

天皇海山海域におけるゴマサバの生物学的特性

上村泰洋^{1†}, 川端 淳², 米崎史郎³,
高橋正知⁴, 由上龍嗣¹, 渡邊千夏子¹

The biological traits of spotted mackerel *Scomber australasicus* in the Emperor Seamounts

Yasuhiro KAMIMURA^{1†}, Atsushi KAWABATA², Shiroh YONEZAKI³,
Masanori TAKAHASHI⁴, Ryuji YUKAMI¹ and Chikako WATANABE¹

2008–2015年に中部太平洋に位置する天皇海山海域において、遠洋底曳き網漁で漁獲されたゴマサバの年齢、成長、成熟、食性を調査した。漁獲物標本の尾叉長範囲は211.1–443.5 mmFLであった。鱗による年齢査定により、年齢範囲は0–9歳と推定された。年齢と尾叉長の関係から求めたvon Bertalanffyの成長式は、 $FL_t = 432.7 \times (1 - \exp(-0.24(t+2.59)))$ であった。GSIの季節変化から推定された産卵期間は3–7月であった。胃内容物解析を行ったところ、オキアミ類、イカ類、有殻翼足類、サルバ科、ヒカリボヤ科、魚類の出現頻度が高かった。本海域で漁獲されたゴマサバの多くは2008年級群で構成されており、その他の年級群の顕著な加入は認められなかった。2008年に伊豆諸島の八丈島以南の海域で産卵量が多かったことが明らかとなっていることから、この海域において産卵された個体が黒潮、黒潮統流によって天皇海山海域に輸送されたと考えられた。

Age, growth, maturity and food habits of spotted mackerel *Scomber australasicus* caught at the Emperor Seamounts from 2008 to 2015 by bottom trawl fishing vessels were examined. Fork length (FL) ranged from 211.1 to 443.5 mmFL. Ages were estimated from 0–9 years by scale reading. The von Bertalanffy growth formula based on the age-FL relationship was expressed as $FL_t = 432.7 \times (1 - \exp(-0.24(t+2.59)))$, where FL_t is the FL (mm) at t (year). Seasonal changes in the gonad-somatic index suggested that the spawning period extended from March to July. Stomach contents analysis showed that the major prey organisms were Euphausiidae, Decapodiformes, Thecosomata, Salpidae, Pyrosomatidae and Piscese. The year-class in 2008 was the most dominant and clear recruitments of other year-classes were not found. Since previous surveys reported high egg production of spotted mackerel around southern waters off Hachijo-jima in the Izu islands in 2008, it is likely that individuals spawned in these waters were transported to the Emperor Seamounts by the Kuroshio and Kuroshio Extension.

Key words: spotted mackerel, growth, mature, food habit, Emperor Seamounts

2016年7月4日受付、2016年11月21日受理

¹ 国立研究開発法人水産研究・教育機構中央水産研究所資源管理研究センター、〒236-8648 神奈川県横浜市金沢区福浦2-12-4 Research Center for Fisheries Management, National Research Institute of Fisheries Science, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4 Fukuura, Kanazawa, Yokohama, Kanagawa 236-8648, Japan

² 水産庁増殖推進部漁場資源課、〒100-8907 東京都千代田区霞が関1-2-1 Resources and Environment Research Division, Resources Enhancement Promotion Department, Fisheries Agency, 1-2-1 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8907, Japan

³ 国立研究開発法人水産研究・教育機構国際水産資源研究所外洋資源部、〒236-8648 神奈川県横浜市金沢区福浦2-12-4 Oceanic Resources Division, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-12-4 Fukuura, Kanazawa, Yokohama, Kanagawa 236-8648, Japan

⁴ 国立研究開発法人水産研究・教育機構瀬戸内海区水産研究所資源生産部、〒739-0452 広島県廿日市市丸石2-17-5 Research Center for Environmental Conservation, National Research Institute of Fisheries and Environmental of Inland Sea, Japan Fisheries Research and Education Agency, 2-17-5 Maruishi, Hatsukaichi-shi, Hiroshima 739-0452, Japan

† yasukami@affrc.go.jp

はじめに

サバ属魚類は、世界の水産物の中でもトップクラスの漁獲量を誇る多獲性小型浮魚類であり (FAO, 2014), 日本列島周辺海域では、マサバ *Scomber japonicus* とゴマサバ *S. australasicus* が漁獲、消費されている。マサバの主分布域は、日本沿岸～フィリピン諸島、カリフォルニア海域、ハワイ諸島などの北太平洋海域であるが、ゴマサバの分布域は、日本沿岸～フィリピン諸島、ニューギニア島、オーストラリア沿岸、ニュージーランド、メキシコ太平洋沖、アラビア半島とマサバよりも南方域まで広がっている (中坊・土居内, 2013)。日本列島沿岸域を主産卵場とするマサバの生態学的知見は比較的多く、分布域、成長、成熟、産卵、漁獲状況の変化と資源量・加入量変動の関係がまとめられている (渡部, 1970; Kawai et al., 2002; 渡邊, 2010; 渡邊ほか, 2012; Kamimura et al., 2015)。一方、ゴマサバについては、東シナ海、薩南、高知県沖、伊豆諸島周辺海域、オーストラリア沿岸において、移動・回遊 (目黒ほか, 2002; 梨田ほか, 2006)、成熟・産卵状況 (田ノ上ほか, 1960; 加藤・渡邊, 2002; 梨田・三谷, 2006; Rogers et al., 2009; Yukami et al., 2009)、仔稚魚の出現 (田ノ上・玉利, 1960; 田ノ上, 1961; Neira and Keane, 2008; Sassa and Tsukamoto, 2010)、年齢と成長に関する知見 (Stewart and Ferrell, 2001; 渡邊ほか, 2002) が報告されているものの、それらの情報は断片的である。

日本では、TAC (Total Allowable Catch) 法により1997年からゴマサバの資源量推定と資源管理が実施されている。平成27年度資源評価報告書 (黒田ほか, 2015; 由上ほか, 2015) によると、2014年漁期 (2014年7月～2015年8月) におけるゴマサバの資源量は、太平洋系群では79.1万トン、東シナ海系群では11.2万トンと推定された (Fig. 1)。1995年以降の太平洋系群の加入尾数は、529–3,091百万尾で推移し、2004年と2009年に卓越年級群が発生したと考えられている。一方、東シナ海系群の加入尾数は145–553万尾と比較的安定している。

東経165–179°、北緯30–55°の中部太平洋に連なる海山群は、天皇海山列と呼ばれ、海山周辺の水深300–500 mの海域において、1960年代から日本漁船による遠洋底曳き網漁業や遠洋底刺し網漁業が行われてきた海域である (Fig. 2)。これらの漁業に対しては、北太平洋漁業資源保存条約 (NPFC) の暫定管理措置として、科学オブザーバーによるデータ収集が行われている。天皇海山海域における日本漁船による漁獲物と漁獲量をまとめた研究 (柳本, 2004) によれば、1969–2002年の期間の本海域における主要漁獲物は、クサカリツボダイ *Pentaceros wheeleri*、キンメダイ *Beryx splendens*、オオメマトウダイ *Allocyttus folletti* であった。その後、継続された調査によると、2009年以降、漁獲物データにサバ属魚類が見られるようになり、顕著に漁獲量の増加がみられたことから、本研究で漁獲物を精査

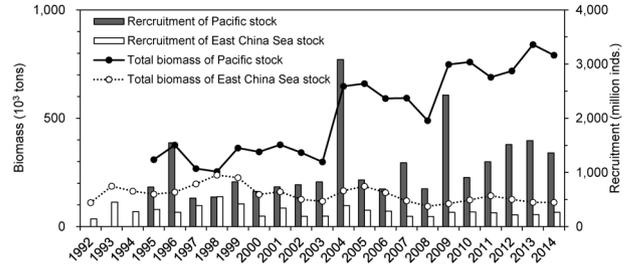


Figure 1. Total biomass and recruitment of spotted mackerel *Scomber australasicus* for the Pacific stock and East China Sea stock (after Kurota et al., 2015; Yukami et al., 2015).

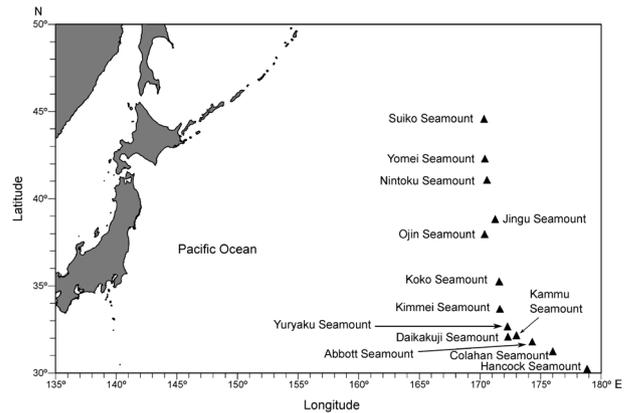


Figure 2. Map showing location of the Emperor Seamounts. Specimens were collected at Koko Seamount, Yuryaku Seamount and Kammu Seamount.

した。

本研究では、ゴマサバの成長、成熟、食性、回遊情報などの生態学的知見の蓄積と天皇海山海域に出現したゴマサバの由来海域を明らかにすることを目的に、当海域で漁獲されたゴマサバの年齢と尾叉長 (Fork Length: FL) の関係、生殖腺重量指数 (gonad-somatic index: GSI) の季節変化、胃内容物解析の結果を報告するとともに、他海域の知見と比較して生物学的特性を考察した。

材料と方法

標本魚

2008–2015年に、天皇海山列の光孝海山、雄略海山、桓武海山周辺の水深300–500 mの海域で、遠洋底曳き網によって漁獲されたサバ属魚類を供試魚とした (Table 1)。全操業船の操業ごとのサバ属漁獲量の記録と漁獲物の抽出および冷凍保存を科学オブザーバーに依頼し、漁業情報と標本の収集を行った。漁獲物標本の抽出は、一回の操業で漁獲されたサバ属魚類のうち最大50尾とした。研究室で、中坊・土居内 (2013) に従いサバ属魚類の種同定を行った。各漁獲地点の最大50尾について、尾叉長を0.1 mm単位、

Table 1. Number of individuals (*N*) and range of fork length of chub mackerel *Scomber japonicus* and spotted mackerel *S. australasicus* collected in the Emperor Seamounts from 2008 to 2015.

Year	Month	<i>S. japonicus</i>		<i>S. australasicus</i>				
		<i>N</i>	Fork length (mm)	<i>N</i>	Fork length (mm)	<i>N</i> used for growth and GSI analysis		
						Male	Female	Unidentified
2008	Oct.	0		1	323.6	0	0	1
	Nov.	0		3	216.2–223.6	0	0	3
	Dec.	0		4	375.6–382.7	4	0	0
2009	June	14	258.3–395.5	35	225.6–420.0	12	12	11
	July	7	253.9–363.3	24	225.8–378.2	0	2	22
	Aug.	0		0		0	0	0
2010	Sep.	3	367.0–376.4	8	268.6–392.9	0	4	4
	Oct.	5	251.4–368.4	70	233.8–400.6	0	7	63
	Feb.	3	366.7–405.4	24	368.5–395.8	13	11	0
2011	Mar.	0		193	236.9–387.8	2	63	86
	Apr.	4	291.6–305.1	67	265.4–306.6	1	37	29
	May	2	307.7–373.7	10	345.8–389.9	1	3	6
2012	Apr.	0		23	269.0–335.2	5	13	5
	May	0		6	270.3–390.4	4	2	0
2013	Jan.	2	323.4–402.3	60	303.8–415.2	19	30	11
	Apr.	4	337.0–354.8	110	291.0–410.1	57	49	4
	May	1	337.6	55	295.7–422.7	26	27	2
2014	Feb.	0		64	331.8–439.6	6	4	0
	Mar.	0		24	361.8–428.2	8	2	0
	Apr.	0		109	306.6–388.0	21	9	0
	May	1	367.5	52	305.8–407.2	10	10	0
	June	3	360.6–405.8	118	324.2–421.5	26	24	0
	July	1	402.3	24	350.5–414.1	5	5	0
	Aug.	3	362.5–394.1	329	333.5–435.1	28	42	0
	Sep.	2	377.4, 400.4	258	337.9–420.9	28	49	3
	Oct.	0		151	343.7–438.3	24	16	0
	Mar.	0		72	248.4–391.3	21	8	1
2015	Apr.	29	227.4–406.9	328	241.7–431.0	48	47	13
	May	13	235.9–394.9	165	211.1–435.0	30	30	7
	June	26	282.3–390.2	384	250.9–443.5	74	63	5
	July	5	362.4–385.3	236	288.2–433.4	44	42	2
	Aug.	10	355.5–403.7	92	351.2–419.8	17	19	0
	Sep.	0		25	358.6–411.0	7	3	0
	Oct.	13	353.0–390.4	60	355.5–411.0	7	10	9
Total	May	2	379.4, 395.2	37	350.2–408.5	5	4	0
	June	1	392	22	360.6–410.5	6	4	0
Total		154	227.4–406.9	3,243	211.1–443.5	559	651	287

体重, 生殖腺重量を0.01 g単位で記録し, 尾叉長と体重の関係式を求めた。

年齢査定と成長式の推定

種同定の結果ゴマサバと判定された個体の胸鰭周辺から鱗を採取し, 深代(1987)に基づき年齢査定を実施した。深代(1987)は, ゴマサバの鱗の輪紋形成期を産卵期にあたる3–7月としている。本研究で推定されたゴマサバの産卵

期も, 3–7月であったことから, 5月1日を基準日として年齢を加齢した。光学顕微鏡下で投下光を照射し, 輪紋数を計数した。成長式の推定に用いた年齢 t は次式により求めた。

$$t = A_t + (M - 5) / 12 \quad (1)$$

A_t は観察された輪紋数, M は漁獲月を示す.

成長式は, von Bertalanffy の成長式より求めた. 年齢と体長データから, 最小二乗法による成長式へのあてはめを行った.

$$FL_t = FL_{\infty} \times (1 - \exp(-K(t - t_0))) \quad (2)$$

FL_t は年齢 t のときの尾叉長, FL_{∞} は極限尾叉長, K は成長係数, t_0 は変曲点を示す.

R 3.0.2 (The R Foundation for Statistical Computing) を用いて, von Bertalanffy の成長式を雌雄それぞれについて求め, 赤嶺 (2007) に従い F 検定により成長式の雌雄差の有無を検討した.

GSIの季節変化と胃内容物解析

生殖腺の観察によって雌雄判別を行い, 成熟時期を把握するため, 以下の式から GSI を求めた.

$$GSI = GW/BW \times 100 \quad (3)$$

GW は生殖腺重量, BW は体重を示す.

各漁獲地点につき最大 50 尾の胃内容物解析を行った. 肉眼または実体顕微鏡下で, 外部形態から分類学上の目を基準に分類を行ったが, 不可能なものは門, 綱までとし, 魚類などの一部は下位の分類群まで同定した. 消化が進んだ魚類は, 不明魚として扱った. 解析個体数に対する胃内容物種類ごとの出現率の百分率を求めて, 出現頻度 (% F) とした.

結 果

漁獲されたサバ属魚類の漁獲量と種組成

天皇海山海域で行われた遠洋底曳き網漁業によるサバ属魚類の漁獲量は, 科学オブザーバーにより 2009–2015 年の間記録されていた. 2009 年の漁獲量は 1.7 トンと漁獲量は僅かであったが, その後 2010 年 (40.2 トン), 2011 年 (40.8 トン) と漁獲量は増加した. 2012 年は 6.7 トンと一時的に減少したものの, 2013 年の漁獲量は 922 トン, 2014 年には 1,269 トンと顕著に増加し, 2015 年は 42 トンと再び減少した. 漁獲月は年によって異なるもののおおむね春季～秋季が多かった (Table 1). サバ属魚類標本の種同定の結果, 154 個体がマサバ (227.4–406.9 mm FL), 3,243 個体がゴマサバで, 月別の割合ではゴマサバが 83–100% と優占していた (Table 1).

ゴマサバの尾叉長-体重関係

採集されたゴマサバの尾叉長-体重関係を Fig. 3 に示す. ゴマサバ標本の最小体重 (尾叉長) は 84.0 g (211.1 mm FL), 最大体重は 1330.5 g (443.5 mm FL) であった. 関係式は次式で表された.

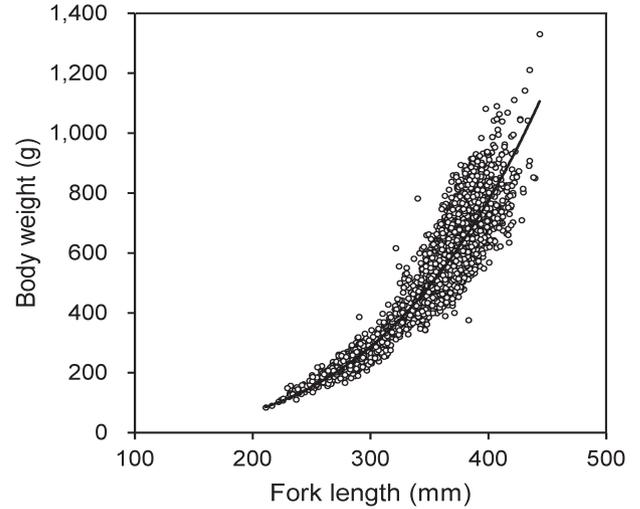


Figure 3. Relationship between body weight (BW) and fork length (FL) of spotted mackerel *Scomber australasicus* from the Emperor Seamounts. The regression line expressed by $BW = 8.34 \times 10^{-7} FL^{3.45}$ ($r^2 = 0.91$, $p < 0.001$, $N = 3,243$).

$$BW = 8.34 \times 10^{-7} FL^{3.45} \quad (r^2 = 0.91, p < 0.001, N = 3,243) \quad (4)$$

尾叉長組成と年級群組成

2008 年に漁獲されたゴマサバの尾叉長範囲は 216.2–382.7 mm FL であったが, 標本数は少なかった (Fig. 4, Table 1). 2009 年は 250.0–259.9 mm FL と 380.0–389.9 mm FL, 2010 年は 280.0–289.9 mm FL と 370.0–379.9 mm FL にモードがみられた (Fig. 4). 2011 年以降, 尾叉長組成は単峰形を示すようになり, 2011 年のモードは 320.0–329.9 mm FL, 2012 年は 340.0–349.9 mm FL, 2013 年は 360.0–369.9 mm FL であった. (Fig. 4). 2014 年は 270.0–279.9 mm FL と 370.0–379.9 mm FL にモードがみられたが, 2015 年になると組成は 380.0–389.9 mm FL にモードを持つ単峰形となった (Fig. 4).

年齢査定の結果, 漁獲されたゴマサバの年齢は 0–9 歳であった. 年級群組成を漁獲年別に図示した (Fig. 5). 2008, 2009 年に漁獲されたゴマサバは, 2003 年級群と 2008 年級群が主体であったが, 2010–2014 年は 56–85% を 2008 年級群が占めた. 2015 年も個体数は少ないものの 42% が 2008 年級群であった.

成長式

各個体の年齢と尾叉長から推定された雌雄別の von Bertalanffy の成長式は次式で表された.

$$\text{雄} : FL_t = 480.1 \times (1 - \exp(-0.14(t + 5.06))), N = 524 \quad (5)$$

$$\text{雌} : FL_t = 467.6 \times (1 - \exp(-0.17(t + 3.87))), N = 563 \quad (6)$$

F 検定により成長式の雌雄差の有無を検定したところ, 有

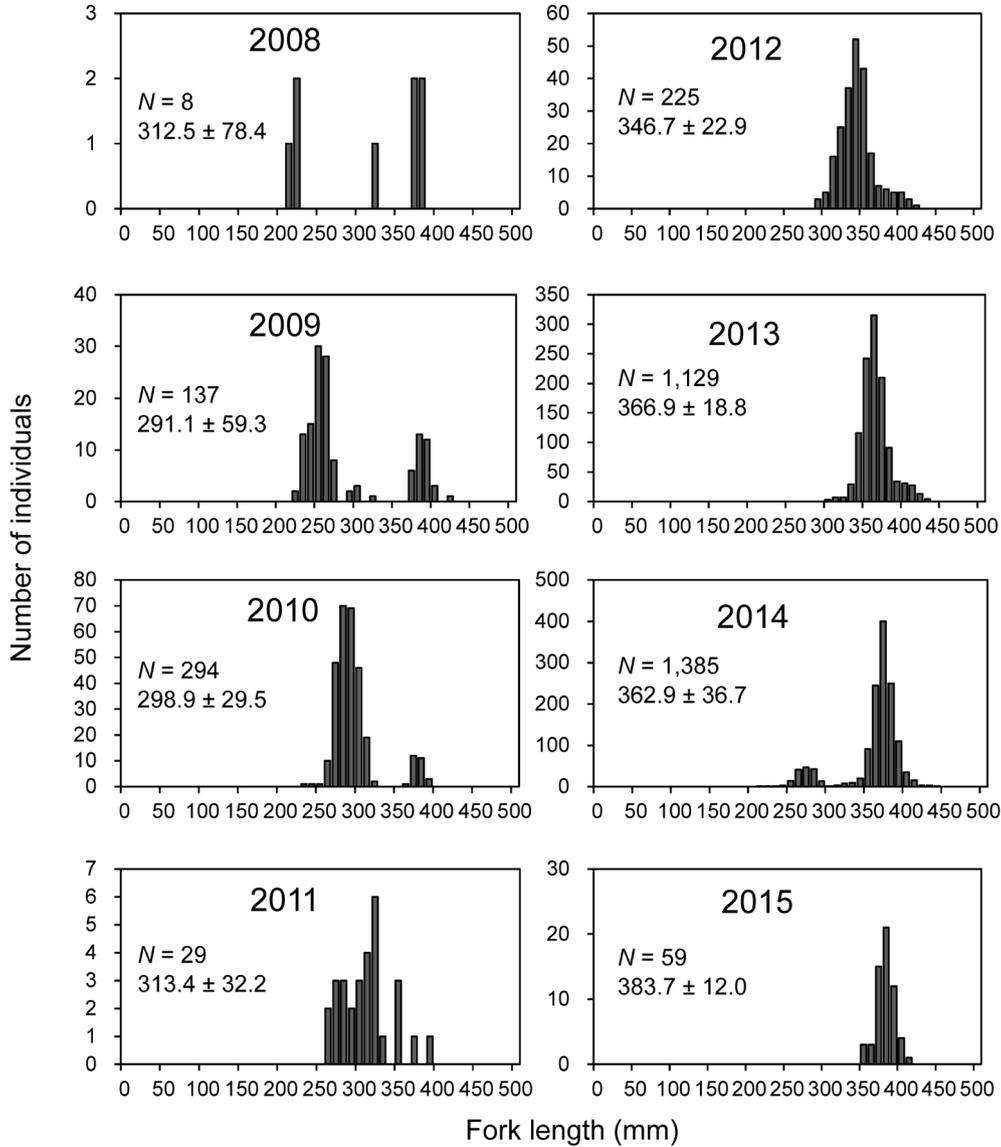


Figure 4. Fork length (FL) distributions of spotted mackerel *Scomber australasicus* collected in the Emperor Seamounts from 2008 to 2015. The sample size and mean FL±standard deviation are indicated for each year.

意差は認められなかった ($F=2.45, p=0.06$) ことから, 未成熟個体を含む年齢査定を行った全個体を用いて成長式を求めた (Fig. 6).

$$\text{全個体: } FL_t = 432.7 \times (1 - \exp(-0.24(t + 2.59))), N = 1,270 \quad (7)$$

成長式から各年齢時の尾叉長を推定したところ, 満1歳で 250 mmFL, 2歳で 289 mmFL, 3歳で 320 mmFL, 4歳で 344 mmFL, 5歳で 363 mmFL, 6歳で 378 mmFL, 7歳で 389 mmFL, 8歳で 399 mmFLであった (Fig. 6).

GSIの季節変化

雌雄別に求めたGSIの平均値の月別の変化を Fig. 7に, 解

析個体数を Table 1に示す. すべての年で1,2月と8-12月のGSIは1.0以下であった. 冬季を除いて標本が各月揃った2013年と2014年を見ると, 2013年は雌雄とも4月から, 2013年は雌雄とも3月から上昇した. 2013年は5,6月に雌雄のGSIが6を超え, 2014年は4-6月にGSIが7を超えて推移した. 7月になるとGSIは低下し, 8月以降1.0以下となった. ほかの年についても, おおむね春季から夏季の期間にGSIが上昇していた. また, 生殖腺観察の結果, GSIの高かった時期には, 卵巣内に吸水した透明卵を有する個体が認められた.

食性

胃内容物解析の結果, 甲殻類, 軟体動物門, 多毛類, 線形動物門, 刺胞動物門, ナマコ類, タリア類, 魚類, 砂泥な

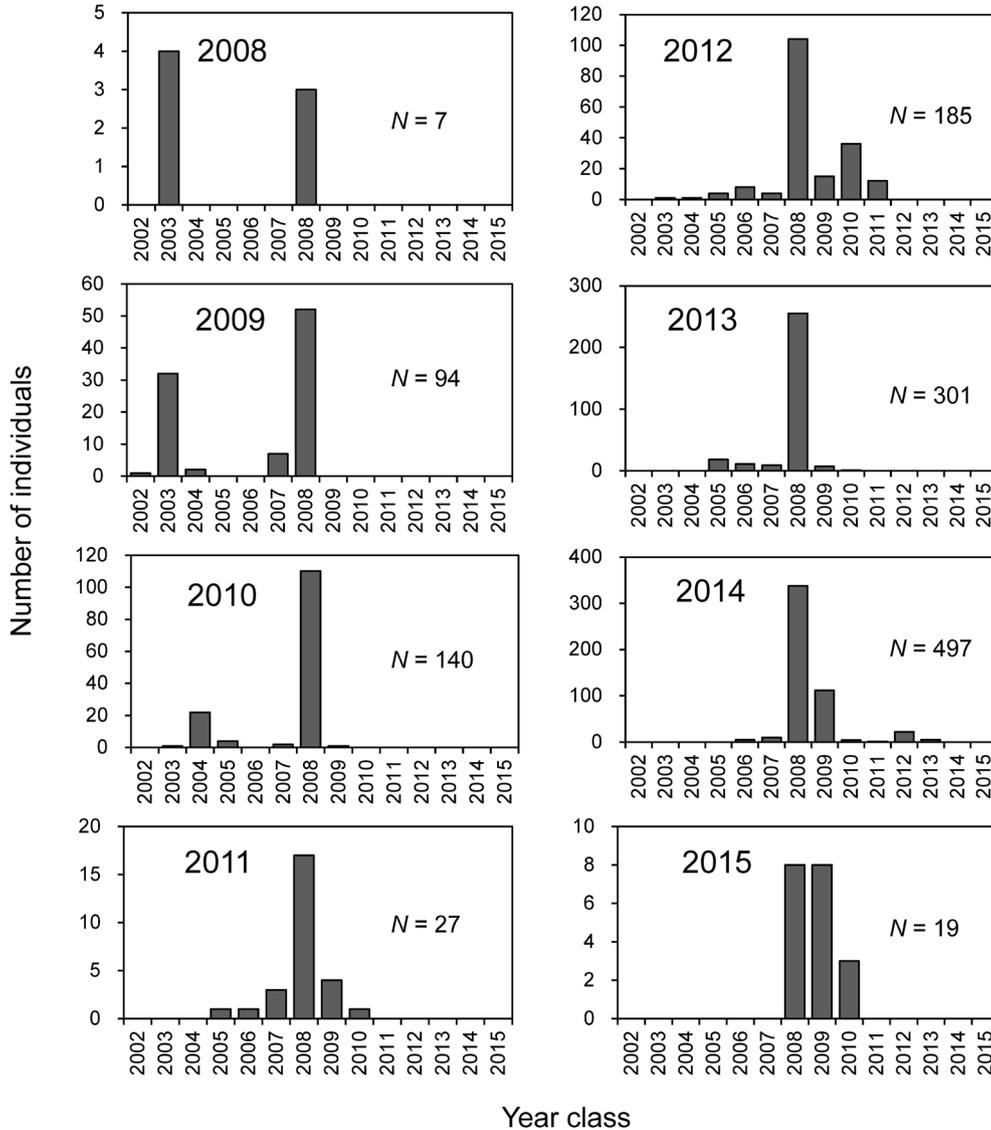


Figure 5. Year class distributions of spotted mackerel *Scomber australasicus* collected in the Emperor Seamounts from 2008 to 2015. The sample size is indicated for each year.

どが確認された。なかでも、オキアミ類、イカ類、有殻翼足類、サルパ科、ヒカリボヤ科、魚類の出現頻度が比較的高かった (Table 2)。また、砂泥が6.9–75.0%と2011年を除いて高頻度で出現した。2011年は多毛類の出現頻度が20.7%、2014年と2015年はハダカイワシ科魚類の出現頻度が、10.4%、15.8%と高い値を示した。

考察

天皇海山海域で漁獲されたゴマサバの由来海域

2008–2015年に天皇海山海域で漁獲されたサバ属魚類の多くがゴマサバであった。当海域では、1979–1982年にソビエト連邦の漁船によってマサバが漁獲された報告はあるが (Clark et al., 2007)、ゴマサバの漁獲情報は報告されてな

い。また、2008–2015年に天皇海山海域で漁獲されたゴマサバの尾叉長組成と年齢査定結果から、漁獲物の多くが2008年級群によって構成されており、その間、顕著な新規加入個体は認められなかった。日本周辺海域における2008年級群のゴマサバの加入尾数は、太平洋系群が700億尾、東シナ海系群が188億尾と推定されており、他の年と比較して年級群豊度は高くなかった (Fig. 1) ことから、年級群豊度の高さが分布の拡大に寄与したとは考えにくい。ベリヤーエフ (1985) は、伊豆諸島周辺など日本列島沿岸海域で産卵されたマサバの卵、仔稚魚が、黒潮や黒潮続流により天皇海山海域まで輸送され生残する可能性があること、また、幼魚の継続的加入がない場合、長い期間存在することのできない従属的年級群または疑似年級群を形成す

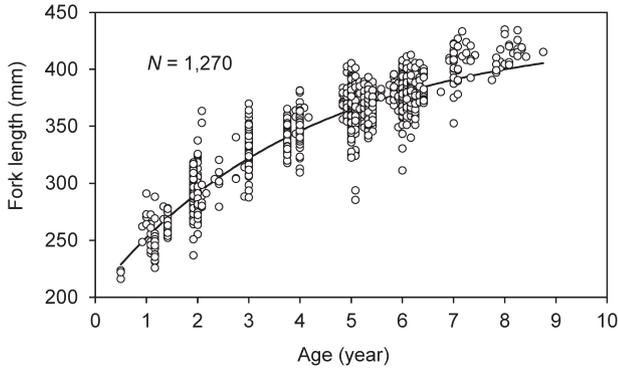


Figure 6. Relationship between fork length (FL) and age of spotted mackerel *Scomber australasicus* from the Emperor Seamounts. Von Bertalanffy growth formula (sexes combined) was fitted ($FL_t = 432.7 \times (1 - \exp(-0.24(t + 2.59)))$), $N = 1,270$).

る可能性があることを指摘している。日本列島太平洋岸のゴマサバの産卵状況を確認するため、平成21–27年度中央ブロック卵・稚仔、プランクトン調査研究担当者協議会研究報告(久保田ほか, 2009; 高須賀ほか, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015)を参照した。2008–2015年のゴマサバの月別大海区別産卵量推定結果によれば、2008年4月に伊豆諸島の八丈島以南の海域において、黒潮をまたぐように非常に多くのゴマサバ卵が採集されたことが報告されている。一方、2008年以外の年では、本海域におけるゴマサバおよびマサバの産卵量は少なかった。したがって、2008–2015年に天皇海山海域で漁獲されたゴマサバは、2008年に伊豆諸島の八丈島以南の海域で産卵され、黒潮・黒潮続流によって天皇海山海域に輸送された個体が生残したものと推察された。

他海域のゴマサバの年齢と成長について

ゴマサバの年齢と成長については、日本沿岸海域とオーストラリア海域での知見がある。渡邊ほか(2002)は、成長式を推定していないものの、年級群や海域ごとの年齢と成長を報告している。日本海、高知沖、関東近海～熊野灘で漁獲されたゴマサバの各年齢時の尾叉長範囲は、1歳で250 mm FL程度、2歳で300–350 mm FL、3歳で300–400 mm FL、4, 5歳で約350–400 mm FLであり、本研究結果の範囲とおおむね一致する。また、Stewart and Ferrell(2001)は、オーストラリア南東部で水揚げされた0–8歳魚のゴマサバを用いて von Bertalanffy の成長式を推定している。成長式から推定される各年齢時の尾叉長は、満1歳で257 mm FL、2歳で293 mm FL、3歳で320 mm FL、4歳で340 mm FL、5歳で356 mm FL、6歳で369 mm FL、7歳で378 mm FLとなり、本研究結果とほとんど同じであった。天皇海山海域で漁獲されたゴマサバの年齢と成長の関係は、他海域の結果と明瞭な違いは認められなかったが、比較可能な知見が少ないことに加え、年級群による成長の違

いがあることが指摘されている(渡邊ほか, 2002)ことから更なる知見の集積が必要である。

産卵期と卵、仔稚魚の輸送と回遊

Yukami et al. (2009) は、東シナ海で漁獲された雌のゴマサバの半数成熟 GSI の変化から、成熟の判断基準を GSI が 2.6 以上とした。本研究において、この値を適用すると、3–7 月に GSI が 2.6 以上の個体が漁獲されていたことから、天皇海山海域におけるゴマサバの成熟・産卵期は 3–7 月であったと考えられる。また、生殖腺観察により、卵巣内に吸水卵が認められたことから、本海域で産卵を行っていたことが示唆された。日本列島周辺海域のゴマサバの産卵期は、東シナ海・薩南で 1–6 月、伊豆諸島で 2–6 月と報告されているが(田ノ上ほか, 1960; 加藤・渡邊, 2002; Yukami et al., 2009)、天皇海山海域における産卵開始時期と終了時期はやや遅かった。一方で、天皇海山海域では、2008 年級群以外に顕著な新規加入個体が認められなかったことから、本海域で生み出された卵、仔魚は、他海域に輸送され加入したか、もしくは無効分散により死亡したと考えられる。クサカリツボダイは天皇海山海域で産卵を行う魚種で、生み出された卵および仔稚魚は、北東太平洋海域に輸送され、表層域で 2–4.5 年過ごすことが知られている(Kiyota et al., 2016; Murakami et al., 2016)。本研究で対象としたゴマサバも、クサカリツボダイと同様に、天皇海山海域で産卵された卵、仔稚魚が北東太平洋海域に輸送された可能性がある。

天皇海山海域で産卵された魚類の移動、回遊に関する知見は少ないものの、クサカリツボダイについては情報がまとめられている。Boehlert and Sasaki (1988), Kiyota et al. (2016) は、北東太平洋海域に輸送され成長したクサカリツボダイには、カリフォルニア沿岸海域や天皇海山海域に加入する個体や、八丈島周辺海域に移動し産卵する個体がいる可能性を報告している。また、柳本(2004)は、天皇海山海域に生息する小型のキンメダイの一部が中部太平洋海域を通して日本列島周辺海域に移動し、産卵する可能性を指摘している。これらの魚種と同様に、天皇海山海域で産卵されたゴマサバの一部が北東太平洋海域に輸送され成長した後、日本列島沿岸海域や、分布が確認されているメキシコ太平洋沖に加入した可能性がある。しかしながら、天皇海山海域におけるサバ属魚類の漁獲量データや年級群組成から、産卵群の規模は小さく、産卵活動の持続性も低いと考えられるため、本海域の再生産活動による日本周辺海域のサバ属魚類の加入量や資源量変動に与える影響は非常に小さいといえる。

食性の既往知見と本研究結果との比較

ゴマサバの食性に関する知見は、中東ほか(2010)が、2001–2007 年の 5–7 月と 9, 10 月, 1, 2 月に、黒潮親潮移行域および親潮域で採集した個体について報告している。尾叉長 36–357 mm FL のゴマサバを採集し、胃内容物を調べ

天皇海山海域におけるゴマサバの生物学的特性

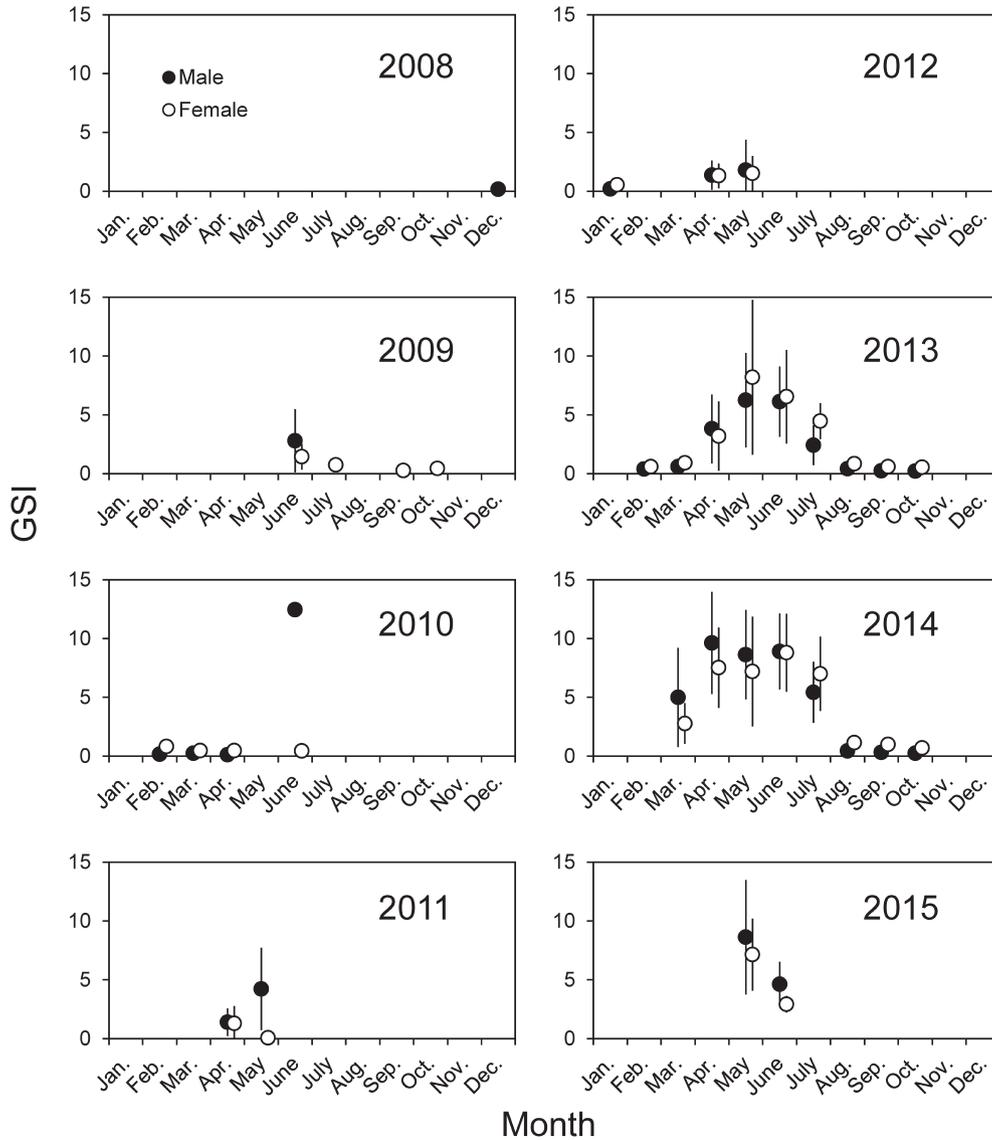


Figure 7. Monthly changes in gonad-somatic index (GSI) of male and female spotted mackerel *Scomber australasicus* collected in the Emperor Seamounts from 2008 to 2015.

たところ、カタクチイワシなどの魚類、イカ類、オキアミ類、カイアシ類、端脚類の出現頻度が高かった。天皇海山海域で漁獲されたゴマサバからもこれらの餌料生物は確認されたが、サルパ科、ヒカリボヤ科、有殻翼足類の出現頻度が高かった。Seki and Somerton (1994) は、ハンコック海山南東海域で採集されたクサカリツボダイの胃内容を精査し、サルパ科とヒカリボヤ科が最も重要な餌料生物であったことを報告している。Nishida et al. (2016) は雄略海山で漁獲されたクサカリツボダイ、キンメダイ、オオメマトウダイの食性比較を行っている。クサカリツボダイは有殻翼足類を、キンメダイはハダカイワシ科などの魚類、十脚類、有殻翼足類、頭足類を、オオメマトウダイは魚類、十脚類、頭足類を多く捕食していた。以上のことから、天

皇海山海域では、サルパ科、ヒカリボヤ科、有殻翼足類などが餌生物として利用されることが多く、ゴマサバの胃内容物からこれらの生物が高い頻度で検出されたと考えられる。また、中東ほか (2010) の結果と比較して、天皇海山で漁獲されたゴマサバの胃内容物から砂泥が高頻度で出現したが、これは、標本の漁獲方法が要因であると推察される。中東ほか (2010) は、表層トロールによって採集された個体を用いたが、本研究では、底曳き網によって漁獲された標本を用いたことから、曳網・揚網中にまきあげられた砂泥が胃内に混入し、多くの個体で砂泥が検出された可能性が高い。今後、海域による餌生物の違いを明らかにするため、沖合だけでなく、日本列島沿岸海域において漁獲されたゴマサバの食性を調査し比較を行う必要がある。

Table 2. Frequency of occurrence (%F) of prey items of spotted mackerel *Scomber australasicus* collected in the Emperor Seamounts from 2008 to 2015.

Year	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
No. of fish examined	8	137	294	29	225	320	491	19
Prey taxa	%F							
Crustacea								
Euphausiidae	0.0	2.2	22.1	34.5	16.4	18.2	16.1	5.3
Decapoda	0.0	0.0	3.1	0.0	0.9	6.3	0.6	5.3
Brachyura	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0
Copepoda	0.0	0.0	5.4	0.0	0.4	0.3	3.3	5.3
Hyperiidea	0.0	0.0	2.4	3.4	1.8	0.3	0.4	0.0
Gammaridea	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
Caprellidea	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	5.3
Isopoda	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.4	0.0
Amphipoda	0.0	2.2	5.4	0.0	3.1	0.3	0.4	0.0
Unidentified crustaceans	0.0	5.8	9.9	69.0	51.6	10.3	14.6	15.8
Mollusca								
Decapodiformes	12.5	1.5	1.7	3.4	5.3	9.7	5.0	21.1
Octopodiformes	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Thecosomata	0.0	1.5	45.2	13.8	11.6	5.3	5.4	0.0
Unidentified Conchifera	0.0	0.7	0.7	0.0	0.0	0.6	0.4	0.0
Polychaeta	0.0	0.7	0.0	20.7	7.1	3.1	6.1	0.0
Nematoda	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.3	0.6	0.0
Cnidaria	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	1.3	0.0	0.0
Holothuroidea	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
Thaliacea								
Salpidae	0.0	0.0	48.6	3.4	7.6	11.9	9.2	0.0
Pyrosomatidae	0.0	0.0	23.8	13.8	0.9	6.3	0.6	10.5
Vertabrata								
<i>Enguraulis japonicus</i>	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>Maurolicus japonicus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0
<i>Polyipnus</i> sp.	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Myctophidae	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	10.4	15.8
Clupeiformes larvae	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Chlorophthalmus	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fish eggs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
Unidentified fishes	25.0	26.3	11.2	0.0	5.8	44.5	15.2	31.6
Scales	0.0	8.8	2.7	0.0	7.1	7.8	22.3	0.0
Otoliths	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
Sand and silt	75.0	67.2	62.9	6.9	21.8	57.4	48.4	42.1
Digested materials	37.5	54.7	53.4	89.7	54.2	45.8	38.6	73.7

本研究によって、天皇海山海域で漁獲されたゴマサバは、日本周辺海域から輸送された特定の年級群主体の個体群で構成され、再生産活動を行っていたと考えられたものの、天皇海山海域に本種の継続的な新規加入個体は認められなかったことが明らかとなった。今後、日本周辺海域と天皇海山海域からの卵、仔稚魚の輸送と生残、個体の移動・回遊を調査し、天皇海山海域への加入過程を明らかにするとともに、天皇海山海域に生息するゴマサバの再生産活動によって、太平洋に広く分布する本種の遺伝的交流や

各海域の資源が受ける影響を把握することが必要である。

謝 辞

国立研究開発法人水産研究・教育機構中央水産研究所の柳本 卓博士、国際水産資源研究所の宮本麻衣氏に、漁獲物標本の提供、漁獲量データの整理にご協力頂いた。これらの方に深く感謝申し上げる。本研究は、水産庁委託事業「国際資源評価等推進事業」、我が国周辺水域資源評価等推進事業の一部として実施された。

引用文献

- 赤嶺達郎 (2007) 「水産資源解析の基礎」. 恒星社厚生閣, 東京, 115 pp.
- ベリヤーエフ・ヴェ・ア (1985) 北西太平洋のマサバ *Scomber japonicus* Houttuyn の仔魚の分布とその年級群の数量形成. 東北水研報, **47**, 93-98.
- Boehlert, G. W. and T. Sasaki (1988) Pelagic biogeography of the armorhead, *Pseudopentaceros wheeleri*, and recruitment to isolated seamounts in the North Pacific Ocean. Fish. Bull., **86**, 453-465.
- Clark, M. R., V. I. Vinnichenko, J. D. M. Gordon, G. Z. Beck-Bulat, N. N. Kukharev and A. F. Kakora (2007) Large-scale distant water trawl fisheries on seamounts. In: Seamounts: ecology, fisheries and conservation. eds. T. J. Pitcher, T. Morato, P. J. B. Hart, M. R. Clark, N. Haggan & R. S. Santos, Blackwell Publishing, Oxford, pp. 361-399.
- FAO (2014) The state of world fisheries and aquaculture 2014, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 223 pp.
- 深代邦明 (1987) 関東近海におけるゴマサバの年齢と成長 (予報). 千葉県水試研報, **45**, 27-30.
- Kamimura, Y., M. Takahashi, N. Yamashita, C. Watanabe and A. Kawabata (2015) Larval and juvenile growth of chub mackerel *Scomber japonicus* in relation to recruitment in the western North Pacific. Fish. Sci., **81**, 505-513.
- 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, **34**, 266-272.
- Kawai, H., A. Yatsu, C. Watanabe, T. Mitani, T. Katsukawa and H. Matsuda (2002) Recovery policy for chub mackerel stock using recruitment-per-spawning. Fish. Sci., **68**, 963-971.
- Kiyota, M., K. Nishida, C. Murakami and S. Yonezaki (2016) History, biology, and conservation of Pacific endemics 2. The North Pacific armorhead, *Pentaceros wheeleri* (Hardy, 1983). Pacific Science, **70**, 1-20.
- 久保田 洋・阪地英男・高須賀明典 (2009) 2008年～2009年春季の我が国太平洋岸におけるマサバ及びゴマサバ卵・仔魚の分布状況. 平成21年度中央ブロック卵・稚仔, プラントン調査研究担当者協議会研究報告, **29**, 132-151.
- 黒田啓行・依田真里・福若雅章 (2015) 平成27 (2015) 年度ゴマサバ東シナ海系群の資源評価. 平成27年度我が国周辺海域の漁業資源評価 第1分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 252-282.
- 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, **34**, 256-260.
- Murakami, C., S. Yonezaki, S. Suyama, M. Nakagami, T. Okuda and M. Kiyota (2016) Early epipelagic life-history characteristics of the North Pacific armorhead *Pentaceros wheeleri*. Fish. Sci., **82**, 709-716.
- 中坊徹次・土居内 龍 (2013) 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, 秦野, 1648-1649.
- 中東明佳・川端 淳・高須賀明典・久保田 洋・岡村 寛・大関芳沖 (2010) 黒潮親潮移行域および親潮域におけるマサバおよびゴマサバの胃排出速度と日間摂餌量の推定. 水産海洋研究, **74**, 105-117.
- 梨田一也・本田 仁・阪地英男・三谷卓美・平井一行・上原伸二 (2006) 足摺岬周辺海域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. 水研センター研報, **17**, 1-15.
- 梨田一也・三谷卓美 (2006) 足摺岬周辺海域のゴマサバの成熟と水温. 水研センター研報, 別冊4, 119-124.
- Neira, F. J. and J. P. Keane (2008) Ichthyoplankton-based spawning dynamics of blue mackerel (*Scomber australasicus*) in south-eastern Australia: Links to the East Australian Current. Fish. Oceanogr., **17**, 281-298.
- Nishida, K., C. Murakami, S. Yonezaki, M. Miyamoto, T. Okuda and M. Kiyota (2016) Prey use by three deep-sea fishes in the Emperor Seamount waters, North Pacific Ocean, as revealed by stomach contents and stable isotope analyses. Environ. Biol. Fish., **99**, 335-349.
- Rogers, P. J., T. M. Ward, L. J. McLeay, M. Lowry, R. J. Saunders and D. Williams (2009) Reproductive biology of blue mackerel, *Scomber australasicus*, off southern and eastern Australia: Suitability of the Daily Egg Production Method for stock assessment. Mar. Freshw. Res., **60**, 187-202.
- Sassa, C. and Y. Tsukamoto (2010) 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., **419**, 185-199.
- Seki, M. P. and D. A. Somerton (1994) Feeding ecology and daily ration of the pelagic armorhead, *Pseudopentaceros wheeleri*, at Southeast Hancock Seamount. Environ. Biol. Fish., **39**, 73-84.
- Stewart, J. and D. J. Ferrell (2001) Age, growth, and commercial landings of yellowtail scad (*Trachurus novaezelandiae*) and blue mackerel (*Scomber australasicus*) off the coast of New South Wales, Australia. New Zeal. J. Mar. Freshw., **35**, 541-551.
- 高須賀明典・阪地英男・久保田 洋 (2010) 2009年～2010年春季の我が国太平洋岸におけるマサバ及びゴマサバ卵・仔魚の分布状況. 平成22年度中央ブロック卵・稚仔, プラントン調査研究担当者協議会研究報告, **30**, 137-152.
- 高須賀明典・阪地英男・久保田 洋 (2011) 2010年～2011年春季の我が国太平洋岸におけるマサバ及びゴマサバ卵・仔魚の分布状況. 平成23年度中央ブロック卵・稚仔, プラントン調査研究担当者協議会研究報告, **31**, 140-155.
- 高須賀明典・梨田一也・宇田川美穂・阪地英男 (2012) 2011年～2012年春季の我が国太平洋岸におけるマサバ及びゴマサバ卵・仔魚の分布状況. 平成24年度中央ブロック卵・稚仔, プラントン調査研究担当者協議会研究報告, **32**, 132-147.
- 高須賀明典・梨田一也・宇田川美穂・阪地英男 (2013) 2012年～2013年春季の我が国太平洋岸におけるマサバ及びゴマサバ卵・仔魚の分布状況. 平成25年度中央ブロック卵・稚仔, プラントン調査研究担当者協議会研究報告, **33**, 142-157.
- 高須賀明典・梨田一也・宇田川美穂・亘 真吾・入路光雄 (2014) 2013年～2014年春季の我が国太平洋岸におけるマサバ及びゴマサバ卵・仔魚の分布状況. 平成26年度中央ブロック卵・稚仔, プラントン調査研究担当者協議会研究報告, **34**, 141-156.
- 高須賀明典・梨田一也・宇田川美穂・阪地英男・亘 真吾・入路光雄 (2015) 2014年～2015年春季の我が国太平洋岸におけるマサバ及びゴマサバ卵・仔魚の分布状況. 平成27年度中央ブロック卵・稚仔, プラントン調査研究担当者協議会研究報告, **35**, 142-157.
- 田ノ上豊隆・倉田洋二・徳留陽一郎 (1960) ゴマサバの海域別産卵期の考察. 日本水産学会誌, **26**, 277-283.
- 田ノ上豊隆・玉利達夫 (1960) ゴマサバの稚・仔魚の分布移動と環境要因の研究-I. 大隅群島周辺における採集魚と海況. 日本水産学会誌, **26**, 882-886.
- 田ノ上豊隆 (1961) ゴマサバの仔, 稚魚の分布移動と環境要因の研究-II. 大隅群島周辺における表層および中層の採集魚と海況. 日本水産学会誌, **27**, 1041-1046.
- 柳本 卓 (2004) 天皇海山における底魚漁業とキンメダイ *Beryx splendens* の生物学的特性. 黒潮の資源海洋研究, **5**, 99-109.
- Yukami, R., S. Ohshimo, M. Yoda and Y. Hiyama (2009) 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., **75**, 167-174.
- 由上龍嗣・渡邊千夏子・上村泰洋・梨田一也・岸田 達 (2015) 平成27 (2015) 年度ゴマサバ太平洋系群の資源評価. 平成27年度

- 我が国周辺水域の漁業資源評価 第1分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 221-251.
- 渡部泰輔 (1970) マサバの発育初期における形態・生態ならびに資源変動に関する研究. 東海水研報, **62**, 1-283.
- 渡邊千夏子 (2010) マサバ太平洋系群の繁殖特性の変化とその個体群動態への影響. 水産海洋研究, **74**, 46-50.
- 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, **34**, 261-265.
- 渡邊千夏子・須田真木・赤嶺達郎・川端 淳・西田 宏 (2012) 許容漁獲量の時空間的配分がマサバ太平洋系群の資源動態に与える影響. 日本水産学会誌, **78**, 15-26.