

## 豊後水道におけるマサバとゴマサバの出現様式

後藤直登,<sup>1</sup> 橋田大輔,<sup>2</sup> 中尾拓貴,<sup>3</sup> 富山 毅<sup>1\*</sup>

(2019年11月11日受付, 2020年3月23日受理, 2020年6月12日J-STAGE 早期公開)

<sup>1</sup>広島大学大学院生物圏科学研究科, <sup>2</sup>愛媛県南予地方局水産課,<sup>3</sup>大分県農林水産指導センター水産研究部Spatiotemporal distribution of two mackerel species, *Scomber japonicus* and *Scomber australasicus*, in the Bungo Channel, western JapanNAOTO GOTO,<sup>1</sup> DAISUKE HASHIDA,<sup>2</sup> HIROKI NAKAO<sup>3</sup> AND TAKESHI TOMIYAMA<sup>1\*</sup><sup>1</sup>Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University, Higashi-Hiroshima, Hiroshima 739-8528, Japan, <sup>2</sup>Fishery Division, Ehime Prefectural Nan-yo Regional Office, Uwajima, Ehime 798-8511, Japan, <sup>3</sup>Fisheries Research Division, Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center, Saiki, Oita 879-2602, Japan

To reveal the distribution patterns of mackerel in the Bungo Channel, western Japan, we investigated catch statistics and specimens of chub mackerel *Scomber japonicus* and spotted mackerel *Scomber australasicus* sampled at fish markets from 2007 to 2017. Chub mackerel were caught mainly in the northern part of the Bungo Channel while spotted mackerel were caught in the southern part of the channel. Spotted mackerel were observed at higher latitude in the eastern channel (Ehime Prefecture) compared to the western side (Oita Prefecture). This pattern suggested a correlation with the asymmetry in water temperature between the eastern and western sides of the channel. The distribution of 0-year-old mackerel was observed chiefly around nearshore areas from April to June, and thereafter it gradually shifted to offshore areas in July, indicating that 0-year-old fish expanded their habitat to offshore waters as they grew.

キーワード：浮魚, サバ属, 成長, 分布

マサバ *Scomber japonicus* およびゴマサバ *Scomber australasicus* は日本各地で漁獲されている水産上重要種である。両種ともに資源量の変動が大きい。マサバは1970年代には資源が高水準の状態であるが、1978年に国内で143万トンの漁獲量を記録したが、1979年以降に漁獲量は減少し、1990, 1991年には約3万トンとなった。<sup>1)</sup> しかし、近年ではマサバ太平洋系群の漁獲量は増加傾向にあり、2013年以降には卓越年級がたびたび発生したこと<sup>2)</sup>も影響して、2014–2017年では30–40万トンで推移している。<sup>1)</sup> ゴマサバ太平洋系群については、1981年以前では漁獲量が低水準であったが、1982年以降に増加し、2004–2014年では資源が高位水準であった。<sup>3)</sup> サバ類では、資源量や環境要因によって分布域を変化させ

ることが知られている。マサバ太平洋系群では、資源が高水準の時には、幼魚と成魚のどちらも東経170°を超えて分布し、低水準の時には成魚が東経150°以東ではほとんど確認されなくなった。<sup>1)</sup> また、ゴマサバについても資源量の増大と表面水温の上昇に伴い、2001年以降では越冬後の1, 2歳魚が夏秋季に三陸北部や道東海域まで漁場を形成するようになった事例や、<sup>4)</sup> 東シナ海において黒潮分流の影響によってゴマサバの分布がより北東に広がった事例が報告されている。<sup>5)</sup> そのため、資源水準に応じた分布の特性を解明することが重要である。

マサバおよびゴマサバの太平洋系群には、伊豆諸島周辺海域だけでなく、日向灘や薩南海域等、西日本の太平洋に面した海域に分布している集団も含まれる。これら

の海域では、1974年から1978年にかけては、大隅半島東部ではマサバの割合が72%、日向灘では93%、豊後水道では86%とマサバが多く分布していたが、<sup>6)</sup>ゴマサバの資源水準の上昇に伴ってゴマサバが主体で漁獲されるようになった。しかし、2017-2018年では薩南海域や日向灘においてマサバの割合が上昇しており、<sup>7,8)</sup>分布の特性に変化が生じている。これらの海域でのサバ類の生物特性に関する知見は乏しく、集積が必要である。特に、豊後水道の豊予海峡では一本釣りによって漁獲されるマサバが関さばとしてブランド化されて非常に高い価格で取引され、需要が大きい。

本研究では、ゴマサバの資源水準が高かった期間を中心に、2007-2017年におけるマサバとゴマサバの豊後水道での分布特性を明らかにすることを目的とした。愛媛県と大分県の漁獲統計に基づく季節的、空間的な2種の漁獲実態を把握するとともに、成長に伴う当歳魚の分布の変化や1歳以上との比較を行った。

### 材料と方法

**市場調査** 2種の漁獲実態を把握するため、サバ類が水揚げされている市場で2007-2017年における月別魚種別漁獲量を調査した。大分県の津久見市場、鶴見市場、愛媛県の三崎市場、八幡浜市場、愛南市場 (Fig. 1) を対象とした。これらの市場では、市場関係者によって目視による魚種判別が行われており、漁獲量は種ごとに整理されている。なお、ほかに愛媛県の宇和島市場等でもサバ類が多く水揚げされているものの、種の区別なく取り扱われているため解析の対象から除いた。三崎市場では釣り、その他の市場では主に中型もしくは大中型まき網によって漁獲されたサバ類が水揚げされていた。まき網では操業区域が規定されており、操業場所が水揚げ港の間で重なることはほとんどなく、<sup>9)</sup>水揚げ港の周辺が主であった。まき網の漁業者からの聞き取りにより、漁場は主に水深30-200mの場所であると推測された。また、まき網の場合は、夜間に種の区別なく浮上してきた群れを見つけて操業を行っており、釣りの場合は釣獲された個体については種による選別を行わずに、ほぼ全てを水揚げするため、漁獲物の種構成は現場の種構成を反映しているとみなした。

漁獲されているサバ類の種構成や体サイズを調べるため、鶴見市場、愛南市場、宇和島市場 (Fig. 1) を中心に、不定期にサバ類の標本採集を行った。水揚げされたサバ類の一部を無作為に抽出し、実験室に持ち帰った。漁獲位置は漁業者に直接聞き取った。また、漁獲位置の水深について、500mメッシュ水深 (日本海洋データセンター、[https://jdoss1.jodc.go.jp/vpage/depth500\\_file\\_j.html](https://jdoss1.jodc.go.jp/vpage/depth500_file_j.html)) を用いて推定した。標本について、尾叉長および第一背鰭の第1棘から第9棘までの基底長を測定

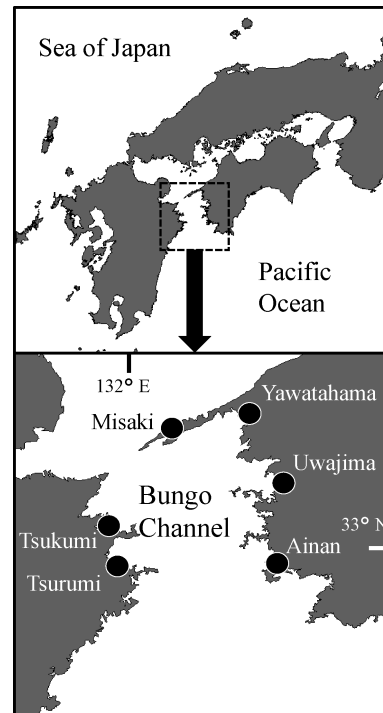


Fig. 1 Map of the study area. Circles show the locations of the fish markets.

し、基底長の尾叉長に対する比率が0.12以上の場合はマサバとし、0.12未満の場合はゴマサバとした。<sup>10)</sup>

**解析** 各市場での魚種別漁獲統計を、市場、年、月ごとに整理した。三崎市場については釣り、その他の市場ではまき網での漁獲量を用いた。各市場における2007-2017年の漁獲量と市場で採集した標本のそれぞれについて、マサバとゴマサバの比率を調べた。なお、三崎市場および津久見市場では標本をほとんど入手できなかったが、これらの市場では基本的にマサバの方がゴマサバよりも魚価が高いため、マサバとして水揚げの記録がなされたものについては、ゴマサバの混入は無視できるものとした。

水平分布に及ぼす環境要因の影響を調べるため、大分県水産研究部、愛媛県水産研究センターが各月に1回行っている沿岸定線調査の結果をもとに、50m水深における2007-2017年における年間平均水温分布および2007, 2012, 2017年の月別水温分布を描いた。水温分布の作成にはフリーソフトのOcean data viewを用いた。

漁獲統計の調査対象とした5つの市場のうち、年による種構成の変動が大きい八幡浜市場について、水温と漁獲量の関連性を調べた。愛媛県が行っている沿岸定線調査のうち、八幡浜市場で水揚げされるサバ類の漁場に最も近い観測点 (St. 11; 北緯33°11'06", 東経132°14'41") の2007-2017年における水深50mでの水温を年、月ごとに整理した。特にサバ類の漁獲が増加する

8-10月について、水温と月別漁獲量の関係を Spearman の順位相関係数により検討した。

当歳魚の出現時期や成長に伴う分布の変化を明らかにするため、測定したサバ類のデータと漁獲位置情報を解析した。解析対象期間は3-7月とした。これは、(1)豊予海峡におけるマサバの産卵期が3-7月であり<sup>11)</sup>、ゴマサバについてもマサバと同様と考えられること、(2)豊後水道において、マサバの卵は3-5月、ゴマサバの卵は3月および5月に採集されていること<sup>12,13)</sup>、(3)尾叉長15 cm未満の小型魚が主に4月から出現すること、(4)8月以降は成長した当歳魚と成長の遅延した1歳魚のサイズが重複し、年級群の判別が困難になることに基づいている。2007-2017年の測定データをプールして、月ごとの尾叉長組成を魚種別に作成した。当歳魚と1歳魚以上の尾叉長の境界が明瞭であったため、便宜的に以下のように区分した：マサバは4-7月において、26 cm未満を当歳魚とし、26 cm以上を1歳魚以上とした。ゴマサバは、尾叉長組成から4月では20 cm未満、5月では21 cm未満、6月では21.5 cm未満、7月では22 cm未満をそれぞれ当歳魚とし、それら以上を1歳魚以上と判定した。採集した標本の漁獲位置情報から、当歳魚および1歳魚以上の漁獲位置を月ごとに比較した。また、2007-2017年の4-7月において当歳魚と1歳魚以上の個体が漁獲された場所の水深を月別に整理し、魚種ごとに Steel-Dwass 検定を用いて当歳魚の成長に伴う深場への移動の検証や1歳魚以上との水深の比較を行った。

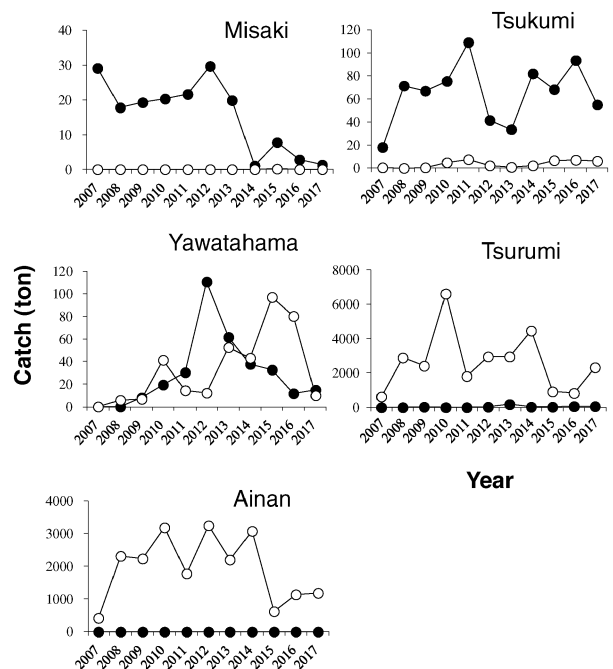
## 結 果

**魚種構成** 愛南市場において、2007-2017年のサバ類の年平均漁獲量ではほぼ全てがゴマサバ（まき網99.99%、釣り100%）であり、採集した標本（3360個体）でもゴマサバの割合が95.9%であった（Table 1）。鶴見市場でのゴマサバの割合は、まき網の漁獲量では98.6%であったが、釣りでは72.6%、採集した標本では58.5%であった。八幡浜市場でのゴマサバの割合は、まき網の漁獲量では52.6%、採集した標本では74.2%であった。三崎市場では、釣りの漁獲量の99.9%がマサバであった。津久見市場では、釣りとまき網の漁獲量に占めるマサバの割合がそれぞれ88.9%、95.1%であった。そのほか、宇和島市場では市場関係者による種判別はされていないが、採集した標本におけるゴマサバの割合は74.8%であった。

**水平的な出現様式** マサバが主に水揚げされた三崎市場および津久見市場では年間の漁獲量がほとんど100トン未満であったのに対し、ゴマサバが主に水揚げされた愛南市場および鶴見市場では年間の漁獲量が1000トン以上の場合が多かった（Fig. 2）。八幡浜市場ではマサバが優占する年とゴマサバが優占する年の両方がみら

**Table 1** Average annual catch and specimens of chub mackerel and spotted mackerel collected at each fish market from 2007 to 2017

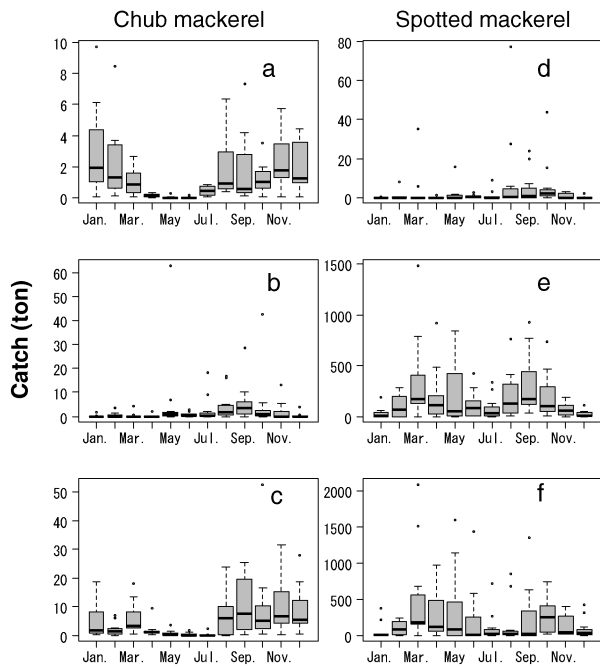
Fish market	Annual catch (metric ton)			Specimens (N of individuals)	
	Fishing gear	Chub mackerel	Spotted mackerel	Chub mackerel	Spotted mackerel
Misaki	Angling	16.47	0.02		
Yawatahama	Purse seine	29.79	33.03	24	69
	Angling	0.42	0.04		
Uwajima	Purse seine		386.84	646	1378
Ainan	Purse seine	0.14	1944.56	139	3221
	Angling	0.00	9.24		
Tsukumi	Purse seine	64.84	3.32		
	Angling	0.20	0.02		
Tsurumi	Purse seine	37.96	2624.82	1830	2582
	Angling	2.21	5.85		



**Fig. 2** Annual changes in the catch of chub mackerel and spotted mackerel. Solid and open circles indicate the catch of chub mackerel and spotted mackerel, respectively. Each panel shows the landings at each fish market.

れた。月別の水温と漁獲量の関係については、両種ともに明瞭な関係はみられなかったが（電子付録, Fig. S1）、9月の水温とマサバの漁獲量が有意な負の関係（ $r_s = -0.65$ ,  $p < 0.05$ ）、8月の水温とゴマサバの漁獲量が正の関係を示した（ $r_s = 0.66$ ,  $p < 0.05$ ）。

**季節的な出現様式** マサバ・ゴマサバのうち各市場の優占種、および八幡浜市場では両種を対象として、月別の漁獲量を整理した（Fig. 3）。マサバについては、三崎市場において8月から2月の中で漁獲量が最大に、4月

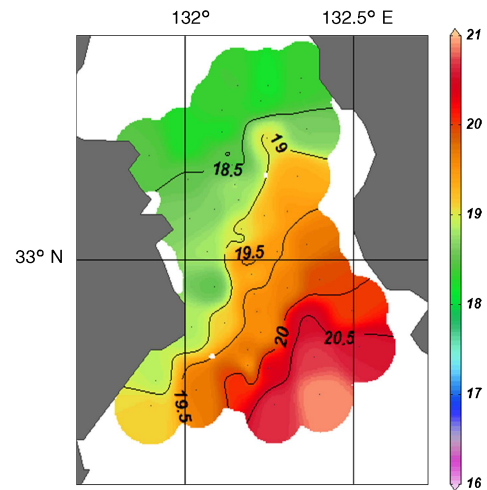


**Fig. 3** Seasonal changes in the catch of chub mackerel (a, b, c) and spotted mackerel (d, e, f) from 2007 to 2017. Each panel shows the landings at each fish market; a: Misaki, b and d: Yawatahama, c: Tsukumi, e: Ainan, and f: Tsurumi. Boxes show the 25% and 75% quartiles and median, dashed vertical bars show the maximum and minimum values, and open circles show outliers.

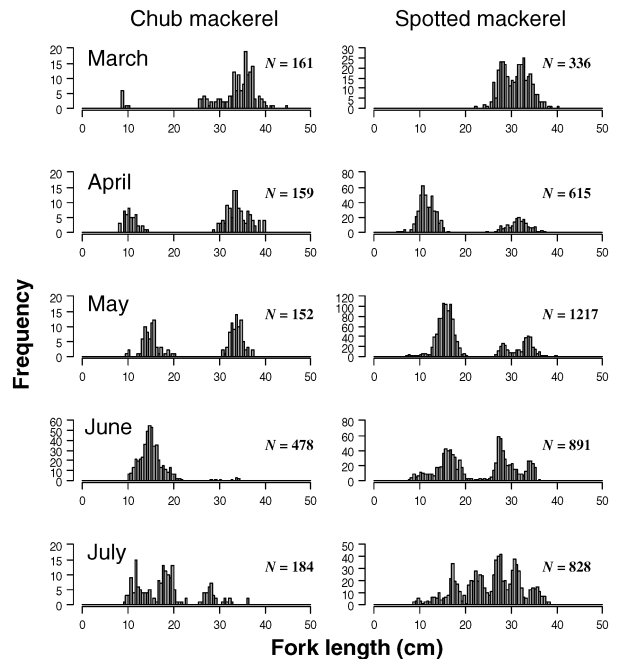
から7月にかけて最小になる傾向がみられた。津久見市場では、8-12月に漁獲量が最大になることが多く、2010, 2016, 2017年では、1-3月に漁獲量が増大し、月に10トン以上の水揚げを記録した。どの年も、5月から7月にかけて漁獲量が減少していた。八幡浜市場では、8-12月に漁獲量が最大になる傾向がみられたが、2012年では、7月に漁獲量が約18トンと最大値を記録した。ゴマサバについては、八幡浜市場ではマサバと同様に8-12月に漁獲量が最大となった。鶴見市場および愛南市場では、3-5月と8-10月に漁獲量が増大していた (Fig. 3)。いずれの市場でも12-1月は漁獲量が極めて少ない場合が多かった。

**豊後水道の水温分布** 2017年の年間平均水温は、大分県側の北緯約33°の地点で18.8°C、愛媛県側の同緯度の地点で19.7°Cであり、愛媛県側の方が高かった (Fig. 4)。年間平均水温は年によって変動するものの、2017年に限らず東高西低な水温分布の傾向がみられた (電子付録, Fig. S2)。この傾向は、特に3-6月において顕著であった (電子付録, Fig. S3)。

**年齢別の出現様式** 3-7月において、マサバでは尾叉長10-20 cmの当歳魚および尾叉長26-45 cmの1歳魚以上の出現が確認された (Fig. 5)。ゴマサバでは4月

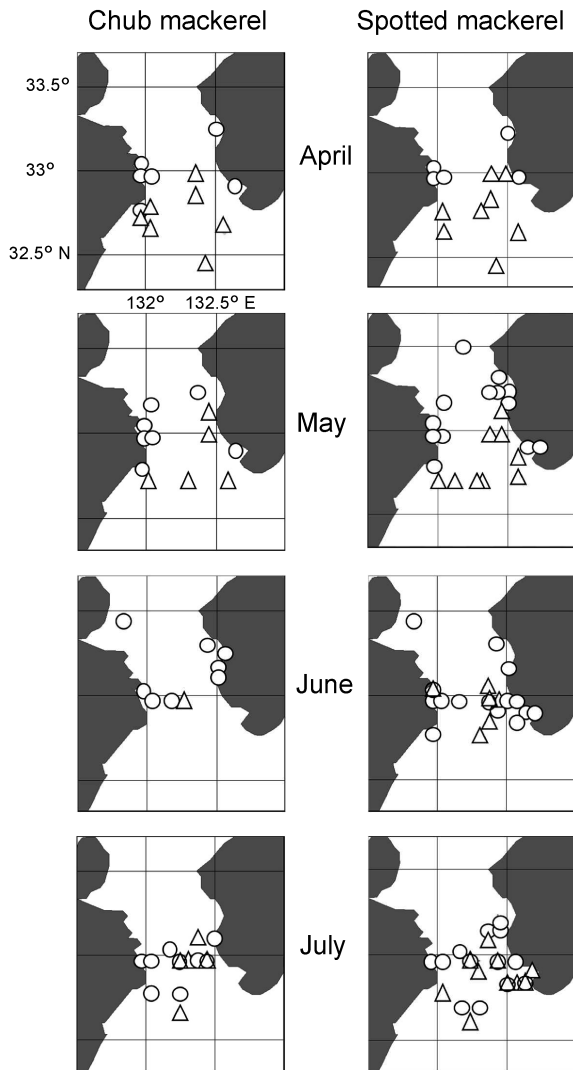


**Fig. 4** Average water temperature at the 50 m depth layer in the Bungo Channel in 2017.



**Fig. 5** Fork length distribution of chub mackerel and spotted mackerel from March to July. Data from 2007 to 2017 were pooled.

から7月にかけて尾叉長10-20 cmの個体が発見されており、主に22 cm以上の1歳魚以上の個体は全ての月で出現していた。7月になると、尾叉長20-30 cmの個体が増加し、当歳魚と1歳魚以上の境界が不明瞭となった (Fig. 5)。マサバ・ゴマサバともに確認された漁獲場所は当歳魚と1歳魚以上の間で異なっており、両種ともに4-6月では当歳魚が沿岸に近い場所に出現していた (Fig. 6)。7月になると、当歳魚が6月より沖合に出現していた。1歳魚以上の個体については、沿岸・沖

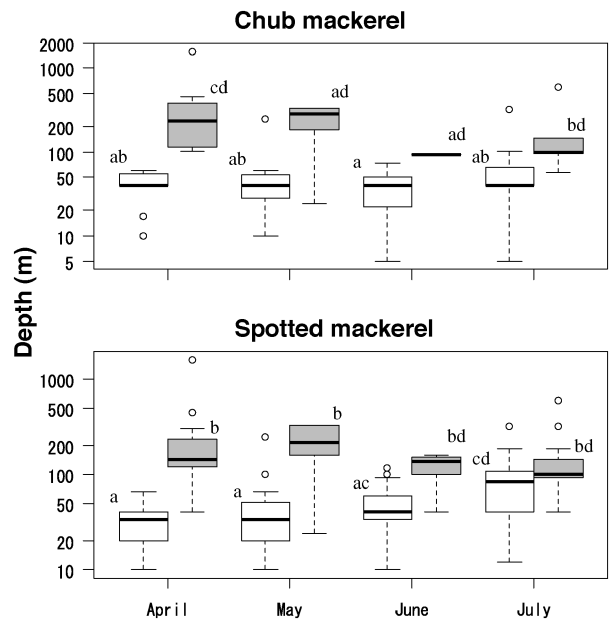


**Fig. 6** Locations of catch of 0-year-old fish and over-1-year-old fish from April to July. Circles and triangles show the locations at which 0-year-old fish and over-1-year-old fish were caught, respectively.

合の両方に出現していた。当歳魚と1歳魚以上の個体が漁獲された場所の水深は、マサバとゴマサバともに当歳魚の方が浅い傾向がみられたが、有意に異なっていたのはマサバでは4月、ゴマサバでは4-6月であった(Steel-Dwass検定,  $p < 0.05$ ; Fig. 7)。また、ゴマサバでは当歳魚の漁獲された場所の水深において、4-5月と7月の間で有意に異なった。

### 考 察

本研究により、ゴマサバ資源量の高水準期において、豊後水道の北部にはマサバ、南部にはゴマサバが主に出現することが明らかとなった。なお、南部の鶴見市場と愛南市場での漁獲量が、他の3つの市場よりも極めて多かったが、これは漁船数など漁業規模の違いによるも



**Fig. 7** Depths of fishing grounds for 0- and over-1-year-old fish from April to July. Open and gray boxes indicate 0- and over-1-year-old fish, respectively. A logarithmic scale is used on the y-axis. Different letters indicate significant differences between the groups (Steel-Dwass test,  $p < 0.05$ ). Boxes show the 25% and 75% quartiles and median, dashed vertical bars show the maximum and minimum values, and open circles show outliers.

のであり、水道中部や北部でサバ類が少ないとは限らない。水道中部でまき網船が操業する愛媛県の宇和島市場では、サバ類の漁獲量は愛南市場と同等であった。

マサバとゴマサバの水平分布において、水道東西での非対称性が見出された。大分県の津久見市場では年にかかわらずマサバが主体で漁獲されていたが、同緯度にある愛媛県の八幡浜市場ではゴマサバが多獲される年が多く、愛媛県側ではゴマサバが大分県側より北側にも出現することが示唆された。また、大分県南部の鶴見市場ではまき網の水揚げはほぼ全てゴマサバとなっていたが、釣りや採集した標本ではマサバが26%以上を占め(Table 1)、少なからずマサバが混入していたと考えられる。愛南市場ではそのような傾向がみられなかったことから、大分県側でよりマサバが南方まで出現していたと考えられる。八幡浜でのゴマサバの漁獲量が8月の水温と正の関係を示し、マサバの漁獲量が9月の水温と負の関係を示したことから、高い水温でゴマサバが、低い水温でマサバが漁場を形成しやすいことが示唆された。また、豊後水道の50 m水深の水温は、同緯度において、東高西低の傾向を示しており(Fig. 4, 電子付録, Figs. S2, S3)、東側でゴマサバ、西側でマサバが多く漁獲されていたことと対応していた。大分県側では瀬戸内

海水が南下して波及すること,<sup>14)</sup> 愛媛県側では黒潮の暖水が流入して水温が高くなることによって, このような水道内での水温の非対称性が生じると考えられる。

水道南北でのマサバとゴマサバの偏りは, 両種の水温の選好性を反映しているのかもしれない。ただし, 両種の産卵期や漁場形成にはこれまで明瞭な差異が報告されてこなかった。伊豆諸島周辺では, マサバは 16–20°C の条件で漁場が形成され, 水温が 22°C を超えると漁獲量が低下する<sup>15)</sup> 一方, ゴマサバでは水温が 13–23°C の場所で漁場が形成され,<sup>16)</sup> 漁場を形成する水温は種間で重複している。東シナ海～伊豆における産卵期は, ゴマサバでは 1–6 月,<sup>17,18)</sup> マサバでは 2–7 月であり,<sup>15,19)</sup> 重複している。しかし, ゴマサバはマサバよりも暖水性, 沖合性が強く,<sup>20)</sup> 東シナ海ではゴマサバの産卵場がマサバよりやや南方に偏ることが報告されている。<sup>21)</sup> 本研究でみられた水道内でのマサバとゴマサバの分布様式は, このような特性を支持していると考えられる。水温が種間での分布の違いにどのように影響しているのか, さらに明らかにしていく必要がある。また, 調査期間はゴマサバの高水準期であり, 黒潮に乗ってゴマサバが南方から来遊している影響もあると考えられる。黒潮上流部での種構成が, 豊後水道内での種構成に及ぼす影響も今後の課題である。

水温と分布の関係を調べる上では, 遊泳層の深度も考慮に入れる必要がある。伊豆周辺ではゴマサバは 50–100 m 層で遊泳していると考えられている。<sup>16)</sup> しかし, 時期によっては表層から 50 m までを頻りに鉛直移動する事例が観察されている。<sup>18)</sup> マサバでも日中は深場, 夜間は浅場を中心に 0–130 m を鉛直移動することが報告されている。<sup>22)</sup> また, ゴマサバでは尾叉長 10–15 cm では 5 m 層周辺に分布するが, 成魚は 20–90 m 層に分布し,<sup>23)</sup> 体サイズあるいは年齢によっても変化することが示唆されている。今後, このような情報を考慮して種間あるいは年齢間での分布と水温の関係を検討することが課題である。

マサバ・ゴマサバともに漁獲量は季節的に変化し, マサバでは 4–7 月に, ゴマサバでは 12–1 月に漁獲量が極めて低くなった (Fig. 3)。その要因は明らかではないが, 魚種ごとの移動を反映していることが考えられる。両種ともに大規模に移動する事例が標識放流から確認されており,<sup>24,25)</sup> 豊後水道の内外の移動も十分に考えられる。また, マアジ *Trachurus japonicus*<sup>9)</sup> のように稚魚が暖水の波及によって水道内に入り込むことも考えられる。豊後水道では急潮をはじめとした海況変化が漁況変動と密接に関連することが知られており,<sup>26–28)</sup> まき網ではこのような変動に対応して漁場にいる魚を漁獲するため, サバ類の漁獲量の季節変化において魚種の選択性の影響は小さいものと考えられる。種ごとの水道内外の移

動実態については今後の重要な課題である。

マサバでは 3 月から, ゴマサバでは 4 月から当歳魚と判断される尾叉長 10 cm 前後の個体が確認された。豊後水道におけるサバ類の産卵期は, 豊予海峡のマサバにおいて 3–7 月と推定されていることや,<sup>11)</sup> 大分県および愛媛県が行っている豊後水道の卵稚仔調査において, マサバでは 3–5 月, ゴマサバでは 3 月および 5 月に卵が採集されていることから,<sup>12,13)</sup> 両種の水道内における産卵期はおおむね 3–5 月であると推定される。マサバは飼育条件下において 1 ヶ月でおよそ 10 cm まで成長することから,<sup>29)</sup> 3–4 月に出現する尾叉長 10 cm 前後の当歳魚は 2–3 月以前に孵化したと考えられる。すなわち, これらは足摺岬等の他海域由来の個体であると考えられる。水道内での産卵もみられることから, 他海域で産卵された個体と豊後水道で産卵された個体が混在している可能性が高い。

両種の当歳魚は沿岸を中心に出現し (Fig. 6), 7 月になると沖合に分布を拡げる傾向がみられた。なお, 7 月では尾叉長での当歳魚と 1 歳魚の境界が不明瞭となり, 本研究で定めた境界 (マサバ 26 cm, ゴマサバ 22 cm) よりも大型の個体が当歳魚に含まれる可能性があるが, 当歳魚が 7 月に沖合の深場へ分布を拡げることに変わりはない。沖合へ分布を拡げる要因は不明であるが, 1 つの可能性として食物要求の変化が挙げられる。豊後水道では, 陸棚斜面から栄養塩に富んだ冷水の侵入によって, 沿岸域のプランクトン量が増加する。<sup>30)</sup> 一方, 大西洋カナリア諸島の周辺海域に生息しているマサバでは, 体長が大きくなるにつれて, 胃内容物における魚類の割合が高くなることが報告されている。<sup>31)</sup> したがって, 小型の個体は沿岸のプランクトンを中心に捕食し, 成長するにしたがって沖合の魚類を捕食するために分布が沖合側へ移る可能性が考えられる。そのほか, 沖合への進出は, 体長が大きくなるにつれて遊泳層が深くなること<sup>23)</sup> に対応している可能性や, 水道外から来遊してきた当歳魚の群が沖合に多く分布して漁獲されている可能性も考えられる。

本研究ではゴマサバの資源水準が高かった年代を中心に分布を解析した。今後はマサバの資源水準が高い場合にどのように分布が種間で異なるのかを調べていく必要がある。

## 謝 辞

本論文をまとめるに当たり, ご協力いただいた愛媛県, 大分県, 広島大学の関係者に厚くお礼申し上げます。原稿に有益な助言をいただいた 2 名の査読者に感謝申し上げます。使用した標本の一部は, 水産庁委託事業「我が国周辺水産資源調査・評価等推進事業」において収集されたものである。

## 文 献

- 1) 由上龍嗣, 西嶋翔太, 井須小羊子, 渡邊千夏子, 上村泰洋, 古市 生. 平成 30 (2018) 年度マサバ太平洋系群の資源評価. 平成 30 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構, 東京. 2019; 163-208.
- 2) Hashimoto M, Nishijima S, Yukami R, Watanabe C, Kamimura Y, Furuichi S, Ichinokawa M, Okamura H. Spatiotemporal dynamics of the Pacific chub mackerel revealed by standardized abundance indices. *Fish. Res.* 2019; **219**: 105315.
- 3) 由上龍嗣, 井須小羊子, 渡邊千夏子, 上村泰洋, 古市生. 平成 30(2018)年度ゴマサバ太平洋系群の資源評価. 平成 30 年度我が国周辺水域の漁業資源評価, 水産庁増殖推進部・国立研究開発法人水産研究・教育機構, 東京. 2019; 248-278.
- 4) 川端 淳, 中神正康, 巢山 哲, 西田 宏, 渡邊千夏子. 北西太平洋における近年のゴマサバ資源の増加と 1 歳魚以上の分布, 回遊. 黒潮の資源海洋研究 2008; **9**: 61-66.
- 5) Sassa C, Tsukamoto Y. Distribution and growth of *Scomber japonicus* and *S. australasicus* larvae in the southern East China Sea in response to oceanographic conditions. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2010; **419**: 185-199.
- 6) 能津純治. 日向灘を中心としたサバの魚群生態と漁場形成. 水産海洋研究会報 1980; **36**: 50-53.
- 7) 堀江ひかり. 資源評価調査事業—主要浮魚類の漁況・漁場予測の高度化—. 平成 29 年度宮崎県水産試験場事業報告書 2019; 35-39.
- 8) 福元亨介. 薩南海域における近年春季のマサバ漁獲量増加現象. 黒潮の資源海洋研究 2018; **19**: 59-62.
- 9) 橋田大輔, 武智昭彦, 富山 毅. 宇和海におけるマアジ稚魚の来遊と暖水流入の関連. 水産海洋研究 2017; **81**: 1-13.
- 10) 中坊徹次, 土居内 龍. サバ科. 「日本産魚類検索 全種の同定 第三版」(中坊徹次編) 東海大学出版会, 東京. 2013; 1648-1654.
- 11) 山田英俊, 尾上静正, 真田康広. 豊予海峡周辺海域におけるマサバの産卵期. 黒潮の資源海洋研究 2009; **10**: 105-109.
- 12) 中尾拓貴, 横山純一, 竹尻浩平. 2017 年~2018 年春季の豊後水道西部海域(大分県沿岸域)における主要小型浮魚類卵・仔魚の出現状況. 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研究報告 2018; **38**: 13-16.
- 13) 橋田大輔. 2017 年~2018 年春季の豊後水道東部海域(愛媛県沿岸域)における主要小型浮魚類卵・仔魚の出現状況. 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研究報告 2018; **38**: 38-42.
- 14) 藤原建紀. 瀬戸内海の水温・塩分と海況変動. 「瀬戸内海の気象と海象」海洋気象学会, 神戸. 2013; 37-61.
- 15) 岡部 久, 岩田静夫, 渡邊精一. 伊豆諸島海域におけるマサバの漁場間移動と海況変動および成熟の関わり. 水産海洋研究 2009; **73**: 1-7.
- 16) 平井一行. 伊豆諸島海域におけるゴマサバの漁場形成と水温. 水産海洋研究 1999; **63**: 199-204.
- 17) Tanoue T, Kurata Y, Tokudome Y. On the spawning-season of the mackerel, *Pneumatophorus tapeinocephalus*, Bleeker in three different regions, East China Sea, Satsunan and Izu. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1960; **26**: 277-283 (in Japanese with English abstract).
- 18) 梨田一也, 三谷 勇. 足摺岬周辺海域のゴマサバの成熟と水温. 水産総合研究センター研究報告 2006; 別冊 4: 119-124.
- 19) 村山 司, 三谷 勇, 青木一郎. 卵巣成熟度及び卵巣組織像に基づくマサバ太平洋系群の産卵期の推定. 水産海洋研究 1995; **59**: 11-17.
- 20) 落合 明, 田中 克. ゴマサバ. 「新版魚類学(下)改訂版」恒星社厚生閣, 東京. 1998; 844-855.
- 21) Yukami R, Ohshimo S, Yoda M, Hiyama Y. Estimation of the spawning grounds of chub mackerel *Scomber japonicus* and spotted mackerel *Scomber australasicus* in the East China Sea based on catch statistics and biometric data. *Fish. Sci.* 2009; **75**: 167-174.
- 22) Yasuda T, Nagano N, Kitano H. Diel vertical migration of chub mackerel: preliminary evidence from a biologging study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2018; **598**: 147-151.
- 23) Tanoue T. Studies on the seasonal migration and reproduction of the spotted mackerel, *Pneumatophorus tapeinocephalus* (Bleeker). *Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ.* 1966; **15**: 91-175.
- 24) Usami S, Matsushita Y. The movement of the Pacific sub-population adult mackerel characteristics of their movements as viewed from tagging experiments during 1950-1968. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1974; **40**: 1083-1097 (in Japanese with English abstract).
- 25) 梨田一也, 本多 仁, 阪地英男, 三谷卓美, 平井一行, 上原伸二. 足摺岬周辺及び伊豆諸島海域で実施した標識放流調査によるゴマサバの移動・回遊. 水産研究センター研究報告 2006; **17**: 1-15.
- 26) 花岡藤雄. 南西海区のまき網漁場における短期の海況変動と漁況について. 南西海区水産研究所研究報告 1972; **5**: 11-24.
- 27) 稲井大典. 豊後水道東部海域におけるマアジ当歳魚の漁獲と水温との関係について. 黒潮の資源海洋研究 2002; **3**: 47-51.
- 28) 金 熙容, 稲井大典, 兼田敦志, 武岡英隆. 豊後水道における海洋環境とマアジの漁獲変動特性. 水産海洋研究 2007; **71**: 1-8.
- 29) 村田 修, 山本眞司, 石橋 亮, 岡 佑介, 米島久司, 家戸敬太郎, 宮下 盛, 熊井英水. マサバ養成親魚の自然産卵と卵発生および仔稚魚飼育. 水産増殖 2005; **53**: 319-324.
- 30) 速水祐一, 兼田淳史, 小濱 剛, 中野伸一, 武岡英隆. 豊後水道における外洋起源栄養塩の供給機構とその生態系への影響. 沿岸海洋研究 2006; **43**: 143-149.
- 31) Castro JJ. Feeding ecology of chub mackerel *Scomber japonicus* in the Canary Islands area, *South Afr. J. Mar. Sci.* 1993; **13**: 323-328.