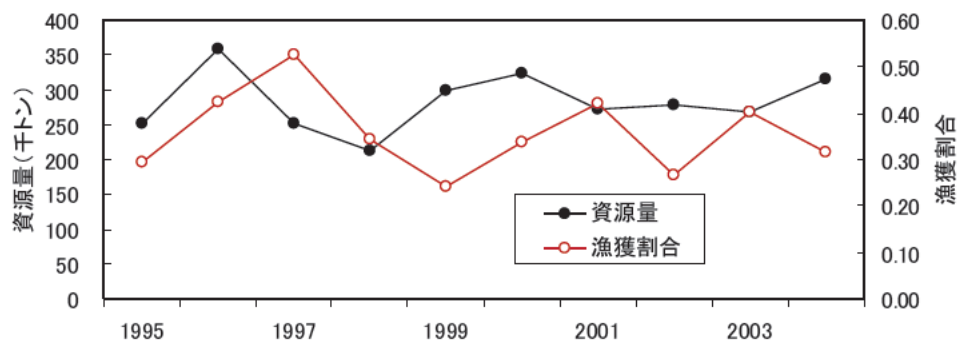


図10. 資源量と漁獲割合の経年変化

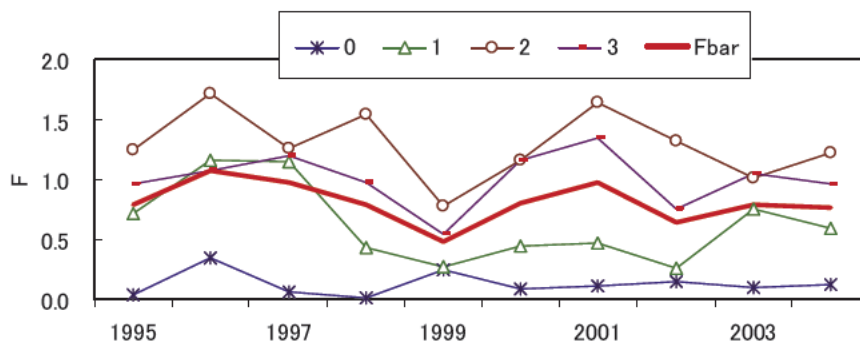


図11. 年齢別の漁獲係数 F とその単純平均 (Fbar) の経年変化

漁獲割合は24% (1999年) ～53% (1997年) で、年による変化が比較的大きい (図10、付表1)。漁獲係数 (F) も漁獲割合の変化にほぼ対応し、やや減少する傾向が見られ、年齢別に見ると0歳魚のFが小さい (図11)。

自然死亡係数 (M) を変化させた場合の推定資源量とABCの変化について、図12に示した。Mが大きくなるに従って、推定資源量は大きくなる。Mが0.1異なると、2004年の資源量はM=0.4の場合に比べて4～5万トン、産卵親魚量は1万トン程度異なる。

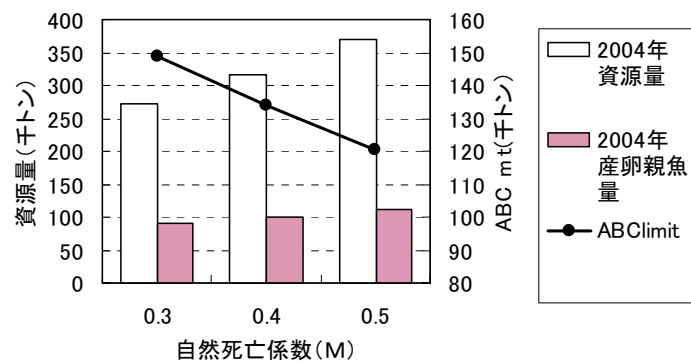


図12. Mの違いによる2004年の資源量と産卵親魚量および2006年のABC limit

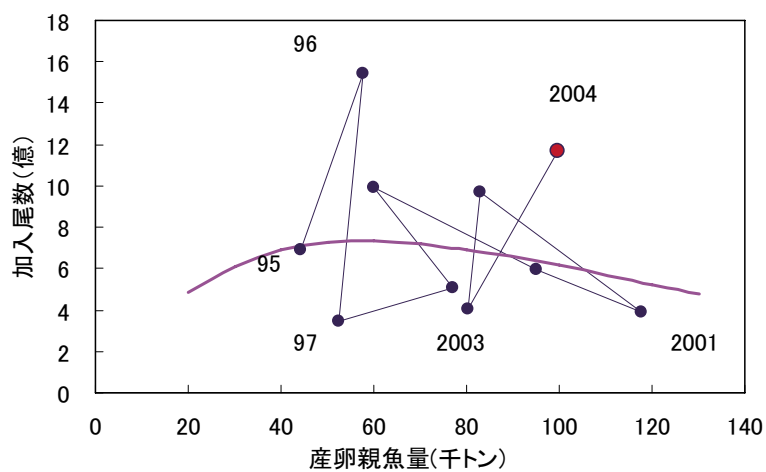


図13. 産卵親魚量と加入量尾数との関係(再生産関係)

図中の数字は西暦、曲線はリッカー型再生算式

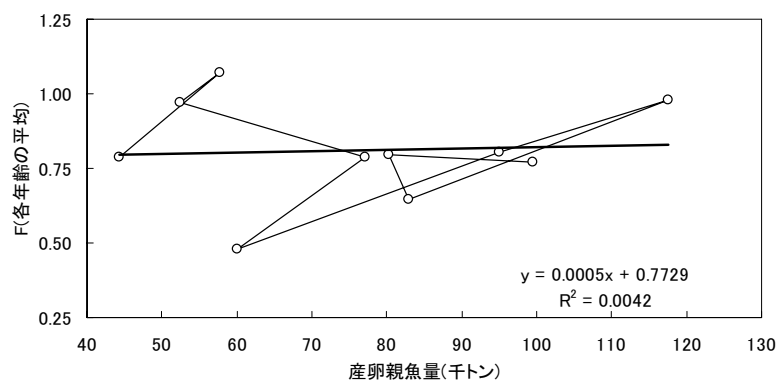


図14. 産卵親魚量とFとの関係

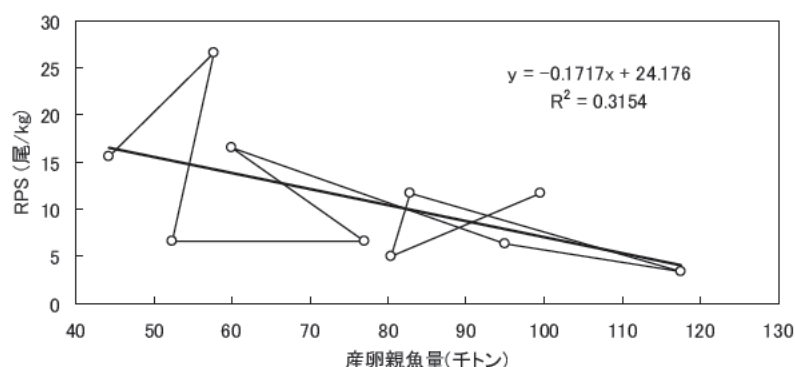


図15. 産卵親魚量と再生産成功率(RPS)の関係

再生産関係（図13）をみると、親魚資源量が4万4千トン（1995年）～11万8千トン（2001年）の範囲において、加入尾数が大きく変化した。すなわち、多い順に1996年の約15億尾、2004年の約12億尾、1999年と2002年の約10億尾であった。最も少ない加入尾数は1997年の約3億尾、次いで2001年と2003年の約4億尾であった。産卵親魚量（SSB）とFの間には関係は見られなかった（図14）。一方、再生産成功率（RPS＝加入尾数／産卵親魚量）はSSBが大きいと小さな傾向にあり（図15）、密度効果が示唆された。RPS（対数）とSSBの回帰分析によると、SSBの影響は10%の危険率で有意であった。

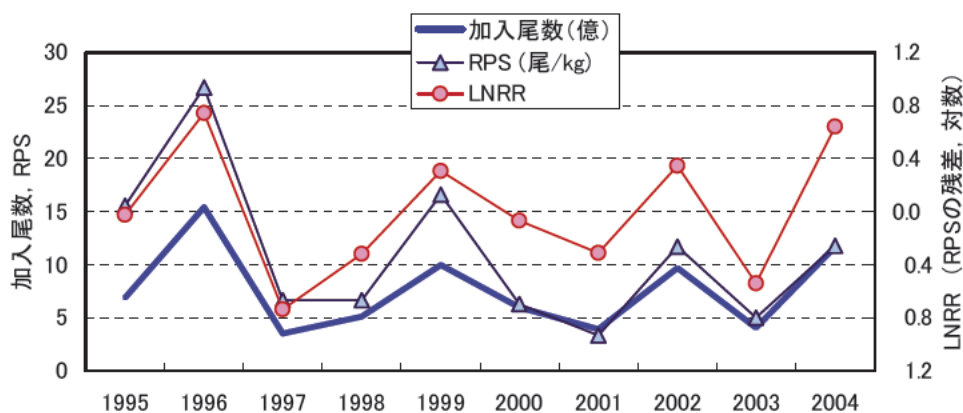


図16. 加入尾数、再生産成功率(RPS)およびRPSのリッカー再生産式からの残差(LNRR、対数)の経年変化

（5）資源の水準・動向

過去23年間の漁獲量の推移から2004年の資源水準は中位、過去5年間の資源量推定値と漁獲量の傾向から資源動向は横ばいと判断される。ただし、2004年級群の加入尾数は過去2番目に多いと推定され、今後の漁獲圧が現状より増加しない限り、2004年級群の成長と成熟により資源量と産卵親魚量は増加するものと見積もられる。

5. 資源管理の方策

(1) 再生産関係

本報告では B_{limit} を 1995 年以降で最も少ない水準として、1995 年の産卵親魚量 4 万 4 千トンとした。しかし、この産卵親魚量から 7 億尾と中程度の加入があったため、これを下回る場合も直ちに問題とは言えない。B_{ban} はデータが少ないため設定できない。

前述のように RPS には密度効果が示唆され、産卵親魚量が大きいと加入量は減少する傾向が見られたため、図 13 にリッカー型の再生算式を当てはめた。なお、ベバートンホルト型の再生算式には当てはまりが悪かった。

$$R = 340 \text{ SSB} \exp(0.0171 \text{ SSB}) \quad \dots\dots (1 \text{ 式})$$

ここで、R は加入量（億尾）、SSB は産卵親魚量（千トン）である。

平成 16 年度の資源評価報告書においては、「産卵親魚量を 5 万トン～8 万トンのレベルに保つ資源管理が有効ではないかとの意見もあるが、この考えは採らない」としていた。その理由は、RPS の高低が海洋環境（生物環境を含む）に大きく影響を受けている可能性が高いことが示唆されたためであった。しかし、再生産成功率は一般に環境と産卵親魚量による密度効果の影響を受けるため、両者の影響を評価する必要がある。そのための指標として、観測された RPS とリッカー再生産式から期待される RPS との残差（ $\text{LNRR} = \ln(\text{RPS 実測値} / \text{RPS 理論値}) = \ln(R \text{ 実測値} / R \text{ 理論値})$ 、図 16）を用いて解析を行った。なお、LNRR が正の値をとる年は、加入量や RPS がリッカー再生産式から期待されるより大きく、このような年は海洋環境がゴマサバ太平洋系群にとって良好であったと考えられる。

ここで求めた再生産式(1 式)は将来予測のみに用い資源管理には使用しない。その理由は、この再生産式から導かれる最適な親魚量（B_{msy}）には不確実性が大きいため、資源管理の考え方としてはなじまないためである。

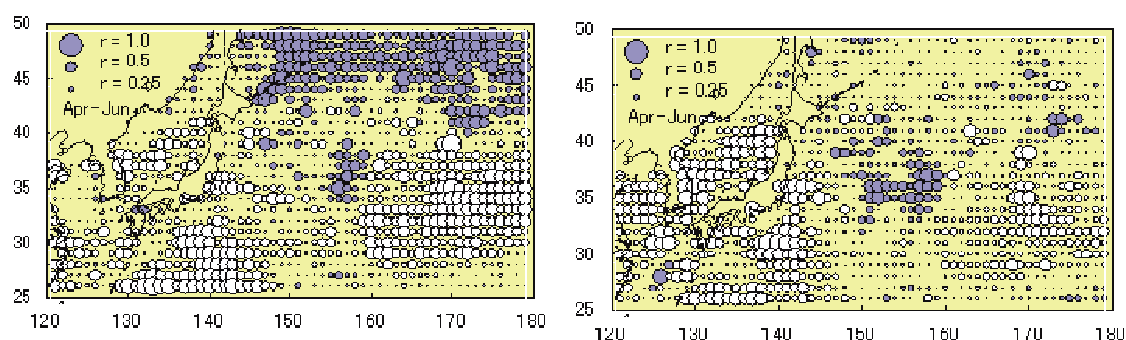


図17. 1995 年～2004 年の春季表面水温と RPS との相関(左)および RPS のリッカー型再生算式からの残差(対数、LNRR)との相関(右)（○は負の相関、表面水温は気象庁提供）

LNRR に対応する環境データとして、季節別・緯度経度 1 度昇目別の表面水温と人工衛星画像から推定したクロロフィル濃度を用いた（図 17、18）。これらの環境指標値と LNRR および RPS との間で比較的大きな相関係数が得られた海域は諸所に見られた。そこで、ゴ

マサバ太平洋系群の回遊（図 1、4）から見て意味のある海域、すなわち RPS や LNRR の変動を説明できる可能性の高い海域として黒潮続流域と東北沖が想定された。春季の黒潮続流域の水温は幼魚の分布域であり、負の相関が見られたことから、水温が低いほど RPS や LNRR が高いと考えられた。また、冬季の黒潮域と東北沖合のクロロフィル濃度が高いと、幼魚や当歳魚の索餌期において餌生物が豊富になると想定される。春季のクロロフィル濃度と高い相関を示す海域はゴマサバの回遊経路にはなかった。

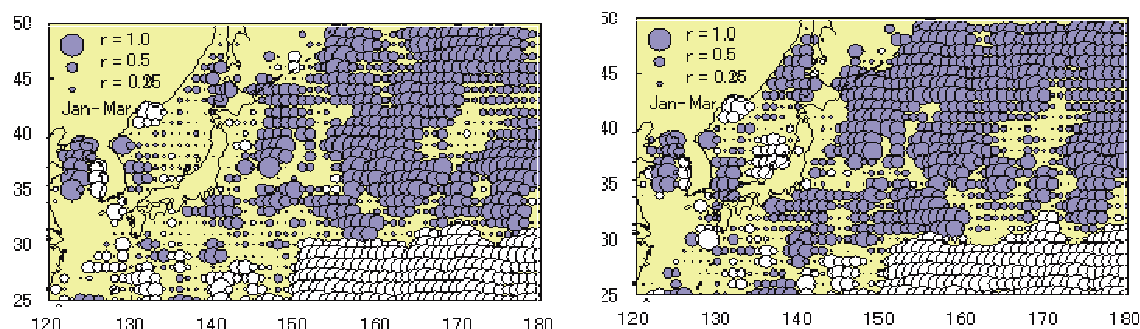


図18. 1997 年～2003 年の冬季クロロフィル濃度と RPS との相関(左)および RPS のリッカー型再生産式からの残差(対数、LNRR)との相関(右)

(○は負の相関、●は正の相関、クロロフィル濃度は遠洋水産研究所の亀田研究員提供)

1995 年から 2004 年までデータがあり、RPS および LNRR と比較的高い相関のあった 35° N ～36° N、142° E～143° E の緯度 2 度×経度 2 度の春季表面水温の平均値 (T、図 1 9) と産卵親魚量 (SSB) を用いて、拡張リッカー式を用いて RPS を表現した：

$$\ln(RPS) = 0.01872 SSB - 0.389 T + 13.378 \quad \dots\dots (2 \text{ 式})$$

ここで、水温 T も SSB も 5%水準で有意な要因と判断された。従って、再生産成功率は産卵親魚量による密度効果と環境（水温）が共に重要な要因であることが示された。

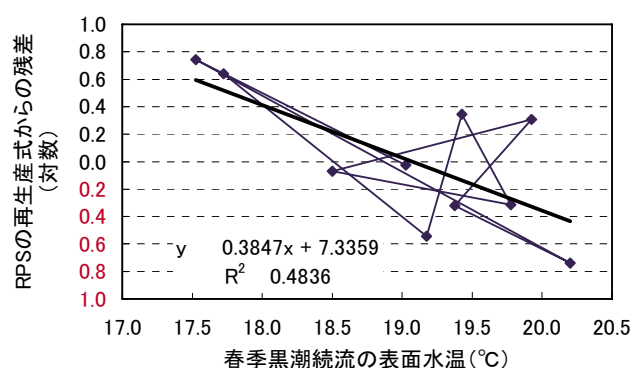


図19. 35° N～36° N、142° E～143° E の緯度 2 度×経度 2 度の春季表面水温の平均値(T)と LNRR の関係

(2) 今後の加入量の見積もり

海洋環境の将来予測は現時点では不可能なため、今後の加入量はリッカー曲線（1 式）に従うとした。将来予測において加入量の不確実性を考慮する場合には、各年の RPS がリッカー曲線から期待される理論値に対して、1995 年～2004 年に観測された LNRR（図 1 6）をランダムに選択して与えることとした。

(3) 加入量当り漁獲量

成長、体長 体重関係、成熟、自然死亡と完全加入時の漁獲係数及び近年の年齢別選択率を用いて求めた YPR 曲線と SPR 曲線を図 2 0 に示した。1995 年～2004 年の RPS の中央値に見合う F_{med} は $F_{current}$ （2000 年～2004 年の平均の F 、 $F_{ave5\ yr}$ ）よりやや小さかった。 $F_{current}$ は F_{max} よりかなり小さく、 $F_{0.1}$ の 2 倍程度大きな値である。

未成魚規制の効果について検討するため、0 歳と 1 歳の F を制御した場合の産卵親魚量と漁獲量の予測を表 3 と図 2 1 に示した。0 歳魚の選択率が低いことから、漁獲量増加への効果は余り認められない。

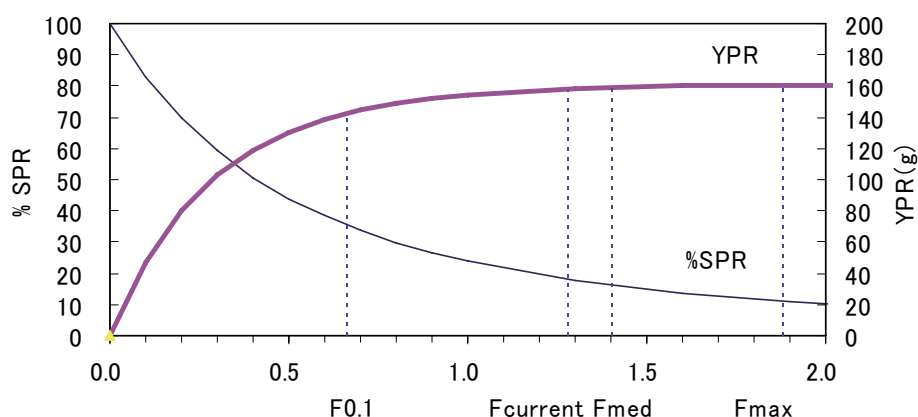


図20. 完全加入年齢における F と%SPR および YPR との関係

表 3. 未成魚（0 歳と 1 歳）に対する現状の F を変化させた場合の漁獲量と産卵親魚量の将来予測

F bar	基準値	漁獲量(千トン)							産卵親魚量(SSB, 千トン)						
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0.77	未成魚の $F \times 0.7$	99	136	119	98	87	93	100	100	66	124	111	84	84	96
0.78	未成魚の $F \times 0.8$	99	136	124	99	90	98	104	100	66	124	106	80	81	92
0.80	未成魚の $F \times 0.9$	99	136	129	100	93	103	107	100	66	124	102	76	78	88
0.81	未成魚の $F \times 1.0$	99	136	134	102	97	107	111	100	66	124	98	72	75	84
0.89	未成魚の $F \times 1.5$	99	136	154	108	113	121	123	100	66	124	80	55	60	64
0.96	未成魚の $F \times 2$	99	136	169	113	125	125	126	100	66	124	67	43	46	46

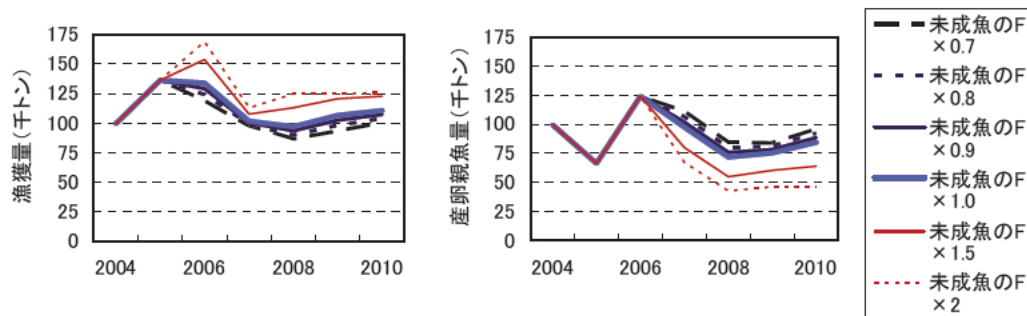


図21. 未成魚（0歳と1歳）に対する現状のFを変化させた場合の漁獲量と産卵親魚量の将来予測

（4）漁獲圧と資源動向

資源評価を開始して年数が短く不確実性が大きいですが、今回の解析による漁獲圧の評価を以下に試みる。Fは年変動があるものの、近年5年間のFの平均値（ $F_{current}$ ）は、資源を持続的に利用できる F_{med} よりやや小さい。また、 $F_{current}$ での漁獲は、想定した再生産式の下で資源量および漁獲量が中期的に安定する。これらのことから、 $F_{current}$ での漁獲の継続は妥当と考えられる。また、0歳魚の選択率が低いため、YPRの面からも系群全体としては現状の漁獲に大きな問題は見られない。但し、1996年級群のように0歳魚にやや高いFがかかった年もあること（付表1）、漁業によっては未成魚を多獲するものもあるので、留意が必要である。

Fの変化による資源量（産卵親魚量）と漁獲量の推移について表4と図22で検討した。計算方法と前提は後述のABCの計算方法（付表2）と同様とした。予測には $F_{current}$ （= F_{limit} ）を基準として各年齢のFを0.7～1.2倍した。加入量はリッカー型再生算式に従うとした。Fを抑制すると漁獲量は減少するが産卵親魚量は増加する。現状をやや上回るFを与えると、その逆となるが、2010年までに B_{limit} を下回ることはない。但し、この計算では加入量に不確実性は含まれていない。

表4. 異なるFによる漁獲量と産卵親魚量の将来予測

F bar	基準値	漁獲量(千トン)							産卵親魚量(SSB, 千トン)						
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
0.56	0.7 $F_{current}$	99	134	106	93	81	83	89	100	66	124	129	106	95	102
0.64	0.8 $F_{current}$	99	135	116	97	87	92	98	100	66	124	117	93	87	97
0.73	0.9 $F_{current}$	99	135	125	99	92	100	105	100	66	124	107	81	81	91
0.81	$F_{current}$	99	136	134	102	97	107	111	100	66	124	98	72	75	84
0.98	1.2 $F_{current}$	99	138	149	105	105	115	118	100	66	124	81	56	65	70

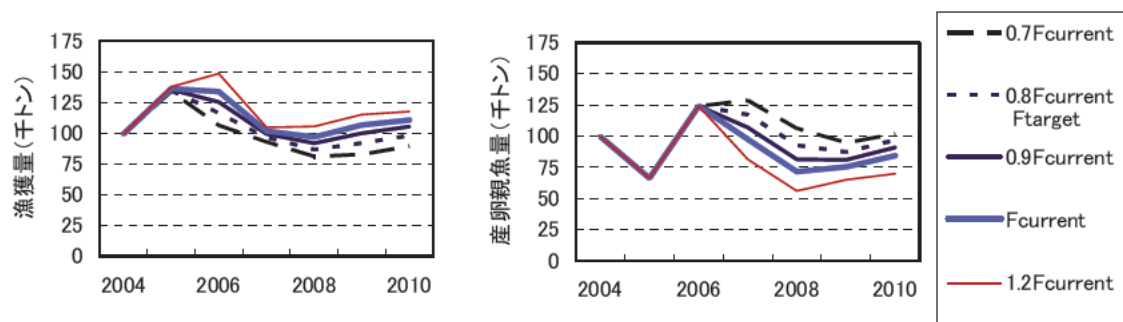


図22. 異なるFによる漁獲量と産卵親魚量の将来予測

(5) 不確実性を考慮した検討

将来予測における加入量の不確実性を考慮するため、各年の RPS がリッカー曲線から期待される理論値に対して、1995 年～2004 年に観測された LNRR (図 16) をランダムに選択して与えることとした。このように異なる RPS の将来予測値を 1000 組用意し、加入量=RPS×SSB として予測し、F を一定とした場合の管理効果を試算した (表 5、図 23)。

漁獲量と産卵親魚量の動向は不確実性を考慮しない場合とほぼ同様であるが、 F_{limit} の場合は 2008 年～2014 年に B_{limit} (1995 年水準の 44 千トン) を 1 年でも下回る確率が 30% 見られた。これに対して F_{target} の場合は 2% となった。このように、不確実性を考慮して予防的措置をとる事が推奨される。

(6) 漁獲制御方法の提案

前項の F の変化による資源量 (産卵親魚量) および漁獲量の推移についての検討から、不確実性を考慮しなければ $F_{current}$ あるいは $F_{current}$ をやや増加させることが妥当と考えられる。ただし、RPS の変動や自然死亡係数などに不確実性があるため、 $F_{current}$ を増加するには前項のようにリスクが伴う。なお、再生産式 (1 式) から導かれる最適 SSB (B_{msy}) には不確実性が大きいので資源管理の考え方にはなじまない。

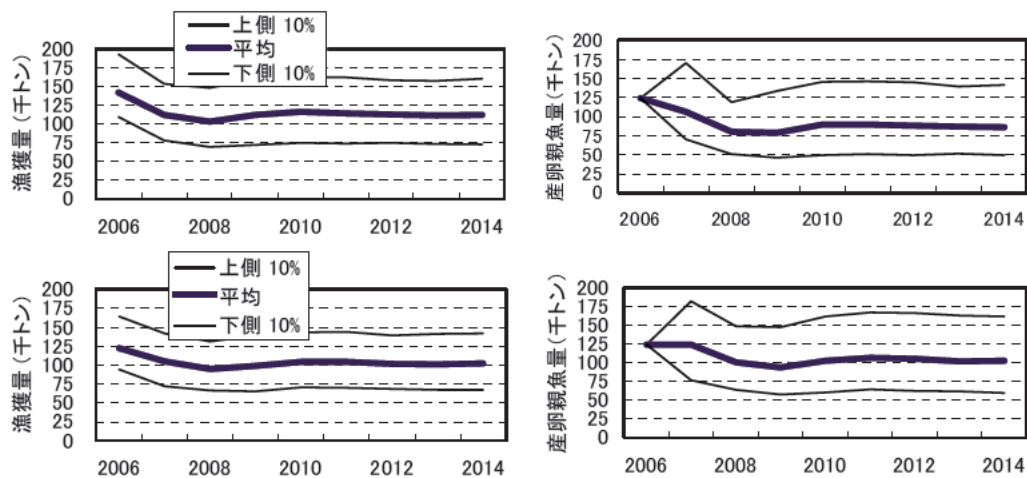


図 23. F_{limit} (上) と F_{target} (下) による漁獲量 (左) と産卵親魚量 (右) の予測幅

表5. Flimit と Ftarget による産卵親魚量 (SSB, 上) と漁獲量 (下) の予測幅
(SSB<Blimit とは 1000 回中 2008 年～2014 年に Blimit を 1 年でも下回った回数)

		SSB (1000t)									SSB<Blimit	
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2008 14 年平均	
Flimit	平均	124	106	80	79	89	89	88	87	86	295	85
Fcurrent	上側 10%	124	170	118	133	145	146	145	140	141		
	下側 10%	124	70	51	46	49	51	49	51	49		
Ftarget	平均	124	124	100	94	103	107	105	102	103	20	102
	上側 10%	124	182	148	147	161	167	166	163	161		
	下側 10%	124	76	64	57	60	64	63	62	59		

		漁獲量 (1000t)									2008 14 年平均	
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014		
Flimit	平均	142	112	103	112	116	114	112	111	112		112
Fcurrent	上側 10%	192	153	147	159	162	162	158	157	160		
	下側 10%	109	78	69	72	75	74	75	73	73		
Ftarget	平均	122	105	94	99	104	104	101	101	102		101
	上側 10%	163	142	131	139	143	144	139	141	141		
	下側 10%	94	72	67	65	70	70	69	67	67		

6. 2006 年の ABC の算定

(1) 資源評価のまとめ

2006 年の産卵親魚量は Blimit (1995 年水準の 4 万 4 千トン) を上回っており、近年の漁獲圧は持続的と判断される。資源は中水準、横ばい傾向にある。ただし、2004 年級群の加入量が多いため、現状の漁獲圧が継続すれば資源量は 2005 年、産卵親魚量は 2006 年に増加すると見込まれる。その後の加入量を過去の再生産関係に従うと仮定すると、2000 年～2004 年の平均の F (Fcurrent=Flimit) で漁獲した場合、2010 年以降の産卵親魚量は現状 (2004 年の 10 万トン) よりやや少ない 8～9 万トン、漁獲量は 11 万トン程度で安定する。再生産における不確実性を考慮すると、Flimit で漁獲した場合 2008 年～2014 年において 1 年でも Blimit を下回る確率が 30%程度あるが、Flimit の 80%とした場合は 2%程度になる (表 5)。以上を踏まえて、管理目標を、現状の漁獲圧により産卵親魚量と漁獲量を中期的に安定させることとする。

(2) ABC 算定

2006 年当初の資源量と産卵親魚量を以下の前提から予測した (付表 2)。2006 年当初の資源量は 2005 年の漁獲が 2000～2004 年の平均の F(Fcurrent)で行われるものと仮定して、2005 年当初の資源量から計算する (本来ならこれは、マサバとゴマサバを併せた 2005 年の TAC が現状の F で漁獲される漁獲量より大きいとの検討が必要)。既に検討したように、2005 年級群の加入水準は指標値によりかなり異なるため予測が困難である。このため 2005 年以降の加入尾数には、リッカー型再生産曲線によるものとし、2006 年当初の資源量を 32 万 8

千トン、産卵親魚量を 12 万 4 千トンと予測した。

調査年は限られているが再生産関係も得られているため、ABC 算定のための基本規則の 1
1（使用する情報：（親魚）資源量 B と再生産関係（親子関係のプロット）、資源は中位で横ばい）を適用した。上記のように、資源は B_{limit} を上回り回復措置はとる必要がない。また、現状の F（F_{current}、F_{ave5 yr}）は F_{limit} として適当であるが、不確実性を考慮して安全率を 80%とした予防的措置（F_{target}）をとる。

2006 年 A B C		資源管理基準	F 値	漁獲割合
A B C _{limit}	134 千トン	F _{current}	0.81	41%
A B C _{target}	116 千トン	0.8 F _{current}	0.65	35%

注：漁獲割合は A B C／資源重量、F は各年齢の平均値

M を変化させた場合の ABC の変化（図 1 2）によると、ABC_{limit} は M=0.5 では 12 万トンと M=0.4 の場合より 1 万 4 千トン (9%) 少く、M=0.3 では 14 万 9 千トンと 1 万 5 千トン (11%) 大きい。

（3）管理の考え方と許容漁獲量

F_{current} を F_{limit}、不確実性を考慮した $0.8 \times F_{current}$ を F_{target} とする。

管理の考え方	管理基準	許容漁獲量	評価
漁獲圧を現状とし、産卵親魚量と漁獲量を中期的に安定させる。	F _{current} (F _{current} =F _{ave5 yr}) 2004 年の加入量は多く、 2006 年の産卵親魚量は増加する。	ABC _{limit} 134 千トン	産卵親魚量と漁獲量は緩やかに増加し、2010 年以降は 2004 年の産卵親魚量よりやや少ない 8～9 万トンで安定する。 A:30%, B: 85 千トン, C: 112 千トン
産卵親魚量と漁獲量を中期的に安定させる。予防的措置をとる。	0.8 F _{current}	ABC _{target} 116 千トン	A: 2%, B: 102 千トン, C: 101 千トン

A: 再生産成功率の変動を考慮した 1000 回のシミュレーションにより、2008 年～2014 年に産卵親魚量が B_{limit}（1995 年水準の 44 千トン）を 1 年でも下回った率、B: 2008 年～2014 年の平均産卵親魚量、C: 2008 年～2014 年の平均漁獲量

(4) ABC の再評価

評価対象年 (当初・再評価)	管理基準	資源量 (千トン)	ABCLimit (千トン)	ABCTarget (千トン)	漁獲量 (千トン)	管理目標
2004 年(当初)	Fcurrent	346	117	99		資源の緩かな増加
2004 年(再評価)	Fcurrent	300	90	76		資源の緩かな増加
2004 年(再々評価)	Fcurrent	316	103	89	100	資源の中期的な安定
2005 年(当初)	Fcurrent	326	97	82		資源の緩かな増加
2005 年(再評価)	Fcurrent	387	136	116		資源の中期的な安定

2005 年の再評価において資源量が増加した主な原因は、2004 年級群の RPS が平均的な値をかなり上回ったためである。

7. ABC 以外の管理方策への提言

漁獲係数を Fcurrent から小さい方向に制御すると、加入量当たり漁獲量 (YPR) はほとんど変わらないが、努力量当たり漁獲量と%SPR は大きく増加し、大型魚の割合が増大する (図 20)。このため、漁獲圧を削減することも検討の価値がある。ただし、短期的には漁獲量は減少することとなり、資源の利用形態をどのようにするかを含め、慎重な判断が必要であろう。未成魚の F の削減効果は余り見られない (表 3、図 21)。これは、現在の 0 歳魚に対する漁獲圧が低いためであり、未成魚の利用状態には系群全体としては問題はない。但し、1996 年級群のように 0 歳魚にやや高い F がかった年もあること、漁業によっては未成魚を多獲することもあるので、留意が必要である。

8. 引用文献

- 千葉県水産試験場 (2004) 平成 16 年度第 1 回中央ブロック長期漁海況予報会議資料。
- 花井孝之 (1999) 伊豆諸島海域におけるゴマサバの資源特性について。中央ブロック長期漁海況予報 107: 32-39.
- 花井孝之・目黒清美 (1997) ゴマサバの卵巣組織観察による成熟、産卵についての基礎的研究。関東近海のマサバについて (平成 9 年の調査および研究成果): 92-99.
- 平松一彦 (2001) VPA (Virtual Population Analysis). 平成 12 年度資源評価体制確立推進事業報告書 資源解析手法教科書, 日本水産資源保護協会, pp. 104-128.
- 梨田一也・三谷卓美・上原伸二 (2000) 標識放流およびバイオテレメトリー調査結果から見たゴマサバの移動回遊と行動特性に関する予備的知見。関東近海のマサバについて: 4-95.
- 河井智康 (1987) 比較生態学的視点からみた海産硬骨魚類資源の変動に関する研究。東海水研報(122): 49-127.

- 加藤充宏・渡邊千夏子（2002）マサバとゴマサバの成熟・産卵および食性. 月刊海洋, 382: 266 272.
- 目黒清美・梨田一也・三谷卓美・西田 宏・川端 淳（2002）マサバとゴマサバの分布と回遊 成魚. 月刊海洋, 382: 256 260.
- 落合明・田中克（1986）ゴマサバ. 新版魚類学（下）、恒星社厚生閣.
- 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.
- 静岡県水産試験場（2004）平成 16 年度第 1 回中央ブロック長期漁海況予報会議資料.
- 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.
- 横田滝雄・通山正弘・金井富久子・野村星二（1961）魚類の食性の研究. 南海区水産研究所報告(14).
- 渡邊千夏子・小林憲一・川端淳・梨田一也（2002）マサバとゴマサバの年齢と成長. 月刊海洋, 382: 261 265.
- 山川 卓（1999）熊野灘におけるゴマサバの漁獲状況と尾叉長組成. 中央ブロック長期漁海況予報 107: 25 31.

補足資料 1 資源量推定法について（説明は本文中）

コホート解析により年齢別資源尾数、資源重量、漁獲係数を推定した。コホート解析ではゴマサバの生活史と漁獲の季節性に基づき、1 月を起点とした。使用した生物学的パラメーターは図 2 と 3 および付表 1 の通りである。0 歳～4+歳（4 歳以上をまとめて 4+（プラスグループ）と表記する）別に求めた（付表 1）。年齢別資源尾数 N の計算には Pope の近似式を用い、プラスグループの資源尾数については平松(1999)の方法を用いた。具体的な計算式は以下のとおりである。コホート解析の考え方と実際については平松(1999)を参照されたい。

ステップ 1

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

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 a 歳魚の漁獲尾数である。

ただし、最近年、最高齢（プラスグループ、添え字 p ）、最高齢 1 歳 ($p-1$) は(2)～(4)式によった。

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

$$N_{p,y} = \frac{C_{p,y}}{C_{p,y} + C_{p-1,y}} N_{p,y+1} \exp(M) + C_{p,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (3)$$

$$N_{p-1,y} = \frac{C_{p-1,y}}{C_{p,y} + C_{p-1,y}} N_{p,y+1} \exp(M) + C_{p-1,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right) \quad (4)$$

漁獲死亡係数 F の計算は、ターミナル F (F_t) 以外は(5)式によった。

$$F_{a,y} = -\ln \left(1 - \frac{C_{a,y} \exp\left(\frac{M}{2}\right)}{N_{a,y}} \right) \quad (5)$$

F_t の内、①最近年の F_t は過去 4 年間の F の平均、②プラスグループの F は最高齢 1 歳の F と等しいとした（プラスグループは定常状態が仮定できない場合における $\alpha=1$ 法（プラスグループの F と最高齢 1 歳の F が等しい）によった（平松, 1999）。すなわち、(6)、(7)式である。

$$F_{a,y} = \frac{(F_{a,y-4} + F_{a,y-3} + F_{a,y-2} + F_{a,y-1})}{4} \quad (6)$$

$$F_{p,y} = F_{p-1,y} \quad (7)$$

ステップ 2

ステップ 1 で得た年別年齢別 F から各年における選択率 $S_{a,y}$ (ある年の最高の年齢別 F で、その年の各年齢の F を除した値) を求めた。選択率はデータの得られている 1995 年からの平均とした。この選択率の下で、最近年の F (選択率=1 の F_t) を調整し、コホート解析により得られる 0 歳魚資源尾数が資源量指数 (黒潮統流域における表中層トロール調査の幼魚指数 (2004 年計算方式)、釧路水試の流し網 0 歳魚 CPUE、静岡県地先棒受け網で漁獲される未成魚の資源量指数) に最も良く適合するようにした。

資源量指数では

(資源量指数 = 比例係数 $\times$ ある F_t の下でコホート解析から計算された資源尾数) の対数の 2 乗の和を最小にするような F_t の値を求める。すなわち、目的関数

$$\sum_y (\ln(I_y) - \ln(qN_y))^2 \quad (8)$$

を最小にする F_t を推定した。ここで I は資源量指数、 N は資源尾数、 q は漁具能率 (比例係数) である。漁具能率 q_i は (9) 式を用いた。

$$\hat{q}_i = \exp \left(\frac{\sum_{y=1}^n \ln \left(\frac{I_{i,y}}{N_{i,y}} \right)}{n} \right) \quad (9)$$

なお、産卵量はゴマサバとマサバの種判別が行われていないこと、他の指数はこれまでの資源量推定値の推移と余り一致しないため使用しなかった。

資源尾数の予測には、コホート解析の前進法 (10 式) に加え加入量を仮定した。

$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \exp(-F_{a,y} - M) \quad (10)$$

漁獲尾数は (11) 式によった。

$$C_{a,y} = N_{a,y} \left(1 - \exp(-F_{a,y}) \right) \exp\left(-\frac{M}{2}\right) \quad (11)$$

補足資料2 調査船調査の一覧と解説

以下の調査については、当歳魚の資源量指数を中心に表2、図6に纏めた。

(1) 静岡県地先棒受け網による未成魚資源量指数

静岡県水試が棒受け網漁業により漁獲されるゴマサバ未成魚の資源量指数をCPUEから漁場面積を勘案して算出している。過去の経過からみると0歳魚の加入尾数を良く反映している。ただし、最新年の値については評価報告書作成時には完結していない。

(2) 黒潮続流域における稚幼魚加入調査

2005年5月に黒潮続流域において0歳魚の加入量水準を把握する目的で、中央水産研究所資源評価部と北海道区水産研究所が北鳳丸（北海道教育庁）を用いて表層トロールによる採集調査を実施した。本調査は1996年から継続している。加入量指数は曳網回数あたり漁獲尾数を体長50mmに標準化した値である（成長を1mm/日、全減少係数を年によらず一定と仮定）。2005年の加入量指数は1996年以降の中で平均値よりやや小さかった。

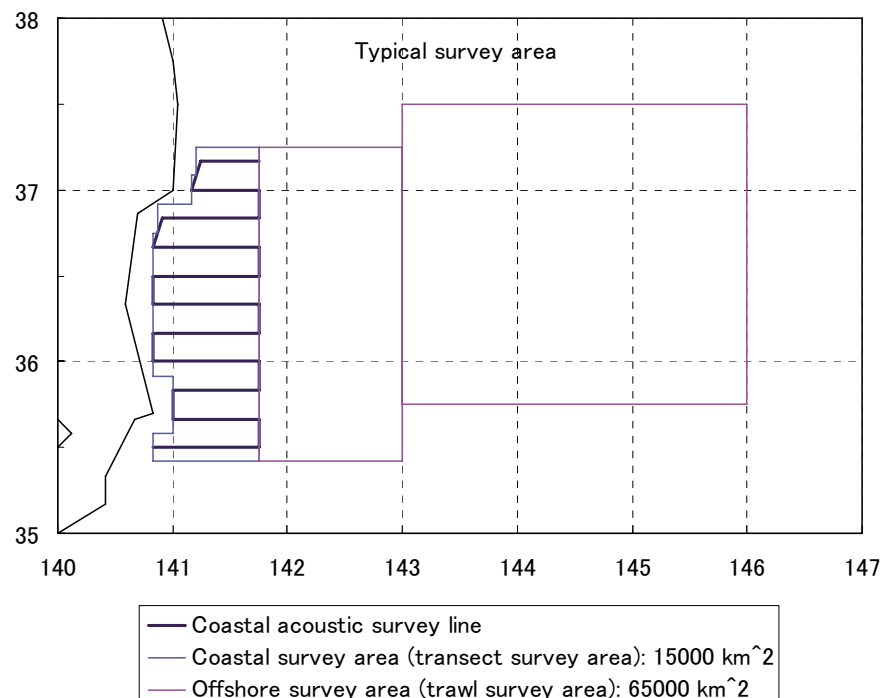
(3) 釧路水試流し網調査

浮魚類資源やサンマ資源の漁期前調査の位置付けで実施されている。夏季から秋季における北海道、東北沖における当歳魚の加入量指数が得られている。過去の経過からみると0歳魚の加入尾数を良く反映している。本年6月の調査での採集は1点のみではあるものの21尾と例年になく多かった。

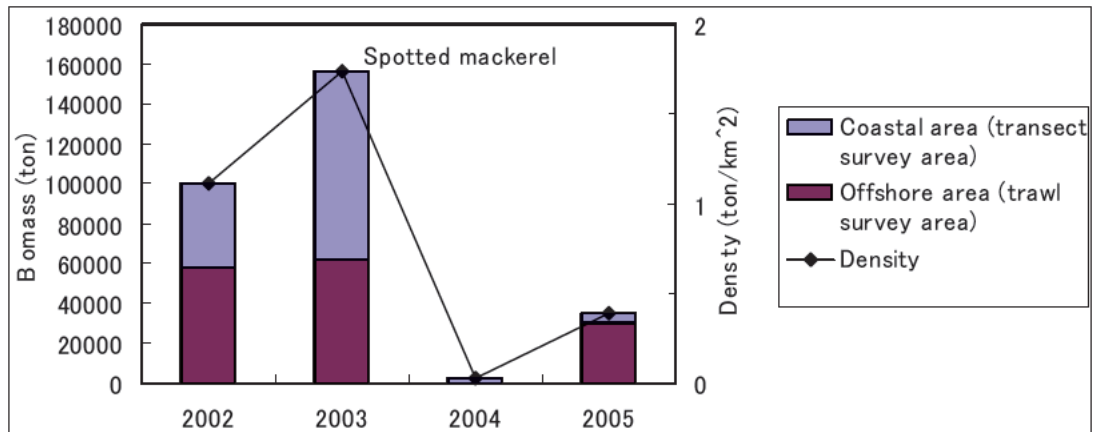
(4) 開洋丸・俊鷹丸によるサバ類等の現存量推定調査

黒潮続流域から親潮系冷水域における浮魚類の現存量を表層トロールにより推定する方法を開発する目的で、イワシ類、サバ類、スルメイカ等に対する漁獲特性を明らかにする調査を2002年から1月（越冬期）と5月（北上期）に中央水産研究所資源評価部と東北区水産研究所八戸支所が水産庁開洋丸で実施してきた。1歳以上のゴマサバについて分布量指数が求められている。1歳以上の現存量の直接的な把握が必要であり、調査の継続が必要である。2005年は2月に俊鷹丸により同様調査が行われたが、網口径が開洋丸の約50mに対して俊鷹丸では約28mとかなり異なるので結果の直接的な比較は困難である。

本調査では、表中層トロール曳網中（図の矩形枠内）および常磐沿岸（図の太線）で魚群探知機による現存量把握も行ってきた。使用した機器は、開洋丸ではカイジョー製 KFC 3000



(周波数 38 kHz)、俊鷹丸では SIMRAD 製 EK60 (周波数 38, 70, 120 kHz) であった。魚群探知機による推定密度を表中層トロールの漁獲物を参考に東北区水産研究所八戸支所が行っている。これまでの結果は開洋丸による表層トロールの CPUE と概ね一致する。2005 年の指数は推定させているコホート解析の結果に比べ沿岸で特に低かった (下図)。これは、海洋環境の影響によりサバ類の漁場が房総半島沖合に集中していたため、過少評価になっていると考えられる。そのため、チューニングには用いなかった。



(5) 定置網入網調査

黒潮域の上流域では 5 月頃より定置網に 0 歳魚が入網する。通常これらには商業価値はない体長範囲のものの割合が大きい。高知県水産試験場が足摺岬周辺の定置網を直接訪ねて標本採集し集計している。2003 年以降指数は上昇し、2005 年には過去最大の指数となっている。

(6) 黒潮域重要浮魚類稚幼魚加入調査 (方形枠稚魚網)

サバ属等の稚幼魚加入調査を2000年から4月に中央水産研究所資源評価部が蒼鷹丸、開洋丸により日向灘を中心に実施している。6本の定線上に8マイル毎の定点において方形枠稚魚網 (網口 1.5×2.0m、コード部の目合2mm) を4ノットで20分間表層曳網することを基本としている (年により実施網数は異なる)。ゴマサバとマサバの仔稚魚の判別は2004年採集分について行ったが、大部分はゴマサバである。2003年4月には、今までにない4cm以上のゴマサバとみられる稚魚が採集されており、採集尾数も多かった。2004年と2005年は2003年を大幅に下回った。2004年は、黒潮小蛇行の内側での調査となったことが影響しているかもしれない。

(7) 産卵状況調査

産卵親魚量の評価のために、中央水産研究所および水産試験場等が周年改良型ノルパックネットの鉛直曳により産卵状況を調査している。卵はサバ属として同定しているため、ゴマサバ、マサバのみの産卵量を推定することは現状ではできない。現在卵径による判別手法の定型化が進められている。太平洋側におけるサバ属の産卵状況の調査結果 (中央ブロック卵稚仔プランクトン調査研究担当者協議会, 2005) によると、2004 年の総産卵量は 112

兆粒、2005 年は 6 月までの産卵量は 50 兆粒（暫定値）であった。

（8） 標識放流調査

移動回遊について、これまで中央水産研究所黒潮研究部が成魚を主な対象に数次にわたる標識放流調査を実施した。索餌期には東方または北上移動する傾向があるのに対し、産卵期に至る過程では今のところ明瞭な移動傾向は確認されていない。高齢魚になると、瀬付き群となり、周年その場に滞留することもある。

付表1. ゴマサバ太平洋系群のコホート解析(後退法)

(A)使用したパラメータ

自然死亡 係数 M	年齢	Ft:最終年の 年齢別漁獲係数	年齢別体 重(g)	成熟割合	選択率	完全加入 年齢のF
0.4	0歳	0.13	113	0.0	0.10	1.22
	1歳	0.59	345	0.0	0.49	
	2歳	1.22	429	1.0	1.00	
	3歳	0.96	586	1.0	0.79	
	4歳以上	0.96	705	1.0	0.79	

(B)年齢別漁獲尾数(10万 尾)

年齢/漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0	237	3,652	174	60	1,760	407	322	1,066	322	1,145
1	1,383	2,483	4,097	633	666	1,526	1,119	442	2,435	891
2	486	722	545	1,006	420	964	1,489	920	637	1,016
3	64	86	74	90	77	165	218	127	145	150
4+	15	21	26	18	19	61	51	34	62	46
合計	2,185	6,966	4,917	1,807	2,942	3,123	3,198	2,588	3,602	3,248
計算漁獲量(1000t)	73	142	121	68	69	104	114	73	108	99
実漁獲量(1000t)	73	152	132	73	72	109	115	74	108	100

(C)年齢別資源尾数(10万 尾)

年齢/漁期年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0	6,884	15,403	3,480	5,102	9,946	5,941	3,917	9,667	4,023	11,703
1	3,296	4,420	7,335	2,190	3,371	5,226	3,649	2,362	5,607	2,433
2	833	1,077	930	1,562	950	1,714	2,254	1,530	1,221	1,765
3	127	161	130	177	224	293	360	292	272	297
4+	29	40	46	36	54	108	84	78	117	91
合計	11,168	21,101	11,921	9,067	14,545	13,282	10,263	13,928	11,240	16,288

(D)F-Matrix

年齢/年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0	0.04	0.34	0.06	0.01	0.24	0.09	0.11	0.14	0.10	0.13
1	0.72	1.16	1.15	0.44	0.28	0.44	0.47	0.26	0.76	0.59
2	1.25	1.71	1.26	1.54	0.78	1.16	1.64	1.33	1.01	1.22
3	0.96	1.07	1.19	0.97	0.55	1.16	1.34	0.75	1.05	0.96
4+	0.96	1.07	1.19	0.97	0.55	1.16	1.34	0.75	1.05	0.96
重み付け平均	0.35	0.59	0.84	0.40	0.29	0.40	0.63	0.31	0.56	0.51
各年齢単純平均	0.79	1.07	0.97	0.79	0.48	0.80	0.98	0.65	0.80	0.77
漁獲割合	29%	42%	53%	34%	24%	34%	42%	27%	40%	32%

(E)年齢別資源重量(千トン)

年齢/年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
0	100	198	41	68	153	74	47	118	44	132
1	107	102	159	68	85	155	109	77	143	84
2	35	45	41	65	44	69	93	60	54	76
3	7	9	8	10	13	17	20	17	17	17
4+	2	3	4	2	4	8	5	5	9	6
計	251	358	252	213	298	324	273	278	268	316
産卵親魚量	44	58	52	77	60	95	118	83	80	100

(F)選択率(年齢別加入割合)

年齢/年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	95 03年 の平均
0	0.03	0.20	0.05	0.01	0.31	0.08	0.06	0.11	0.10	0.10	0.13
1	0.58	0.68	0.91	0.28	0.36	0.38	0.29	0.20	0.72	0.49	0.62
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.27
3	0.77	0.63	0.95	0.63	0.70	1.00	0.82	0.57	1.00	0.79	1.00
4+	0.77	0.63	0.95	0.63	0.70	1.00	0.82	0.57	1.00	0.79	1.00

付表2－1. コホート解析の前進法による ABClimit の算定

(A)使用したパラメータ		年齢別漁獲係数(F)									
M	0.4	年齢	2004	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
		0	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
F at Full	1.28	1	0.59	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
Fcurrent	Fave00-04	2	1.22	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28	1.28
		3	0.96	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
		4+	0.96	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01	1.01
		Fbar	0.77	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
Ricker 曲線に従う加入											
(B)年齢別資源尾数(x100,000尾)		Age/Year	2,004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
		0	11,703	7,266	5,061	6,265	7,167	7,072	6,789	6,733	6,808
		1	2,433	6,907	4,259	2,967	3,673	4,201	4,146	3,980	3,947
		2	1,765	902	2,481	1,530	1,066	1,319	1,509	1,489	1,429
		3	297	351	168	462	285	199	246	281	277
		4+	91	100	110	68	129	101	73	78	88
		Total	16,288	15,524	12,079	11,292	12,320	12,892	12,762	12,561	12,549
(C)産卵資源量(x1,000トン)		SSB	100	66	124	98	72	75	84	86	84
(D)年齢別資源量(x1,000トン)		Age/Year	2004	2005	2006	2007					
		0	132	82	57	71	81	80	77	76	77
		1	84	238	147	102	127	145	143	137	136
		2	76	39	107	66	46	57	65	64	61
		3	17	21	10	27	17	12	14	16	16
		4+	6	7	8	5	9	7	5	5	6
		Total	316	387	328	271	279	300	304	299	297
(E)年齢別漁獲尾数(x100,000indivs.)		Age/Year	2,004	2005	2006	2007					
		0	1,145	746	520	644	736	726	697	692	699
		1	891	2,625	1,619	1,128	1,396	1,597	1,575	1,512	1,500
		2	1,016	533	1,467	904	630	780	892	880	845
		3	150	182	87	241	148	103	128	146	144
		4+	46	52	57	35	67	53	38	41	46
		Total	3,248	4,139	3,750	2,951	2,978	3,259	3,331	3,271	3,234
(F)年齢別漁獲量(x1,000tons)		Age/Year	2004	2005	2006	2007					
		0	13	8	6	7	8	8	8	8	8
		1	31	91	56	39	48	55	54	52	52
		2	44	23	63	39	27	33	38	38	36
		3	9	11	5	14	9	6	7	9	8
		4+	3	4	4	2	5	4	3	3	3
		Total	99	136	134	102	97	107	111	109	108
ABClimit											
漁獲割合			0.31	0.35	0.41	0.38	0.35	0.35	0.36	0.36	0.36

付表2-2. コホート解析の前進法による ABCtarget の算定

(A)使用したパラメータ		年齢別漁獲係数(F)									
M	0.4	年齢	2004	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
		0	0.13	0.13	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
F at Full	1.02	1	0.59	0.62	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Ftarget	0.8*Fcurrent	2	1.22	1.28	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
		3	0.96	1.01	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
	0.80	4+	0.96	1.01	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
		Fbar	0.77	0.81	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
Ricker 曲線に従う加入											
(B)年齢別資源尾数(x100,000尾)											
Age/Year		2,004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
	0	11,703	7,266	5,061	5,469	6,552	6,725	6,351	6,136	6,226	
	1	2,433	6,907	4,259	2,967	3,206	3,841	3,942	3,723	3,597	
	2	1,765	902	2,481	1,733	1,207	1,305	1,563	1,604	1,515	
	3	297	351	168	597	417	291	314	376	386	
	4+	91	100	110	83	203	185	142	136	153	
Total		16,288	15,524	12,079	10,849	11,586	12,347	12,312	11,975	11,877	
(C)産卵資源量(x1,000トン)											
SSB		100	66	124	115	91	86	96	101	98	
(D)年齢別資源量(x1,000トン)											
Age/Year		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
	0	132	82	57	62	74	76	72	69	70	
	1	84	238	147	102	111	132	136	128	124	
	2	76	39	107	74	52	56	67	69	65	
	3	17	21	10	35	24	17	18	22	23	
	4+	6	7	8	6	14	13	10	10	11	
Total		316	387	328	279	275	295	303	298	293	
(E)年齢別漁獲尾数(x100,000indivs.)											
Age/Year		2,004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
	0	1,145	746	421	455	546	560	529	511	518	
	1	891	2,625	1,370	955	1,031	1,236	1,268	1,198	1,157	
	2	1,016	533	1,302	910	634	685	820	842	795	
	3	150	182	76	271	189	132	142	171	175	
	4+	46	52	50	38	92	84	65	62	69	
Total		3,248	4,139	3,220	2,628	2,492	2,696	2,824	2,783	2,715	
(F)年齢別漁獲量(x1,000tons)											
Age/Year		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
	0	13	8	5	5	6	6	6	6	6	
	1	31	91	47	33	36	43	44	41	40	
	2	44	23	56	39	27	29	35	36	34	
	3	9	11	4	16	11	8	8	10	10	
	4+	3	4	4	3	7	6	5	4	5	
Total		99	136	116	96	87	92	98	98	95	
ABC target											
漁獲割合		0.31	0.35	0.35	0.34	0.31	0.31	0.32	0.33	0.32	