

## 日本海南西海域における中層トロールと面積密度法を用いたマアジ当歳魚の現存量推定手法の開発

誌名	日本水産学会誌
ISSN	00215392
著者	志村, 健 大下, 誠二 寺門, 弘悦 田, 永軍
巻/号	75巻6号
掲載ページ	p. 1042-1050
発行年月	2009年11月

# 日本海南西海域における中層トロールと面積密度法を用いた マアジ当歳魚の現存量推定手法の開発

志村 健,<sup>1\*</sup> 大下 誠二,<sup>2</sup> 寺門 弘悦,<sup>3</sup> 田 永軍<sup>4</sup>

(2009年2月19日受付, 2009年8月31日受理)

<sup>1\*</sup>鳥取県水産試験場, <sup>2</sup>水産総合研究センター西海区水産研究所,  
<sup>3</sup>島根県水産技術センター, <sup>4</sup>水産総合研究センター日本海区水産研究所

Development of method for estimation of 0+ fish abundance  
index of jack mackerel *Trachurus japonicus* by mid-water trawling  
and area-swept method in the southwestern Sea of Japan

TSUYOSHI SHIMURA,<sup>1\*</sup> SEIJI OHSHIMO,<sup>2</sup>  
HIROYOSHI TERAOKA<sup>3</sup> AND YONGJUN TIAN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Tottori Prefectural Fisheries Experimental Station, Sakaiminato, Tottori 684-0046, <sup>2</sup>Seikai National Fisheries  
Research Institute, Nagasaki, 851-2213, <sup>3</sup>Shimane Fishery Technological Center, Hamada, Shimane 697-  
0051, <sup>4</sup>Japan Sea National Fisheries Research Institute, Chuo, Niigata 951-8121, Japan

Japanese jack mackerel (*Trachurus japonicus*) is an important commercial fish which is distributed widely along the Japanese coast and for which a total allowable catch is designated. However, the 0+ fish stock can not be estimated by VPA. In this paper, a 0+ fish abundance index was examined using mid-water trawling (10 by 10 m trawl mouth, 7mm codend mesh) and the area-swept method. A total of 62,387 0+ fish jack mackerel were caught in the waters of the southwestern Sea of Japan during early summer (2003 to 2008). Jack mackerel were distributed in areas that were 50m depth at a temperature of 12.5-20.5°C. The 0+ fish abundance index was presumed by pattern A: divided into two sea areas (Tsushima area and Oki area), and by pattern B: divided into four sea areas in consideration of the water temperature distribution. The coefficient of variation of 0+ fish abundance index estimated by pattern B (13.8-48.5%) was lower than that by pattern A (19.4-50.3%). This indicates that the mid-water trawling method with area-swept method considering the water temperature can be used to estimate the 0+ fish abundance index of jack mackerel.

キーワード：中層トロール, 当歳魚, 日本海, マアジ, 面積密度法

マアジ (*Trachurus japonicus*) は日本周辺に広く分布する温暖性の回遊魚であり,<sup>1)</sup> 日本, 韓国, 台湾で重要な水産資源として利用されてきた。本種は, 日本の資源評価対象種 (TAC 算定) に指定され, 太平洋系群と対馬暖流系群に分けられて管理されている。マアジ対馬暖流系群の資源量は 1976 年の 31 万トン をピークに 1977~1980 年に減少した後, 増加傾向を示し 1993 年から 1998 年には 51~56 万トンの高い水準を維持した。1999 年以降 2002 年まで一端減少したものの, 2003 年~2004 年は 50 万トン以上に増加し, 近年は再び減少傾向で 2007 年は 45 万トンである。<sup>2)</sup>

本種の産卵は東シナ海中・南部の陸棚縁辺域において 2~4 月に,<sup>3)</sup> 九州西岸域では 11~6 月に行われ (Fig. 1a),<sup>4)</sup> 孵化後約 1 ヶ月で 15 mm,<sup>5)</sup> 1.5 ヶ月で 30 mm, 約 3 ヶ月で 70~80 mm に成長する。<sup>6)</sup> 卵及び孵化後の個体の一部は対馬暖流と黒潮によって日本海あるいは太平洋へ輸送される。<sup>3,7)</sup> 日本海へ輸送された加入前のマアジは対馬暖流によって 5 月末から 6 月上旬に日本海南西海域の大陸棚周辺へ補給され,<sup>8)</sup> 全長 50~80 mm に成長すると集群するとともに沿岸域に移動する。<sup>9)</sup> 本種は全長 80 mm 以上に成長すると浮魚の性質と共に底魚的性質を有し, 島や瀬などに瀬付きとなる習性がある。

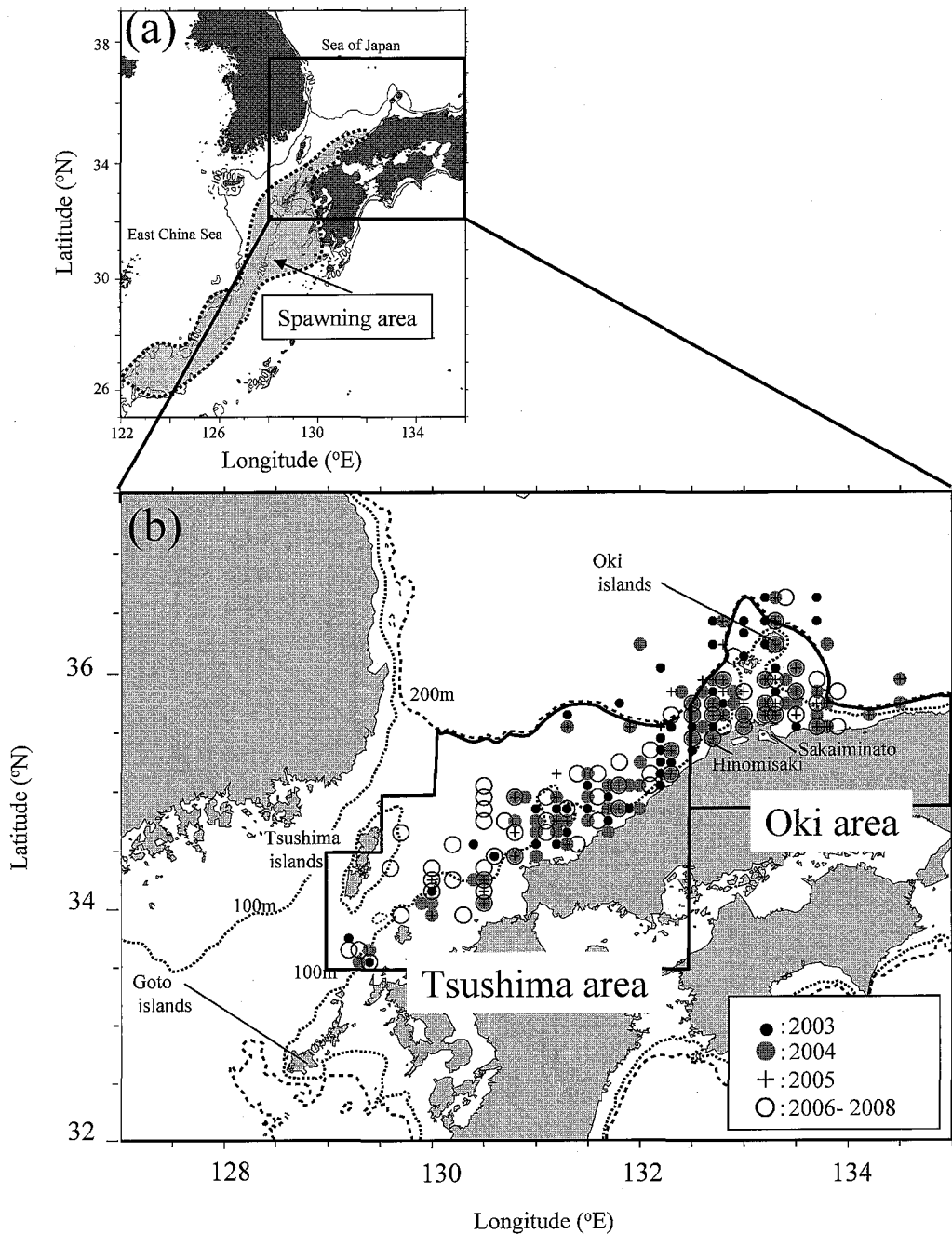


Fig. 1 (a) Map of the spawning area of jack mackerel and the research area. The lines show the 100 m and 200 m depth contours. (b) Locations of sampling stations during 2003–2008 and areas (Tsushima area and Oki area) used to calculate the annual 0+ fish abundance index.

る。<sup>10,11)</sup> 日本海における分布の北限は北海道の江差まで及ぶ。<sup>1)</sup> 本種の孵化時の適水温は 18~24°C で、<sup>5,6)</sup> 全長 10~30 mm の幼魚の分布水温 (表面水温) は 16~26°C と報告されている。<sup>3)</sup>

隠岐諸島周辺海域では 7 月ごろに全長 80 mm 程度に成長したマアジ当歳魚が主にまき網によって漁獲され始める。<sup>12)</sup> 7 月から 9 月はマアジ以外の小型浮魚は本海域から逸散するためマアジ当歳魚の漁獲努力が集中し漁獲

圧が高くなるため、<sup>12)</sup> 資源を持続的に利用するためには当歳魚の資源量をできるだけ早い段階で把握する必要がある。現在、マアジの対馬暖流系資源量は年齢別漁獲尾数を基に VPA 法により推定されている。<sup>2)</sup> しかしこの手法では当歳魚の資源量が推定されるのは加入から数年後であるため、当歳魚の資源評価の精度が低く、資源管理の効果は低いと考えられる。そのため、当歳魚の正確な密度指数は資源管理を行う上で重要な資料となる。底

魚類を対象とした現存量の推定法として面積密度法がよく用いられている。<sup>13,14)</sup>しかし中層トロールと面積密度法による現存量推定は報告が少なく、日本ではサンマ太平洋北西部系群を対象に行われているのみである。<sup>15)</sup>本海域において中層トロールでマアジ当歳魚の採集が可能であることが報告されていることから,<sup>8)</sup>マアジ当歳魚の現存量も面積密度法で推定することが可能であると考えられる。そこで本研究ではマアジ対馬暖流系群の資源評価の精度を向上させるために、中層トロールによる調査と面積密度法によって日本海南海域のマアジ当歳魚の現存量指標値の推定方法を開発することを目的とした。

#### 試料および方法

調査は2003~2008年にかけてマアジの当歳魚が加入して主漁期が始まる前の5月下旬から6月中旬に、第一鳥取丸(鳥取県所属199トン)、島根丸(島根県所属142トン)、みずほ丸(水産総合研究センター所属156

トン)、陽光丸(水産総合研究センター所属499トン)の4隻を用いて、対馬海峡から隠岐諸島周辺の大陸棚およびその縁辺域に設定された定点で行った(Fig. 1b)。調査に用いた中層トロール(ニチモウ社製:NRT-32=K1)は、網口高さ・幅とも10m、コッドエンドの目合7mmである(Fig. 2)。曳網層は曳網直前に魚群探知機でマアジ当歳魚の反応<sup>16)</sup>を調べて決定し、日中に船速3ktで30分間水平に曳網した(Fig. 3)。魚群探知機には水深10~50mにおいてマアジ当歳魚と思われる反応が認められたことより、50m深水温をマアジの分布水温とし、マアジの各採集定点でCTDを用いて50m深水温を調べた。また、各曳網点でマアジの採集個体数( $N$ )と尾叉長(mm)を測定した。

本海域の地理的な特徴として対馬海峡から島根沖は大陸棚が大きく広がっているが、日御碕付近では大陸棚が狭くなっている(Fig. 1b)。海洋環境の特徴としては、南方からは対馬海峡東水道から対馬暖流沿岸分枝が、西

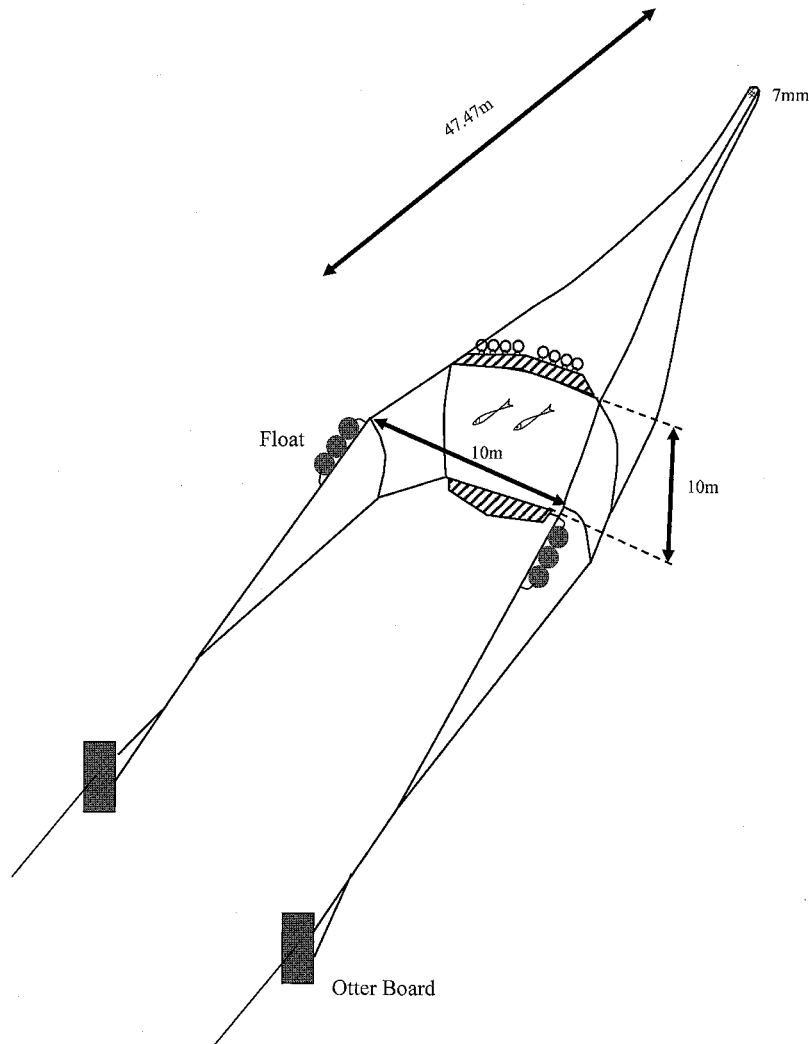


Fig. 2 Schematic illustration of the mid-water trawl (10 by 10 m trawl mouth, 7 mm codend mesh).

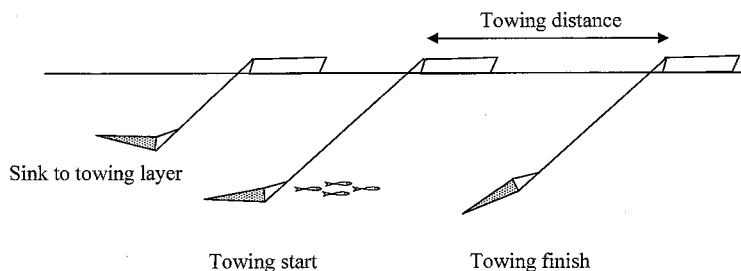


Fig. 3 Schematic illustration of sampling by the mid-water trawl.

水道から対馬暖流沖合分枝が北東方向へ流れている。<sup>17)</sup> 北方からは冷水が沿岸へと南下しており、とくに日御碕沖では大陸棚が狭くなっているため沖合から冷水域が接岸しやすい。<sup>17)</sup> また隠岐諸島付近は多数の島があるため、海流構造が非常に複雑になっている。このように、本海域は地理的、水塊配置的にも東西で大きく変化してマアジ当歳魚の分布が年によって偏ることが予想される。そのため、面積密度法によるマアジ当歳魚の現存量指標値（以下現存量指標値）を推定する際に海域区分を下記のA及びBの2つの方法で行った。なお本研究における現存量指標値はマアジ対馬暖流系群のうち東シナ海で発生し日本海南西海域へ輸送されたものと日本海南西海域で発生した0歳のマアジの現存量指標値であり加入量の指標を示す。

A（地理的特徴による海域分け）；東経132度30分の東西で調査海域を対馬海域と隠岐海域の2海域に区分した（Fig. 1b）。

B（地理的特徴と水温分布による海域分け）；対馬と隠岐海域内で暖水域と冷水域に分けて4海域に区分した。

面積密度法<sup>14)</sup>により各年の変動係数（CV）と現存量指標値（ $B$ ）を以下の方法で推定した。なお、求められた現存量指標値はマアジ当歳魚の採集効率が不明なため、指標値であり絶対値に比べ相対的に低い値となっている。曳網距離は各調査点の曳網開始から曳網終了までの距離とし（Fig. 3）、曳網中の袖網間隔は測定されていなかったため10mで一定とした。曳網距離に網幅を乗じて*i*海域*j*地点の曳網面積（ $a_{ij}$ ）を求めた。*i*海域*j*地点の漁獲尾数（ $c_{ij}$ ）を $a_{ij}$ で除し、*i*海域*j*地点の密度（ $d_{ij}$ ）を算出し、その平均を*i*海域における密度（ $d_i$ ）とした。なお（ $n_i$ ）は*i*海域の調査点数を表す。さらに、*i*海域の平均密度（ $d_i$ ）に*i*海域の海域面積（ $A_i$ ）を乗じ、*i*海域の現存量指標値（ $B_i$ ）を求め、これらを合計することにより日本海南西海域全域のマアジの現存量指標値（ $B$ ）とした。

$$d_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} d_{ij}$$

$$B_i = A_i \cdot d_i$$

$$B = \sum B_i$$

推定された現存量指標値の抽出誤差を調べるため変動係数（CV）を以下の方法によって求めた。

ブートストラップ法（1000回反復）によって*i*海域の密度の標準偏差（ $SD_{di}$ ）をもとめ、 $n_i$ と $A_i$ により*i*海域における現存量指標値の標準誤差（ $SE_{Bi}$ ）を計算し、調査海域全体における現存量指標値の標準誤差  $C$  および変動係数（CV, %）を下式によって求めた。

$$SE_{Bi} = \frac{A_i \cdot SD_{di}}{\sqrt{n_i}}$$

$$SE = \sqrt{\sum SE_{Bi}^2}$$

$$CV = \frac{SE \times 100}{B}$$

漁獲データから得られるマアジ当歳魚の加入量の指標として、鳥取県境港にまき網によって6～12月に水揚げされたマアジ当歳魚の1隻あたりの漁獲尾数を求め現存量指標値と比較した。

## 結 果

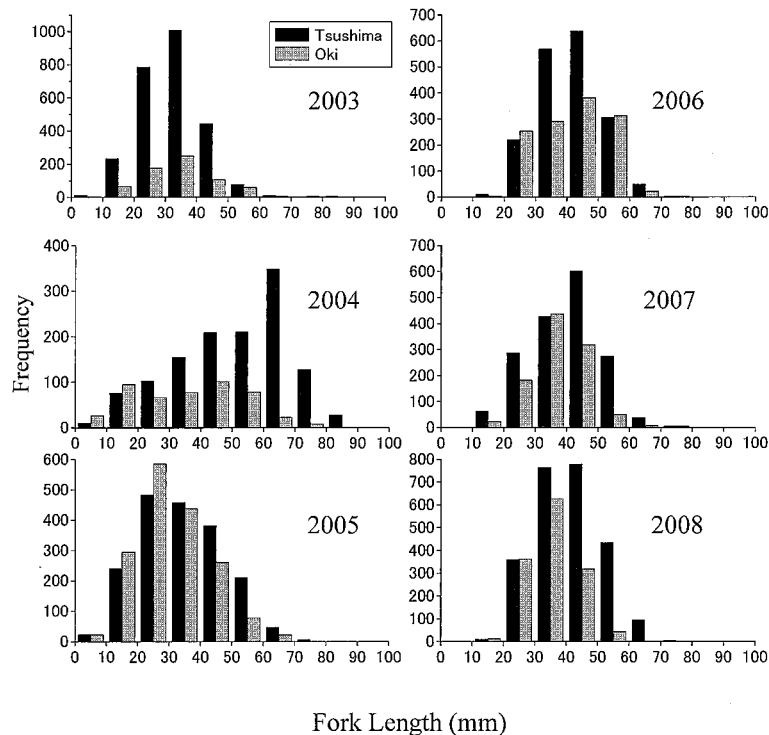
6年間の中層トロール調査によって428点のうち351点の調査点で計62,387のマアジが採集された（Table 1）。マアジの採集個体数は2008年に69点中65点（94%）で26,688個体（平均±標準誤差=386.8±179.6個体）と最も多く、2004年に75点中48点（64%）で1,743個体（平均±標準誤差=23.2±7.7個体）と最も少なかった（Table 1）。採集されたマアジの尾叉長範囲は11.5～96.1mm（平均±標準誤差=39.6±0.11mm）であった。本種の成長様式から、<sup>18)</sup>これらのマアジは全て当歳魚と判断された。年別海域別の体長組成を調べたところ（Fig. 4）、2003年と2006～2008年は30mm又は40mm台にモードが認められた。2004年は他の年に比べて組成の幅が広く対馬海域では60mm台にモードが認められた。2005年は小さい個体が多く、対馬海域と隠岐海域ともに20mmにモードが認められた。

マアジ当歳魚の分布水温範囲は12.5～20.5℃（平均±標準誤差=16.8±1.23℃）であった。マアジ当歳魚の分布と水温分布との関係を見るため、採集点ごとの個体数及び50m深水温分布をマッピングし（Fig. 5）、海域別水温別に採集個体数の組成を調べた（Fig. 6）。2005

**Table 1** Cruise and station information from the mid-water trawl surveys

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Start day	26-May	25-May	24-May	22-May	21-May	19-May
Finish day	18-June	10-June	12-June	16-June	13-June	11-June
Number of stations	66	75	75	74	69	69
Positive stations (%)	82	64	79	86	88	94
Total catch ( <i>n</i> )	12,037	1,743	9,699	6,974	5,246	26,688
Mean catch $\pm$ S.E. ( <i>n</i> )	182.4 $\pm$ 39.2	23.2 $\pm$ 7.7	129.3 $\pm$ 34.8	94.2 $\pm$ 40.1	76.0 $\pm$ 13.6	386.8 $\pm$ 179.6

Total catch indicates the number of jack mackerel collected. Positive stations indicate percentage of positive tows.



**Fig. 4** Fork length composition of jack mackerel collected by mid-water trawling in the Tsushima area and Oki area.

年は隠岐海域で採集個体数が多かったがそれ以外の年は対馬海域で採集個体数が多かった。16~20°C 台の暖水域で 86~99% のマアジ当歳魚が採集され (Fig. 6), 12~15°C 台の冷水域に比べて 16~20°C 台の暖水域において有意に採集個体数が多かった (*t* 検定,  $t=2.7$ ,  $p<0.01$ )。特に, 12~15°C 台の冷水域が沿岸へ差し込む場合は 2003 年の対馬海域や 2005 年の隠岐海域の様に 16~20°C 台の暖水域で 1 調査点あたりの採集個体数が著しく高くなる傾向が認められた。以上のことから, 本研究では面積密度法で現存量指標値を推定する際に 12~15°C 台を冷水域, 16~20°C 台を暖水域として海域区分した。

面積密度法により対馬海域と隠岐海域の 2 海域に区分した A と, 水温分布を考慮し 4 海域に区分した B によって本海域のマアジの現存量指標値をそれぞれ推定し

た (Table 2)。現存量指標値の変動係数 (CV) は, A は 19.4~50.3% の範囲にあり, B は 13.8~48.5% の範囲にあった。2006 年に A (50.3%), B (48.5%) と最も高い値を示し, 次いで 2004 年に A で 38.9%, B で 41.5% となった。それ以外の年は両方とも 35% 以下となった。A と B の変動係数を比べると B は A より 2004 年に 2%, 2007 年に 1% 高い値を示したが, それ以外の年では 2~8% 低い値を示した。

A で推定された 2003~2008 年のマアジの現存量指標値は約 6,000 万~10 億尾で 2008 年が最も多く 2004 年が最も少なかった (Fig. 7)。海域間で比較すると, 対馬海域の現存量指標値が全体の 52~90% を占めていた。B で推定された 2003~2008 年のマアジの現存量指標値は約 5,000 万~6 億 8,000 万尾で, 経年的な変化は A と同様に 2008 年が最も多く 2004 年が最も少なかった

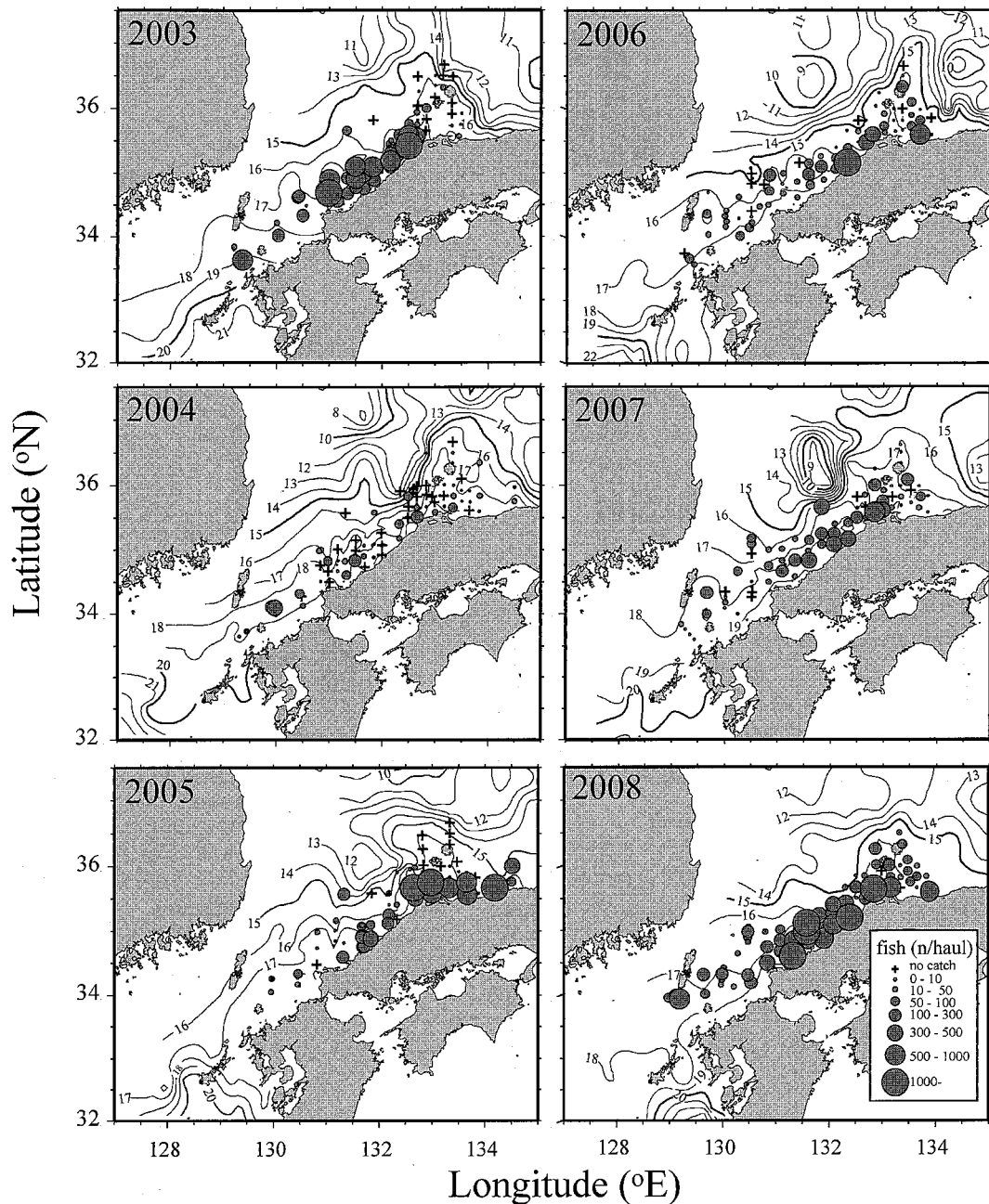


Fig. 5 Distribution of jack mackerel collected by mid-water trawling and water temperature at 50 m depth for the 6 years (2003–2008).

(Fig. 8)。Bで推定された現存量指標値は、2005年はほぼ等しいもののそれ以外の年ではAより2～33%少なかった。さらに、海域間で比較すると2005年以外の年は対馬海域の温暖域の現存量指標値が全体の73～98%を占めており、2005年は隠岐海域の温暖域の現存量指標値が50%となった。

A及びBの現存量指標値と、鳥取県境港に水揚げするまき網の当歳魚漁獲尾数(CPUE)(Fig. 8)との相関関係を調べた。相関係数はそれぞれ0.87 ( $p < 0.05$ ),

0.91 ( $p < 0.01$ )となり全ての組み合わせにおいて有意な正の相関が認められた。

### 考 察

マアジは16℃以上の暖水域に多く分布した(Fig. 6)。また年によっては2003年の対馬海域や、2005年の隠岐海域のようにマアジが暖水域で集中的に分布することがあった(Fig. 5)。このことから現存量指標値を推定する場合は海域分けする必要がある。

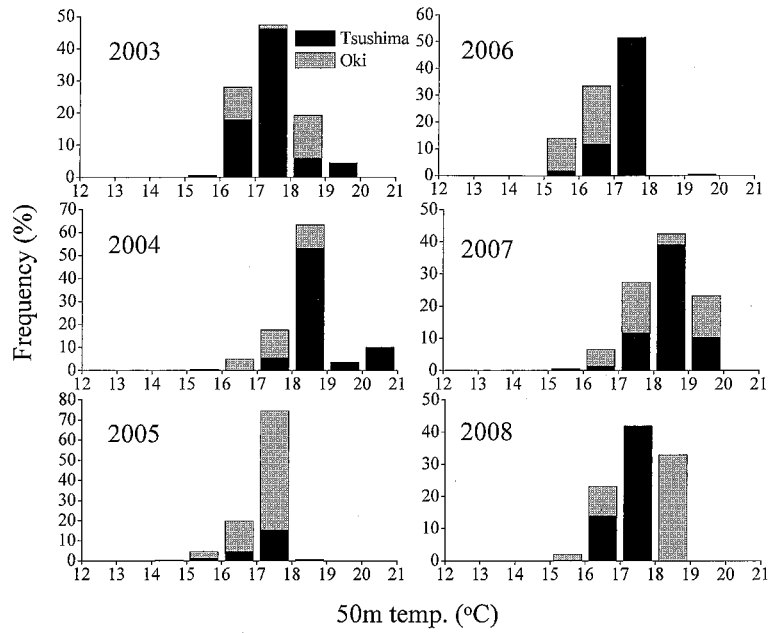


Fig. 6 Relationship between temperature at depth depth of 50 m and number of jack mackerel collected by mid-water trawling in the Tsushima area and Oki area.

Table 2 Annual 0+ fish abundance index of jack mackerel calculated by two patterns of the area-swept method in the southwestern Sea of Japan

Index of population size ( $\times 1,000$ individuals)	Sampling year					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<i>Population size calculated by A</i>						
Tsushima	364,949	52,653	93,908	157,010	130,159	573,147
Oki	46,726	5,557	88,367	34,611	21,571	434,091
Total	411,675	58,210	182,275	191,621	151,730	1,007,237
Coefficient of variation, CV (%)	19.4	38.9	19.5	50.3	21.5	33.1
<i>Population size calculated by B</i>						
Tsushima						
colder waters ( $<16^{\circ}\text{C}$ )	7,309	496	9,684	8,236	5,749	11,806
warmer waters (16 to $<20^{\circ}\text{C}$ )	335,441	51,733	75,191	129,790	115,403	491,841
Oki						
colder waters ( $<16^{\circ}\text{C}$ )	126	94	3,147	12,421	242	0
warmer waters (16 to $<20^{\circ}\text{C}$ )	46,313	658	98,522	21,999	27,604	174,726
Total	389,189	52,982	186,545	172,445	148,998	678,373
Coefficient of variation, CV (%)	13.8	41.5	17.6	48.5	21.8	25.3

Pattern A was estimated separately for two regions of the Tsushima area and the Oki area. Pattern B was calculated as in Pattern A separately for two regions: a warm region and a cold region.

A と B の 2 つの海域区分によって推定された変動係数 (CV) は A では 19.4~50.3%, B では 13.8~48.5% の範囲にあった (Table 2)。本研究で推定された変動係数 (CV) は東北海域でキチジを対象に行われている着底トロールの 9~27%<sup>14)</sup> よりも高かった。これは、マアジ当歳魚は中層に分布しており網の上下から逃げる個体がいるためであると考えられる。2004 年に B の変

動係数が A より 2% 高くなったのは、75 点の調査点を 4 海域に区分するため 1 海域あたりの調査点数が少なくなったことに加え、マアジが採集された調査点数が全体の 64% と低かったためであると推察される。

現存量指標値は A と B とともに 2004 年に最も少なく 2008 年に最も多かつた。2004 年は体長組成の幅が広く対馬海域では 60 mm 台の大きな個体も多かつた。こ



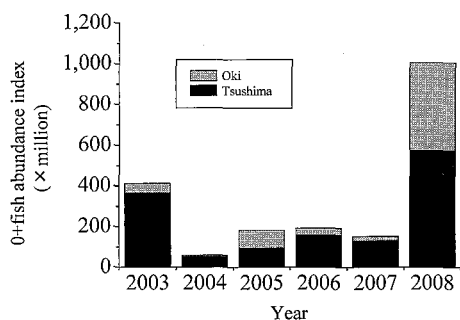


Fig. 7 Fluctuation of annual 0+ fish abundance index of jack mackerel from 2003 to 2008 estimated by pattern A.

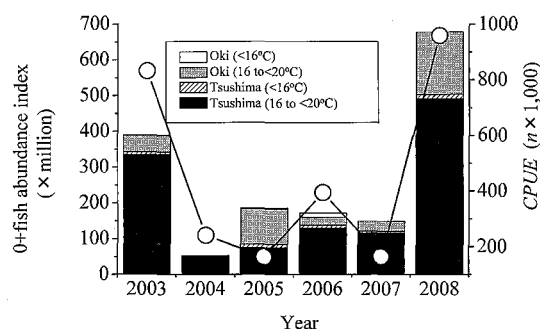


Fig. 8 Fluctuation of annual 0+ fish abundance index of jack mackerel from 2003 to 2008 estimated by pattern B and fluctuation of age 0 fish catch per purse seine fisheries vessel at Sakaiminato (CPUE). The bars show annual 0+ fish abundance index and circles show the CPUE.

れに対し、現存量指標値が最も高かった2008年は30~40 mm 台の小型個体が多かった。このことから2004年に現存量指標値が低く推定されたのは大型の個体が網から逃避していたか、マアジの発生時期が例年より早く、これがマアジの生残に影響していた可能性がある。

海域別の現存量指標値は対馬海域の暖水域で多く推定された (Fig. 8)。これは日御碕沖で冷水域が沿岸まで張り出す年が多く上流域から輸送されてきたマアジ当歳魚が暖水域側で濃密に分布した影響が大きいと考えられる。2005年と2008年は隠岐海域において現存量指標値が高かった (Table 2, Fig. 8)。両年はマアジが隠岐海峡を通過しているが、それ以外の年では隠岐海峡と隠岐北方海域に分かれて分散している可能性がある。この理由として、日御碕沖では対馬暖流沿岸分枝と冷水域の南縁付近を流れる沖合分枝が合流し海水の一部が沖合に流れ出るため、<sup>17)</sup> マアジ当歳魚の一部が隠岐北方へ移送されたためであると考えられる。今後さらに現存量推定値を精度良く推定するためには、冷水域が分布する沖合の調査点を増やし、隠岐海峡を通過する流れと隠岐諸島北方を迂回する流れの流動変動を把握することが重要と

なる。

以上のように、当歳魚の加入過程には本海域の地理的特徴や海洋環境が大きく影響し、水温分布によっては集中分布や拡散することがあると考えられ、水温分布を考慮して海域区分することでより精度よく現存量を推定できると考えられる。Bによって求められた現存量指標値とまき網による当歳魚の漁獲尾数の変動は一致し (Fig. 8)、両者の間には有意な正の相関が認められた。以上のことから中層トロールを用いた調査では漁獲される前に精度良く本海域に輸送されるマアジ当歳魚の量を推定できるため、生物学的な許容漁獲量の算出を行うことができる。推定された日本海南西海域における現存量指標値は2003年から2004年にかけて大きく減少し2007年まで漸減傾向にあったものの、2008年は2003年をやや上回るまで増加した (Fig. 8)。マアジ若齢魚に対する過剰な漁獲圧は産卵親魚の資源量を減少させるため、<sup>19)</sup> できるだけ早い段階で加入量を精度良く把握することは資源管理にとって重要である。調査結果によって現存量指標値が低いと判断されたにもかかわらず当歳魚が集中して多く漁獲される場合は、産卵可能となる1歳魚になるまで漁獲圧を下げることで資源の持続的利用につながると考えられる。

## 謝 辞

本研究をまとめるにあたって、北海道大学大学院水産科学研究院の桜井泰憲教授、帰山雅秀教授、齊藤誠一教授、綿貫豊准教授、向井徹准教授、同大学北方生物圏フィールド科学センターの山本潤博士には、貴重な御指摘と御教示を頂いた。日本海区水産研究所の加藤修博士、木所英昭博士、水産総合研究センターの檜山義明博士、西海区水産研究所の塚本洋一博士、依田真里氏には資源解析について御教示を頂いた。島根県水産技術センターの安木茂氏、佐々木正氏、村山達朗博士には標本採集及び解析に御協力頂いた。以上の方々に謝意を表す。本研究は水産庁委託調査事業「資源評価調査」の一環として実施されたものであり、本事業の関係各位に厚くお礼申し上げる。

## 文 献

- 1) 落合 明, 田中 克. マアジ. 新版魚類学 (下), 恒星社厚生閣, 東京, 1986; 788-797.
- 2) 平成 19 度マアジ対馬暖流系群の資源評価. 水産庁増殖推進部漁場資源課, 東京, 2008.
- 3) Sassa C, Konishi Y, Mori, K. Distribution of jack mackerel (*Trachurus japonicus*) larvae and juveniles in the East China Sea, with special reference to the larval transport by the Kuroshio Current *Fish. Oceanogr.* 2006; 15: 508-518.
- 4) 依田真里, 大下誠二, 檜山義明. 漁獲統計と生物測定によるマアジ産卵場の推定. 水産海洋研究 2004; 68: 20-

- 26.
- 5) 落合 明, 睦谷一馬, 榎田 晋. マアジの卵発生と初期発育. 魚雑 1982; 29: 86-92.
  - 6) 落合 明, 睦谷一馬, 榎田 晋. 養殖1歳マアジの成長, 成熟および人工産卵について. 日水誌 1983; 49: 541-545.
  - 7) 深滝 弘. 対馬暖流水域におけるマアジ資源の加入過程に関する考察 I, 稚仔魚の出現分布にもとづく考察. 日水研年報 1960; 6: 69-85.
  - 8) 木所英昭, 安木 茂, 志村 健, 加藤 修. 日本海西部におけるマアジの加入前の分布様式と対馬暖流の関係, 水研センター報告 2005; 14: 1-6.
  - 9) 梶原 武. 若年マアジの生態学的研究—I. 長崎大学水産学部研究報告 1957; 5: 13-22.
  - 10) 山田鉄雄, 梶原 武. 九州北西域のアジ漁業について. 対馬暖流開発調査研究報告 1954; 1: 63-76.
  - 11) 川崎 健. マアジの生態についての基礎的研究, 東北水研報 1959; 13: 95-107.
  - 12) 志村 健. 山陰海域のマアジの分布と移動. 鳥取水試報告 2003; 37: 112-117.
  - 13) 川原重幸. 掃海面積法. 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—, 社団法人日本水産資源保護協会, 東京. 2001; 170-175.
  - 14) 服部 努, 成松庸二, 伊藤正木, 上田祐司, 北川大二. 東北海域におけるキチジの資源量と再生産成功率の経年変化. 日水誌 2006; 72: 170-175.
  - 15) 平成19年度サンマ太平洋北西部系群の資源評価. 水産庁増殖推進部漁場資源課, 東京. 2008.
  - 16) 志村 健, 氏 良介. 計量魚探を用いたマアジ調査. 鳥取水試報告 2003; 37: 118-124.
  - 17) 加藤 修, 山田東也, 渡邊達郎. 日本海西部における対馬暖流沿岸分枝の構造と変動, 「マアジの産卵と加入機構—東シナ海から日本沿岸へ—」(原 一郎, 東海 正編) 恒星社厚生閣, 東京. 2004; 40-51.
  - 18) Xie S, Watanabe Y. Hatch date-dependent differences in early growth and development recorded in the otolith microstructure of *Trachurus japonicus*. *J. Fish. Biol.* 2005; 66: 1720-1734.
  - 19) 大下誠二, 依田真里, 檜山義明. 東シナ海におけるマアジの成熟特性の長期的な変化. 水産海洋研究 2004; 68: 245-252.

$m^{-2}y^{-1}$ であった。 日水誌, 75(6), 1027-1035 (2009)

#### マガキ成貝飼育海水へ浸漬した採苗器への幼生付着率に及ぼす幼生サイズおよび餌条件の影響

平田 靖 (広島総研水海技セ, 広大院生物園科),  
田村義信 (広島総研水海技セ),  
長澤和也 (広大院生物園科)

採苗器をマガキ成貝飼育海水で予め浸漬処理すると、マガキ幼生の付着率が高まるということが知られている。本研究では、幼生のサイズあるいは餌条件が付着率に及ぼす影響を調べた。採苗器の浸漬処理の結果、平均殻高 295  $\mu\text{m}$  の幼生では付着率に有意な増加は認められなかったが、平均殻高 344  $\mu\text{m}$  の幼生では有意に増加した。また、24 時間の付着実験中の幼生に与える珪藻の細胞密度が  $0\sim 10\times 10^4$  cells/mL の範囲では、密度の違いによる付着率の有意差は認められなかった。

日水誌, 75(6), 1036-1041 (2009)

#### 日本海南西海域における中層トロールと面積密度法を用いたマアジ当歳魚の現存量推定手法の開発

志村 健 (鳥取水試), 大下誠二 (西水研),  
寺門弘悦 (島根水技セ), 田 永軍 (日水研)

マアジは日本周辺の沿岸域に広く分布する産業重要種である。マアジ対馬暖流系群の資源量は VPA 法で推定されているが、この手法では当歳魚の資源量が推定されるのは加入から数年後であるため、当歳魚の資源評価の精度が低いという欠点がある。そこで、漁期前に中層トロールで当歳魚を採集して、面積密度法によって現存量指標値を推定する方法を開発した。マアジの分布は水塊配置によって東西や南北方向に偏った。面積密度法によって水温分布を考慮し 4 海域に区分することで、正確な現存量指標値を推定することができた。

日水誌, 75(6), 1042-1050 (2009)

#### マクサ栄養体の付着に適した基質

土屋実穂 (海洋大),  
滝尾健二, 安藤和人, 川辺勝俊, 駒澤一朗  
(都島しよ総セ), 荒川久幸 (海洋大)

三宅島の荒廃したテングサ群落の再生を目的として、マクサ栄養体の付着に適した基質を検討した。(1)モルタル、フェンス、ボルト、混紡化学繊維で表面を覆ったボルトを海中に設置したところ、混紡化学繊維で覆ったボルトは、多くのマクサ栄養体を短期間で付着させ、設置一年後でもマクサが優占して着生していた。(2)マクサ栄養体の付着密度は、混紡化学繊維の基質で最も高かった。流水中における栄養体の残存率は、混紡化学繊維の基質で最も高かった。(3)混紡化学繊維へのマクサの付着は、化学繊維紐から突出する単繊維によって生起している。

日水誌, 75(6), 1051-1060 (2009)

#### 褐藻エゾノネジモクのジガラクトシルジアシルグリセロール分子種

本田真己, 鹿島晃洋, 高橋是太郎,  
板橋 豊 (北大院水)

エゾノネジモクに存在するジガラクトシルジアシルグリセロール (DGDG) の分子種を明らかにするために、DGDG からジアシルグリセロールを調製し、これをジニトロフェニルウレタン誘導体に変換して HPLC と MS で分析した。キラル HPLC では *sn*-1,2-ジアシル型であることが明らかになり、逆相 HPLC では 16 種の分子種が明瞭に分離された。逆相 HPLC /MS で得られた  $[\text{RCOO}]^-$  イオンを用いて各分子種が同定された。主要分子種は  $20:5n-3/18:4n-3$  と  $20:5n-3/18:3n-3$  であった。

日水誌, 75(6), 1061-1069 (2009)

#### 12°C または 15°C で飼育したマガレイの形態異常に及ぼす餌料中ドコサヘキサエン酸とエイコサペンタエン酸の影響 (短報)

佐藤敦一 (道裁水試, 海洋大),  
高谷義幸 (道裁水試), 竹内俊郎 (海洋大)

マガレイ仔魚を 12°C または 15°C で飼育し、形態異常に及ぼす餌料中のドコサヘキサエン酸 (DHA) とエイコサペンタエン酸 (EPA) の影響を調べた。実験は、D~E ステージの仔魚に EPA または DHA エチルエステルで強化したアルテミアを給餌した後、変態完了まで市販強化剤で強化したアルテミアを全実験区に給餌した。その結果、12°C では 15°C と同様に、DHA の形態異常防除効果が EPA よりも高かった。また、マガレイの形態異常防除では、12°C よりも 15°C で飼育し、なおかつ DHA 要求性に適った給餌を行うことが効率的であると考えられた。

日水誌, 75(6), 1070-1072 (2009)

#### シロクラベラ *Choerodon shoenleinii* 人工種苗の基質選択性 (短報)

名波 敦, 浅見公雄, 千村昌之 (水研セ西海水研)

シロクラベラ人工種苗の基質選択性を室内実験によって調べた。リュウキュウアマモの基盤 (海草基盤) と枝状ミドリイシ類の基盤 (サンゴ基盤) を設置し、人工種苗を 3 つのサイズクラスに分けた ( $10\text{ mm}\leq\text{TL}<20\text{ mm}$ ,  $20\text{ mm}\leq\text{TL}<30\text{ mm}$ ,  $30\text{ mm}\leq\text{TL}<40\text{ mm}$ )。供試魚のサイズクラスの増加に伴い、海草基盤への寄り付きの割合は減少し、サンゴ基盤への寄り付きの割合は増加した。これらの寄り付きの割合はサイズクラス間で有意な差があった。以上の結果、本種の基質選択性はサイズによって変化すると考えられた。

日水誌, 75(6), 1073-1075 (2009)