

ゴマサバ太平洋系群の加入量指標としての 棒受網ゴマサバ資源密度指数 —ゴマサバ未成魚資源量指数の改善—

吉田 彰^{*1}

静岡県水産技術研究所では、伊豆諸島海域におけるゴマサバ未成魚の加入水準の指標として、1991年から棒受網標本船日報等を基にゴマサバ未成魚資源量指数を算出している。同指数は、ゴマサバ太平洋系群の資源評価にあっても VPA のチューニング指数等として活用されてきたが、近年における棒受網の操業海域の変化や、算出過程において未成魚をすべて 0 歳魚と見做していることから改善の余地があると考えられた。操業海域の変化を補正するとともに、ゴマサバ尾叉長 - 年齢関係を適用したゴマサバ資源密度指数を創出し、太平洋系群加入量の推定式の決定係数をゴマサバ未成魚資源量指数と比較したところ 18% の向上が見られた。また、ゴマサバ資源密度指数では、n 年級群の加入量を n 年 10 月末時点で見積もることができた (決定係数 95%)。

キーワード：ゴマサバ太平洋系群，加入量指標，棒受網，伊豆諸島海域，資源密度指数，未成魚資源量指数

ゴマサバ *Scomber australasicus* は、マサバ *Scomber japonicus* とともに我が国の主要浮魚資源の一つであり、太平洋側に分布するゴマサバ太平洋系群 (以下 系群) の漁期別漁獲量は、2000 年漁期 (2000 年 7 月～2001 年 6 月) 以降 11～19 万 t で推移している¹⁾。系群の資源評価は、幾つかの加入量 (0 歳魚資源尾数) 指標値をチューニング指数として用いるチューニング VPA (コホート解析) を根幹として行われ¹⁾、漁獲物の年齢構成が若齢魚主体であることから¹⁾、資源管理にあつては新規加入量を早期に見積もることが重要である。

近年、伊豆諸島海域 (以下 当海域) における棒受網の着業船は静岡県船のみであり、そのゴマサバ水揚量は年間 1 万 t 程度である。同漁業は当海域で周年ゴマサバを専獲する唯一の漁業である上²⁾、総漁獲量に占めるゴマサバの割合は 85% と高く³⁾、その操業情報、漁獲物等は当海域に来遊・滞留するゴマサバの資源性状を良く表すと考えられてきた。静岡県水産技術研究所では、当海域におけるゴマサバ未成魚の加入水準の指標として、1991 年から棒受網の操業情報等を基にゴマサバ未成魚資源量指数⁴⁾を算出している。同指数は、当海域におけるゴマサバ漁況予測に用い

られてきたほか、資源評価¹⁾にあつても、系群の加入量変動の指標になるとされ VPA のチューニング指数、前年発生した年級群の加入量を推定する説明変数として活用されてきた。

しかし、近年における棒受網の操業海域の変化⁵⁾や、算出過程において未成魚 (尾叉長 30cm 未満) をすべて 0 歳魚と見做していることから、ゴマサバ未成魚資源量指数には改善の余地があると考えられる。

今回、操業海域の変化や算出過程における仮定がゴマサバ未成魚資源量指数に及ぼす影響を検討し、算出方法を改善して新たにゴマサバ資源密度指数を創出した。また、両指数で系群加入量の推定式の決定係数等を比較し改善効果を認めたので報告する。

材料および方法

1 ゴマサバ未成魚資源量指数の算出方法

ゴマサバ未成魚資源量指数の算出方法については、花井⁴⁾のほか詳述されたものがなく、創出以来若干の変遷もあったと考えられる。ここでは、同指数の改善方法を報告する

2013 年 5 月 7 日受理

静岡県水産技術研究所 (本所) 業績第 1150 号

^{*1} 静岡県水産技術研究所資源海洋科、現水産振興課

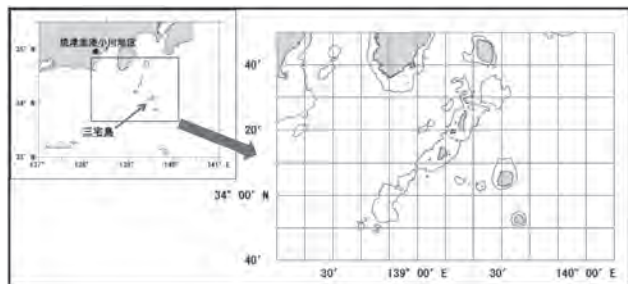


図1 漁区図

に先立ち、その算出方法を述べる。

ゴマサバ未成魚資源量指数は、一般的な資源量指数⁶⁾と尾又長データ等とを組み合わせたもので、小川漁協(静岡県焼津市)所属の棒受網標本船の操業日報(以下 標本船日報)、焼津漁港小川地区(図1)における棒受網のゴマサバ尾又長測定結果を主な材料として算出される。標本船データの欠損が少ない1993～2011年における毎年の標本船隻数は2～4隻で、そのゴマサバ漁獲量が静岡県主要4港(伊東港、静浦漁港、沼津港、焼津漁港小川地区)のゴマサバ水揚量に占める割合は40%であった。

図2に、ゴマサバ未成魚資源量指数の算出フローを示した。すなわち、標本船日報から求めた漁区別(図1)の1回揚網あたりゴマサバ漁獲量(以下 CPUE)を有漁漁区について累計し、当海域におけるゴマサバ雌は尾又長30cmで成熟することから⁷⁾、尾又長測定結果等から推定した未成魚(尾又長30cm未満)重量比 R_Y を乗じた後、尾数に換算するため未成魚平均体重 W_Y で割り、月ごとの「未成魚資源量指数(尾数)」(以下 未成魚資源量指数)を得る。その後、月ごとの未成魚資源量指数をn年8月～n+1年7月について累計し、n年級群の加入量指標値としている。

2 操業海域の変化がゴマサバ未成魚資源量指数に及ぼす影響

近年、棒受網の操業海域は三宅島周辺(図1)に一極集中し、2006年以降では同島周辺の操業が過半数を占める⁵⁾。このことは、有漁漁区数の減少として未成魚資源量指数にも影響を及ぼすと考えられるため、未成魚資源量指数の算出過程で得られた、月ごとの平均CPUE(標本船全漁区ゴマサバ漁獲量/標本船全漁区揚網回数)、有漁漁区数、全年齢資源量指数(重量)、及び図3で後述する全年齢資源密度指数(重量)の1993～2011年に亘るトレンドを、期間を通じた回帰係数の有意性から判断した。その結果を基に、有漁漁区数の減少が未成魚資源量指数へ及ぼす影響と、その補正方法について検討した。

3 未成魚を0歳魚と見做すことがゴマサバ未成魚資源量指数に及ぼす影響

前述のとおり、未成魚資源量指数では未成魚(尾又長

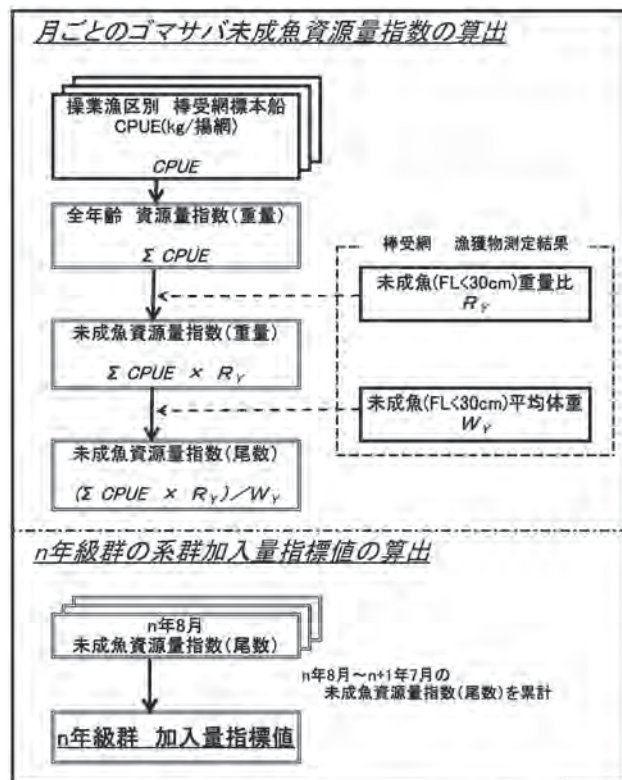


図2 ゴマサバ未成魚資源量指数及び系群加入量指標値の算出フロー

30cm未満)をすべて0歳魚と見做している。これは、同指数の創出当時に系群全体に亘るゴマサバ尾又長・年齢関係(以下 A-Lkey)¹⁾が整備されておらず、0歳魚の資源量指数を未成魚資源量指数で近似したことによる。ここでは、A-Lkey¹⁾により別途推定したゴマサバ年齢別漁獲尾数²⁾の算出過程で得られる0歳魚漁獲重量比 R_0 (後出 図3: 0歳魚漁獲量/全年齢漁獲量)を用いて、未成魚重量比 R_Y (図2)を評価し、未成魚を0歳魚と見做すことが R_Y に及ぼす影響を検討した。

4 ゴマサバ資源密度指数の創出

上記2, 3の検討結果を基に、未成魚資源量指数を改善したゴマサバ資源密度指数を新たに創出し、標本船データの欠損が少ない1993～2011年について算出した。ゴマサバ資源密度指数は、一般的な資源密度指数⁶⁾と年齢別漁獲量データ等とを組み合わせたものであるが、後述する改善点以外は未成魚資源量指数のデータ、算出方法を踏襲した。

図3に、ゴマサバ資源密度指数の算出フローを示した。すなわち、漁区別CPUEの累計値である全年齢資源量指数(重量)を、有漁漁区数の減少を補正するため有漁漁区数で割り全年齢資源密度指数(重量)とした。続いて、年齢別漁獲重量比 $R_{0\sim4+}$ で案分した後、尾数に換算するため年齢別平均体重 $W_{0\sim4+}$ で割り、月ごとの「年齢別資源密度指数(尾数)」(以下 資源密度指数)を得た。当海域におけるゴマサバ0歳魚の加入時期は早い年級群で8月であ

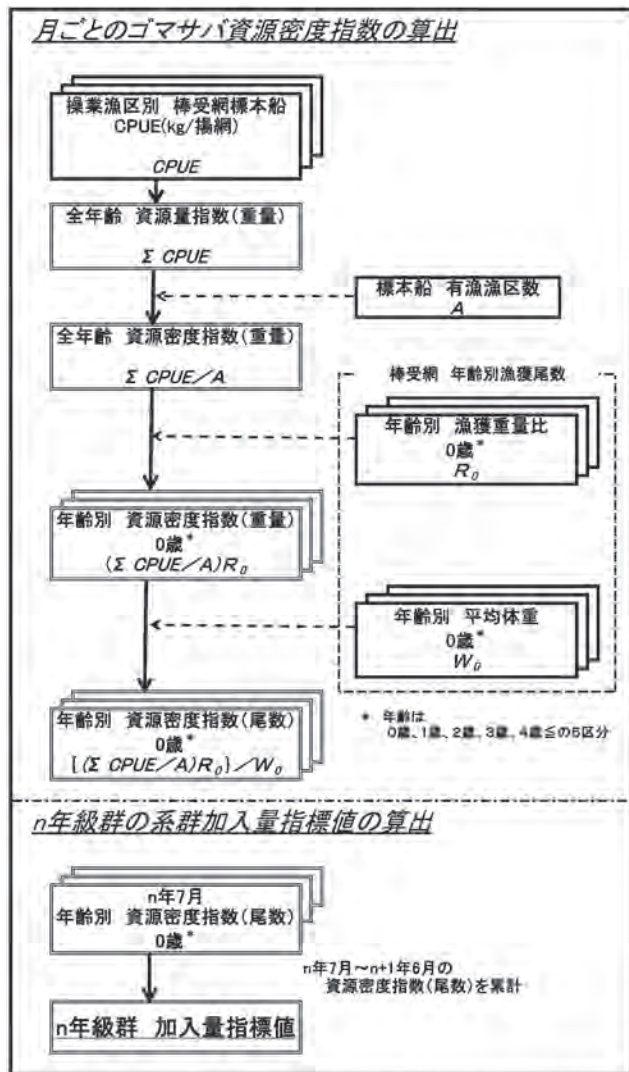


図3 ゴマサバ資源密度指数及び系群加入量指標値の算出フロー

るが²⁾、累計期間を系群資源評価における漁期(7月～翌年6月)¹⁾に整合させるため、n年級群の加入量指標値として、月ごとの「資源密度指数0歳」をn年7月～n+1年6月について累計したものを充てた。

5 ゴマサバ資源密度指数の改善効果

創出したゴマサバ資源密度指数の改善効果について、系群加入量の推定式の決定係数 R^2 、推定残差を未成魚資源量指数と比較して検討した。系群加入量は、資源評価が1995年級群以降で行われていることと、チューニング指数である未成魚資源量指数の影響を排除するため、1995年級群～2009年級群のチューニング実施前の数値¹⁾を用いた。なお、2010年級群の加入量は、未成魚資源量指数を含む3つの加入量指標を説明変数として推定されたものであるため¹⁾除外した。

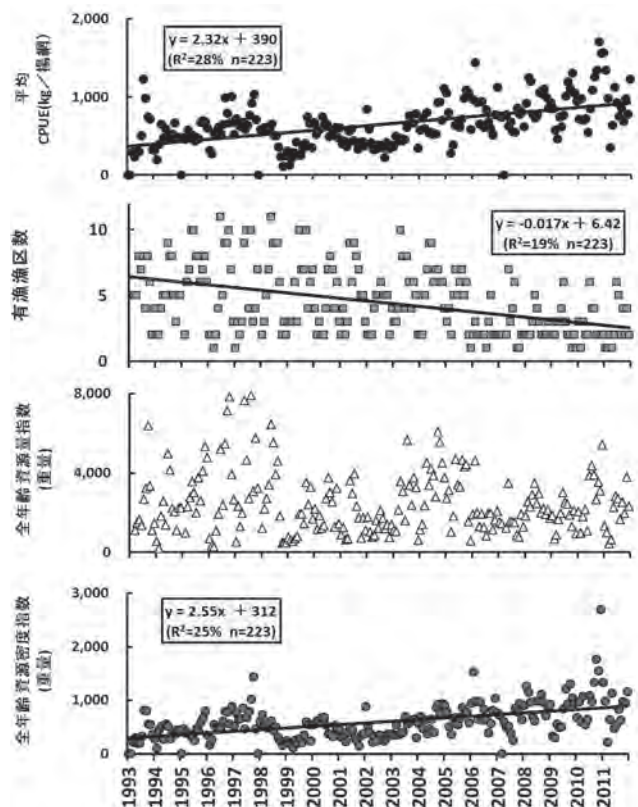


図4 平均CPUE、有漁漁区数、全年齢資源量指数、全年齢資源密度指数のトレンド
(単回帰分析で回帰係数が有意であったものに回帰式と回帰直線を付記した)

結果および考察

1 操業海域の変化がゴマサバ未成魚資源量指数に及ぼす影響

図4に、月ごとの平均CPUE、有漁漁区数、全年齢資源量指数、及び全年齢資源密度指数の1993～2011年におけるトレンドを示した。平均CPUEは、2004年以降で1,000kgを超える月が多く見られるようになり、増加傾向があった($p < 0.01$)。有漁漁区数は、2004年以降で10を超える月がなくなるとともに1～2となる月の頻度が増加し、減少傾向があった($p < 0.01$)。全年齢資源量指数は、月平均CPUEと傾向が一致せず、増減傾向がなかった($p = 0.12$)。一方、全年齢資源密度指数は、平均CPUEと傾向が一致し、増加傾向があった($p < 0.01$)。

このことは、平均CPUEは系群資源量の経年的増加傾向¹⁾のため増加し、有漁漁区数は操業海域の三宅島周辺への一極集中⁵⁾のため減少したが、漁区別CPUEの累計値であ

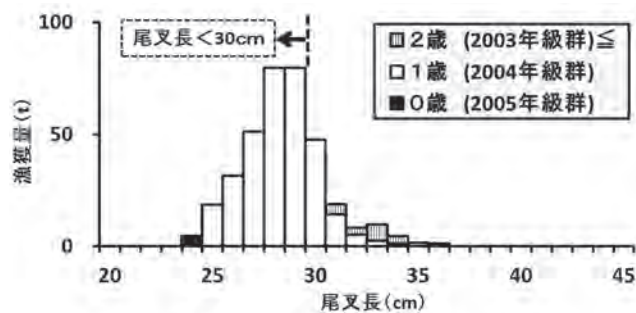


図5 伊豆諸島海域で漁獲されたゴマサバの尾叉長・年齢別推定漁獲量 (2005年10月 棒受網)

る全年齢資源量指数は、有漁漁区数の減少の影響を受けるため CPUE の増加傾向を反映していない、と考えることができる。以上のことから、全年齢資源量指数をベースとする未成魚資源量指数は、操業海域の三宅島周辺への一極集中⁵⁾のため、近年では過小評価になっており、当海域におけるゴマサバの資源水準の指標としては、有漁漁区数の減少を補正した全年齢資源密度指数を用いるのが適当と考えられた。

なお、一極集中の原因については、当業船数の減少⁵⁾と系群資源量の経年的増加傾向¹⁾とが考えられ、棒受網漁労長の見解とも一致している。

2 未成魚を0歳魚と見做すことがゴマサバ未成魚資源量指数に及ぼす影響

図5に、2005年10月に当海域で棒受網により漁獲されたゴマサバの年齢別推定漁獲量を一例として示した。当月は、卓越年級群であった2004年級群¹⁾が1歳魚として漁獲の主体になり、未成魚資源量指数で0歳魚と見做す尾叉長30cm未満個体の推定重量に占める、実際の0歳魚(2005年級群)の重量は1.4%に過ぎなかった。すなわち、当月の未成魚重量比 R_Y は74.4%であったが、 R_0 は1.1%であり、 R_Y は70.2倍 (R_Y/R_0) の過大評価になっていた。

同様に、漁期年(n年8月～n+1年7月)ごとの未成魚重量比を1993～2010年漁期に亘って評価し、表1に示した。たとえば、2005年漁期では、未成魚漁獲量6,073tに占める、0歳魚(2005年級群)漁獲量594tの割合は9.8%に過ぎなかった。すなわち、同漁期における未成魚重量比 R_Y は53.4%であったが、0歳魚漁獲重量比 R_0 は5.2%であり、 R_Y は10.2倍の過大評価になっていた。このように、未成魚重量比は全ての漁期年で過大評価となった。これは、尾叉長30cm未満の1歳魚以上の年級群も0歳魚として評価されるためであり、未成魚資源量指数では、未成魚を0歳魚と見做すため未成魚重量比が常に過大評価になると考えられた。

表1で、n年漁期の0歳魚はn年級群である。ここで、年級群ごとの過大評価に着目すると、加入水準の高かった

表1 0歳魚漁獲重量比 R_0 による未成魚重量比 R_Y の評価

年漁期 ^{*1}	n年8月～n+1年7月の推定漁獲量(t)			未成魚重量比 R_Y ^{*2} (B/A)	0歳魚漁獲重量比 R_0 ^{*3} (C/A)	未成魚重量比 R_Y の過大評価 (B/C= R_Y/R_0)
	全年齢 A	未成魚 (FL<30cm) B	0歳魚 C			
1993年	16,773	5,089	2,177	30.3%	13.0%	2.3
1994年	16,055	5,133	2,675	32.0%	16.7%	1.9
1995年	18,386	7,522	5,184	40.9%	28.2%	1.5
1996年	21,486	15,042	10,432	70.0%	48.8%	1.4
1997年	20,231	8,385	2,134	41.4%	10.5%	3.9
1998年	8,326	668	271	8.0%	3.3%	2.5
1999年	16,035	8,377	3,807	52.2%	23.7%	2.2
2000年	16,980	4,030	1,513	23.7%	8.9%	2.7
2001年	12,351	3,593	2,072	29.1%	21.5%	1.3
2002年	13,688	4,678	2,855	34.2%	20.9%	1.6
2003年	14,810	7,626	2,268	51.5%	15.3%	3.4
2004年	15,485	9,996	8,858	64.5%	57.2%	1.1
2005年	11,378	6,073	594	53.4%	5.2%	10.2
2006年	9,448	1,763	42	18.7%	0.4%	41.5
2007年	13,062	7,168	6,482	54.9%	49.6%	1.1
2008年	10,166	6,872	1,481	67.6%	14.6%	4.6
2009年	10,105	5,945	4,346	58.8%	43.0%	1.4
2010年	11,553	9,400	1,928	81.4%	16.7%	4.9

*1 未成魚資源量指数による加入量指標値算出における累計期間(図2)、n年8月～n+1年7月

*2 図2参照

*3 図3参照

1996年級群、2004年級群、2007年級群、2009年級群¹⁾では1.1～1.4倍と大きくなかったが、その翌年等に発生した年級群では、1997年級群で3.9倍、2005年級群で10.2倍と大きく、また、加入水準が低く¹⁾当海域での漁獲も低迷した²⁾2006年級群で41.5倍、2008年級群で4.6倍、2010年級群で4.9倍と大きかった。当海域のゴマサバの0歳時尾叉長モードは、加入水準の高い年級群で小さく、低い年級群で大きい傾向がある²⁾。この傾向が1歳魚以降まで持続することが、加入水準の高い年級群の1歳時以降における尾叉長30cm未満個体の割合を高め、1997年級群、2005年級群など翌年に発生した年級群の未成魚重量比を特に高めた可能性が考えられた。

3 ゴマサバ資源密度指数の改善効果

図6に、1995～2009年級群における系群加入量¹⁾、1993～2010年級群における未成魚資源量指数、資源密度指数の推移を併せ示した。たとえば、系群加入量と資源密度指数ではともに2004年級群が1996年級群の約2倍であるが、未成魚資源量指数では両年級群がほぼ同値であった。同様に、加入水準の高い2007年級群、2009年級群の1996年級群に対する相対比は、系群加入量と資源密度指数ではほぼ一致しているが、未成魚資源量指数では約1/2であった。これらのことから、資源密度指数の方が系群加入量の指標値としてより有効と考えられた。

図7に、両指数による系群加入量の推定結果を併せ示した。資源密度指数による推定では、加入水準の高い年級群への適合が向上したこと(図6)を反映し、未成魚資源量指数による推定に比べ、決定係数 R^2 が73%から91%へと18%向上した。図8に、両指数による加入量推定式(図7)

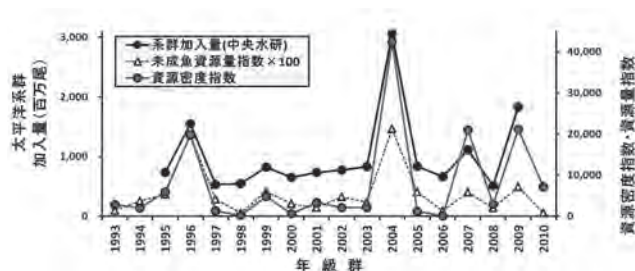


図6 ゴマサバ太平洋系群加入量，未成魚資源量指数，資源密度指数の推移

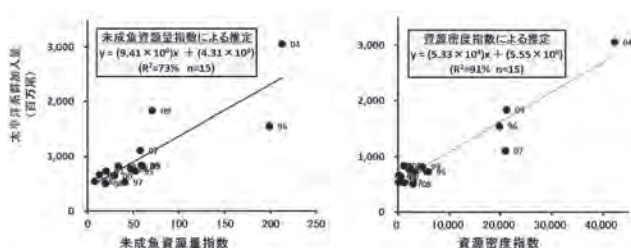


図7 未成魚資源量指数（左），資源密度指数（右）によるゴマサバ太平洋系群加入量の推定結果（1995～2009年級群），図中の数字は年級群

における推定残差を示した。未成魚資源量指数による推定残差は，2000年級群以前では負（過大評価），2001年級群以降では正（過小評価）となる傾向がみられたほか，加入水準の高い1996年級群，2004年級群，2009年級群¹⁾での絶対値が600百万尾超と大きかった。一方，資源密度指数による推定残差では，これらの傾向は解消された。以上のことは，系群資源評価にあってVPAのチューニング指数や，前年の加入量を推定する説明変数としての改善に繋がると考えられる。

図9に，1995～2009年級群の系群加入量を推定する際の決定係数 R^2 を，資源密度指数の月累計値（7月から当月までの累計：図3参照）ごとに示した。決定係数は，8月累計値で28%，9月累計値で87%，10月累計値では95%となった。すなわち，資源密度指数では， n 年7月～ $n+1$ 年6月の累計値によらず， n 年10月の累計値で n 年級群の系群加入量を決定係数95%で見積もることができた。また，12月の累計値，翌年1月の累計値による決定係数は，97%と極めて高かった。系群の漁獲物の年齢構成は1，2歳魚主体であるが0歳魚が多獲された年もあり¹⁾，新規加入量の過大評価は，その年級群の成長乱獲に繋がる可能性があるため，加入量の早期見積もりは重要である。系群の新規加入量見積もりは，5～7月の141°E～165°W海域における北西太平洋北上期中層トロール調査結果を基に9月頃に行われるが¹⁾，図9は，10月末時点の当海域の漁獲状況，魚体組成から，新規加入量を推定できることを示して

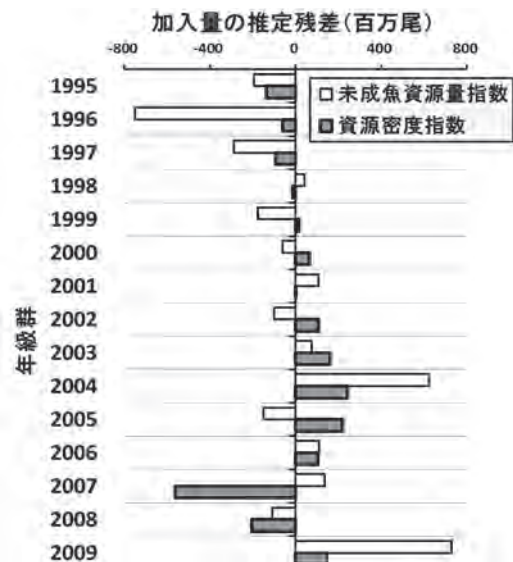


図8 未成魚資源量指数、資源密度指数によるゴマサバ太平洋系群加入量の推定残差

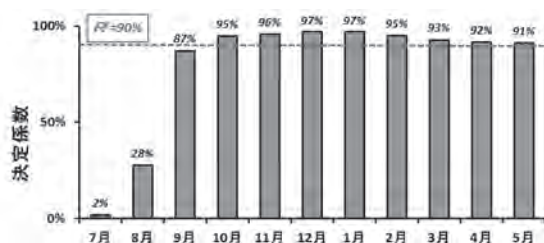


図9 資源密度指数の月累計値（7月から当月までの累計）ごとにみた，ゴマサバ太平洋系群加入量（1995～2009年級群）推定時の決定係数

おり，資源密度指数は新規加入量見積もりにも有効と考えられる。

4 漁業情報の資源評価への適用について

当海域の棒受網によるゴマサバ2歳時までの漁獲尾数は，系群加入量の約2%と推定され²⁾，棒受網は系群のごく一部を漁獲しているに過ぎないが，静岡県水産技術研究所に蓄積された棒受網CPUE，魚体組成等を解析して創出された未成魚資源量指数は⁴⁾，分布域が我が国太平洋岸全域に亘る系群の資源評価¹⁾にあっても，有効な加入量指標として活用されてきた。また，今回のゴマサバ資源密度指数への改善により，加入量指標としての有用性はさらに高まったと考えられる。

漁業は産業活動であるため，漁業情報の資源評価への適用には調査船調査情報等と異なる方法・注意が必要となるが，我が国周辺資源83系群の8割以上で主に漁業情報を用いた資源評価が行われている⁸⁾。主要浮魚資源について例を挙げれば⁹⁾，マサバ太平洋系群ではマサバ未成魚越冬群指数¹⁰⁾が，マイワシ太平洋系群ではマイワシ未成魚越冬群指数が，それぞれ資源評価時の加入量指標として用いられている。ゴマサバに限らず，目的を明確化した上での漁業情報の蓄積・解析は資源評価の進展に重要である。

現在の第一善生丸、第八藤丸はじめ標本船日報の記帳に協力いただいた歴代棒受網標本船各位に御礼申し上げます。

文 献

- 1) 川端 淳・渡邊千夏子・西田 宏・梨田一也・本田 聡 (2012): 平成 23 年度ゴマサバ太平洋系群の資源評価。我が国周辺水域の漁業資源評価 第 1 分冊, 水産庁増殖推進部・独立行政法人水産総合研究センター, 217 ~ 250.
- 2) 吉田 彰 (2011): 伊豆諸島海域の棒受網によるゴマサバ年齢別漁獲尾数, 黒潮の資源海洋研究, 12, 145 ~ 152.
- 3) 吉田 彰・長谷川雅俊 (2011): 標本船日報からみた伊豆諸島海域におけるゴマサバ棒受網漁況について, 第 59 回サンマ等小型浮魚資源研究会議報告, 157 ~ 162.
- 4) 花井孝之 (1999): 伊豆諸島海域におけるゴマサバ資源特性について, 中央ブロック長期漁海況予報, 107, 32 ~ 39.
- 5) 吉田 彰 (2009): 近年におけるサバ漁業の漁場利用, 碧水 (静岡県水産技術研究所), 128, 1 ~ 4.
- 6) 田中昌一 (1985): 水産資源学総論, 恒星社厚生閣, 東京, 193 ~ 198.
- 7) 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および研究成果], 30, 92 ~ 99.
- 8) 平松一彦 (2010): 漁業情報を用いた資源評価の現状, 東京大学大気海洋研究所共同利用研究集会 漁業情報を用いた水産資源の評価と管理 要旨集, 2 ~ 7.
- 9) 西田 宏 (2010): いわし・さば太平洋系群の資源評価における漁業情報の利用, 東京大学大気海洋研究所共同利用研究集会 漁業情報を用いた水産資源の評価と管理 要旨集, 8 ~ 9.
- 10) 小澤竜太 (2010): マサバ未成魚越冬群指数について, 茨城県水産試験場研究報告, 41, 25 ~ 29.

Stock density index calculated from stick-held dip net fishery information as a recruitment index for the Pacific stock of the spotted mackerel, *Scomber australasicus*

Akira Yoshida

Abstract In the Shizuoka Prefectural Research Institute of Fishery, the abundance index for young spotted mackerel, *Scomber australasicus*, was calculated from daily reports of stick-held dip net fishery since 1991, as an indicator of the recruitment level of *S. australasicus*, around Izu Islands. The index has also been used as a tuning index of VPA in the assessment of the Pacific stock of *S. australasicus*. However, it was believed that the index required improvements, because stick-held dip net fishing grounds have changed in recent years, and all the young fish have been regarded as age-0 fish in the calculation process. In addition to correcting for changes in the fishing grounds, the stock density index for *S. australasicus* was created using the age-length key for the Pacific stock of *S. australasicus*. When the coefficient of determination for estimating the recruitment of the Pacific stock of *S. australasicus* was evaluated, the stock density index was found to be 18% greater than the abundance index. In addition, using the stock density index, recruitment of n year-class can be estimated with 95% coefficient of determination at the end of October.

Key words: Pacific stock of spotted mackerel, *Scomber australasicus*, recruitment index, stick-held dip net, Izu islands waters, stock density index, abundance index of young fish