

# 近年の日本海中部沿岸域におけるサワラの漁況予測手法

木所英昭, 戸嶋 孝, 奥野充一, 児玉晃治, 藤原邦浩, 浅野謙治

Method to forecast the catch of Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius*  
in the Sea of Japan

Hideaki Kidokoro<sup>\*1</sup>, Takashi Tojima, Junichi Okuno<sup>\*2</sup>, Kohji Kodama<sup>\*3</sup>,  
Kunihiro Fujiwara<sup>\*1</sup> and Kenji Asano<sup>\*1</sup>

The Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* is distributed in the East China Sea and around the southern part of the Japanese Islands, and usually 1m in length. The landing of Spanish mackerel has increased markedly in the Sea of Japan since 1999. In this study, we aimed to forecast the catch number of Spanish mackerel in the Sea of Japan. The relationships between the catch number of Sagoshi-size (below 65 cm FL) in the autumn and that of Sawara-size (above 65 cm FL) in the following year, and between the catch number of Sagoshi-size (below 65 cm FL) in the autumn and that of Sawara-size (above 65 cm FL) in the spring fishing season 2 years later. The catch statistics of Spanish mackerel in Ishikawa, Fukui and Kyoto Prefectures were used. Significant positive relationships were detected ( $y=0.063x+200.6$ ,  $r^2=0.77$ ,  $p<0.05$ ;  $y=0.065x+39.5$ ,  $r^2=0.89$ ,  $p<0.05$ ), suggesting that the catch of Sagoshi-size can be used to forecast to the Sawara-size catch in the following years.

キーワード：サワラ, 漁獲尾数, 漁況予測

サワラ *Scomberomorus niphonius* は体長1mに達する魚食魚であり、稚魚段階から魚食性の強いことが特徴である (Shoji *et al.*, 1997)。日本海では1999年以降漁獲量が急速に増加し (戸嶋ら, 2013)、近年では京都府および福井県の漁獲量が全国で最も多くなっている。日本海でサワラの漁獲が増加し始めた2000年代前半は、日本海西区 (福井県以西) において、「さごし」銘柄の0歳魚が漁獲の中心であったが、2000年代半ば以降は、日本海北区 (石川県以北) でも漁獲量が増加するとともに、「さわら」銘柄の1歳以上魚も多く漁獲されるようになった (戸嶋ら, 2013)。

このように本種は日本海において重要な漁業資源となったことから、資源の有効利用のために加工技術の開発も進められており\*、計画的な利用に向けて、漁況予測技術が求められている。漁況予報が科学的に確実な根拠を持って出来るためには、各年の資源量と魚群の分布や移動のメカニズムを知ることが重要である (杉本, 1984)。日本海においてサワラの漁獲量は1999年以降急増したが、日本海における再生産は僅かであり (藤原ら, 2013)、多くが東シナ海で産卵、ふ化する (高橋ら, 2012) ことが示唆された。また、日本海へは0歳魚が9月以降に1ヶ月程度の短期間で日本海の沿岸各地域に来遊することが明らかになった (戸嶋ら,

2013)。なお、日本海に来遊した0歳魚は、約2歳で再生産に加わる際に産卵場である東シナ海 (高橋ら, 2012) に移動するまでは、日本海に留まることが想定されている (戸嶋ら, 2013)。

本研究では、上記の日本海におけるサワラ come 遊起源および日本海における分布回遊特性を用いて、日本海中部沿岸域におけるサワラの漁況予測手法を検討するとともに、日本海に0歳魚の come 遊量が増大した要因を、韓国における漁獲量状況との関連で検討した。なお、本研究は、農林水産技術会議の新需要創成実用化事業 (平成21-23年度) の一環として行った。

## 材料と方法

**漁期間の関連を用いた漁況予測手法** 日本海におけるサワラの漁期は0歳魚を中心とした秋漁期および1歳魚以上の比率が高い春漁期に区分される (戸嶋ら, 2013)。そこで、日本海に来遊後は大きく移動しない特性 (戸嶋ら, 2013) を利用し、来遊直後の秋漁期の0歳魚の漁獲尾数を用いて翌年の秋漁期における1歳魚、および翌々年の春漁期における1歳魚の漁況予測手法を検討した。ここで、秋漁期の0歳魚には9月~12月の「さごし」銘柄 (概ね尾叉長65cm未満) の漁獲尾数を用い、来遊量の指標とした。秋漁期の1歳魚に

\*1 独立行政法人水産総合研究センター日本海区水産研究所 (Japan Sea National Fisheries Research Institute, Suidocho, Niigata 951-8121, Japan)

\*2 石川県庁 (Ishikawa Prefectural Office, Kanazawa, Ishikawa 920-8580, Japan)

\*3 福井県水産試験場 (Fukui Prefecture Fisheries Experimental Station, 23-1, Urasoko, Tsuruga, Fukui 914-0843, Japan)

\* 独立行政法人水産総合研究センター日本海区水産研究所, 2012; サワラ加工マニュアル. 新潟.

は7月～12月に漁獲された「さわら」銘柄（概ね尾又長65cm以上）の漁獲尾数を用い、春漁期の1歳魚には3月～5月の「さわら」銘柄の漁獲尾数を用いた。

漁獲尾数は各月別銘柄別漁獲量を用いて、各月の平均体重を基に漁獲尾数を算出した。資料には、銘柄別の漁獲量が整理されている石川県、福井県および京都府の2002年～2009年の月別銘柄別漁獲量を用いた。なお、検討にあたっては、石川県、福井県および京都府の漁獲尾数の合計値を用いた。

漁獲尾数の予測手法は、秋漁期の0歳魚の漁獲尾数を説明変数に用い、同一群と想定される翌年秋漁期の1歳魚の漁獲尾数および翌々年春漁期の1歳魚の漁獲尾数の関係を、直線モデルを用いて最小自乗法で回帰分析した。また、同様に同一群と想定される翌年秋漁期の1歳魚と、翌々年春漁期の1歳魚の漁獲尾数の関係もあわせて回帰分析した。なお、予測手法の有効性は、直線モデルにおける傾きの有意性（傾きに0が含まれる可能性が5%未満）を基に判断した。

**海域間の関連を用いた来遊要因分析** 日本海への来遊要因として、日本海に来遊するサワラの産卵、ふ化海域とされる東シナ海の漁獲量および別系群とされている瀬戸内海の漁獲量と、日本海におけるサワラ漁獲量の関連を検討した。資料には1984年～2009年の漁獲量を用いた。東シナ海の漁獲量には日本漁船による東シナ海の漁獲量および韓国の漁獲量（高橋ら、2012）を用い、瀬戸内海の漁獲量は瀬戸内海系群の合計漁獲

**Table 1** Catch statistics of *Scomberomorus niphonius* (ton), after Takahashi et al., (2012).

	Sea of Japan	East China Sea	Seto Inland Sea	Korean Waters
1984	298	20,131	3,893	21,603
1985	428	44,734	5,816	10,265
1986	325	31,526	6,378	20,678
1987	518	16,074	5,997	23,947
1988	253	22,567	4,485	26,737
1989	522	23,518	3,902	16,325
1990	669	18,959	3,029	16,905
1991	477	19,121	3,021	24,723
1992	181	9,392	2,623	8,230
1993	282	3,847	2,120	13,927
1994	165	2,579	1,271	8,667
1995	258	3,841	1,029	17,429
1996	107	2,098	603	6,419
1997	190	632	442	11,173
1998	273	1,195	199	22,809
1999	1,780	2,466	263	19,502
2000	4,151	4,397	512	25,641
2001	3,732	3,272	615	25,513
2002	3,428	2,902	1,008	25,956
2003	3,488	2,201	1,289	22,608
2004	4,648	2,138	1,465	26,622
2005	4,484	2,498	1,224	33,794
2006	7,314	3,039	1,283	36,484
2007	10,546	3,558	1,082	42,199
2008	8,981	3,103	1,113	40,809
2009	8,048	2,547	1,370	36,793

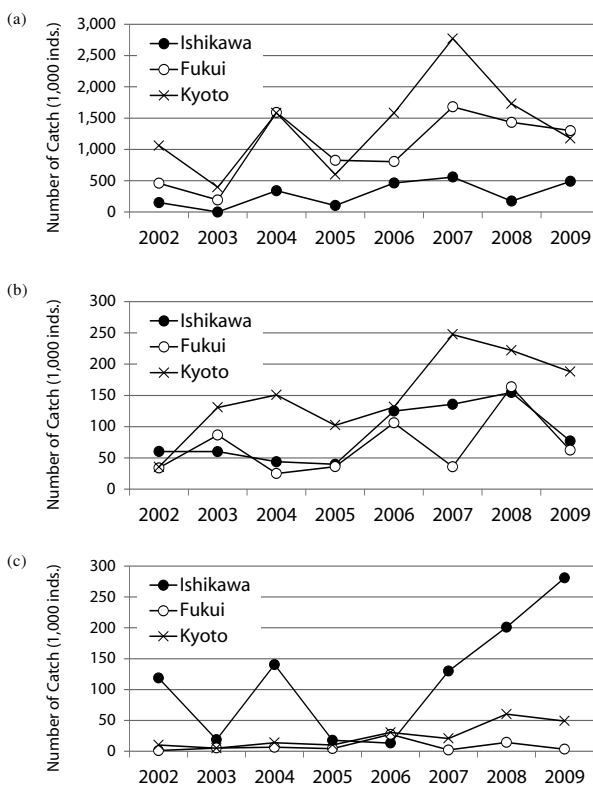
量（石田、片町、2012）を用いた（Table 1）。

各海域の漁獲量をもとに、日本海でサワラ漁獲量が急増する前の1984年～1998年と、急増した後の1999年～2009年に区分した。それぞれの関連性は、各海域の漁獲量を説明変数として、日本海の漁獲量を直線モデルに最小自乗法で回帰分析した。なお、海域間の関連性は、直線モデルにおける傾きの有意性（傾きに0が含まれる可能性が5%未満）を基に判断した。

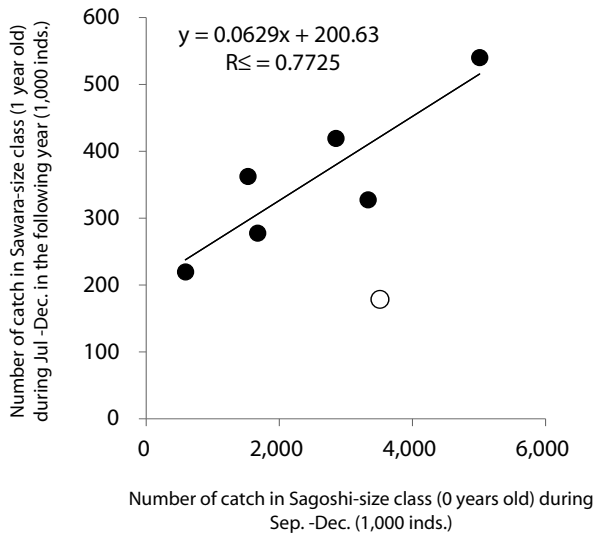
## 結 果

**漁期間の関連を用いた漁況予測手法** 2002年～2009年の秋漁期における0歳魚、秋漁期の1歳魚および春漁期の1歳魚の漁獲尾数の県別経年変化をFig.1に示した。秋漁期における0歳魚の漁獲尾数は京都府と福井県が概ね100万尾であったのに対し、石川県は概ね50万尾であった。一方、春漁期の1歳魚の漁獲尾数は京都府と福井県が概ね5万尾未満であるのに対し、石川県では10万尾を超える年もあり、年変動が大きいものの2006年を除いて京都府や福井県よりも多かった。

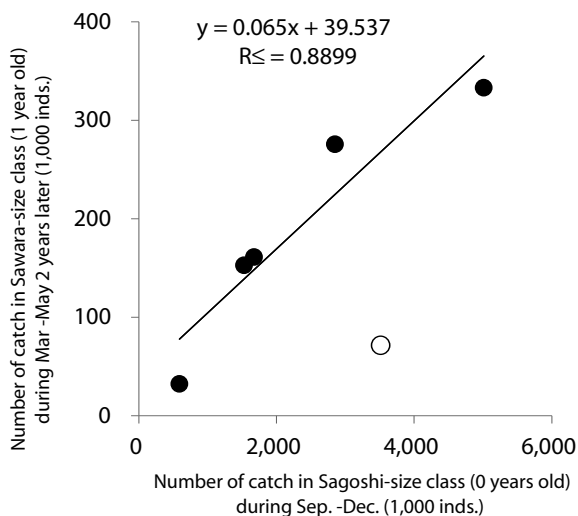
秋漁期の0歳魚の漁獲尾数を説明変数として、翌年秋漁期における1歳魚の漁獲尾数および翌々年春漁期の1歳魚の漁獲尾数の関係は、いずれも2004年秋漁期の0歳魚の漁獲尾数と翌年秋漁期の1歳魚および翌々年



**Fig. 1** Fluctuations in the catches of *Scomberomorus niphonius* in Ishikawa, Fukui and Kyoto Prefectures. (a) Sagoshi-size (0 years old) class during September and December (upper). (b) Sawara-size (1 year old) class during July and December. (c) Sawara-size (1 year old) class during March and May.

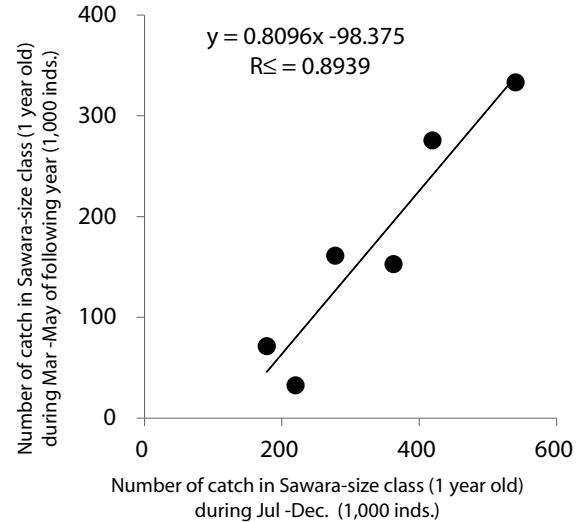


**Fig. 2** Relationship between the number of catches in Sagoshi-size class (0 years old) caught during September and December and that of Sawara-size class (1 year old) caught during July and December in the following year. In these figures, ● represents the data of 2002-2007 excluding 2004 (shown as ○).



**Fig. 3** Relationship between the number of catches in Sagoshi-size class (0 years old) caught during September and December and that of Sawara-size class (1 year old) caught during March and May 2 years later. In these figures, ● represents the data of 2002-2007 excluding 2004 (shown as ○).

春漁期の1歳魚の関係が飛び値となっており、直線モデルにおける傾きの有意性は得られなかった (Fig. 2, 3)。ただし、2004年を特異値として取り除いて解析した場合、それぞれの傾きに有意性 ( $y=0.063x+200.6$ ,  $r^2=0.77$ ,  $p<0.05$ ;  $y=0.065x+39.5$ ,  $r^2=0.89$ ,  $p<0.05$ ) が認められた (Fig. 2, 3)。翌年秋漁期の1歳魚の漁獲尾数と翌々年春漁期の1歳魚の漁獲尾数との間には、直線モデルにおける傾きに有意性 ( $y=0.81x-98.4$ ,



**Fig. 4** Relationship between the number of catches in Sawara-size class (1 year old) caught during September and December and that of Sawara-size class (1 year old) caught during March and May in the following year.

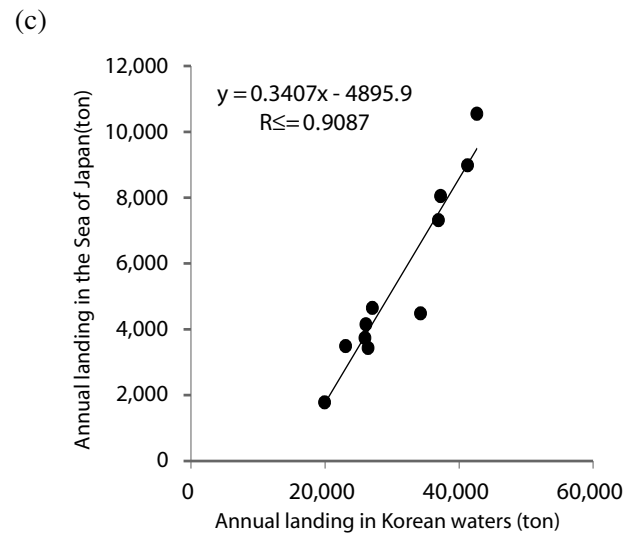
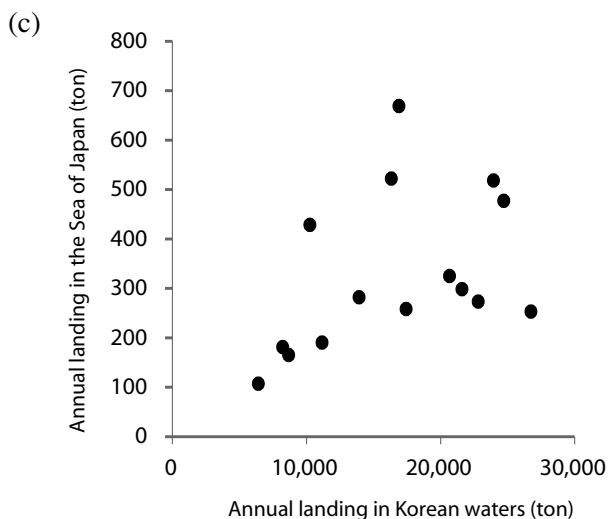
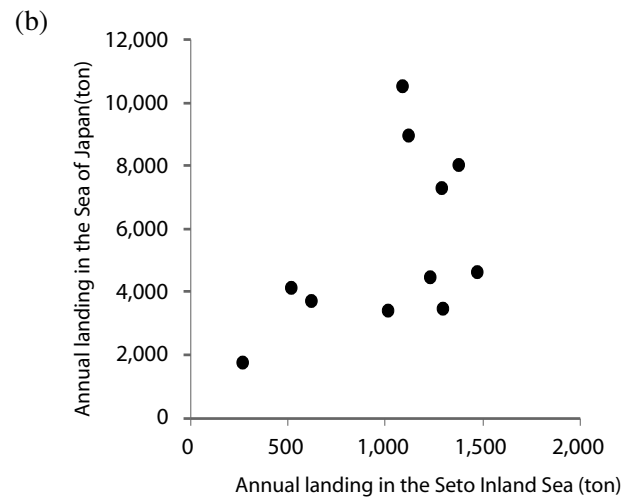
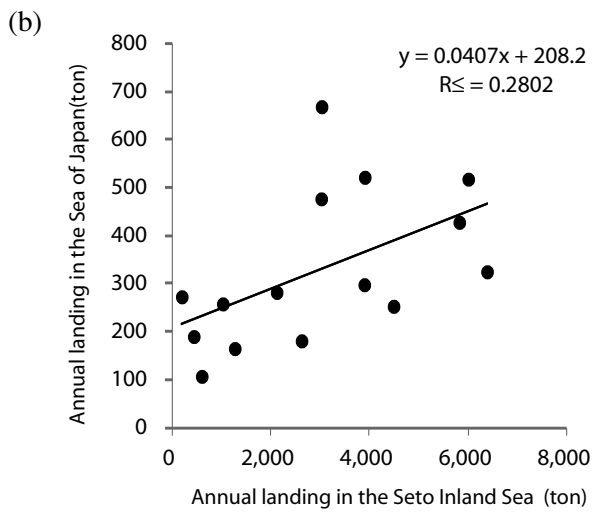
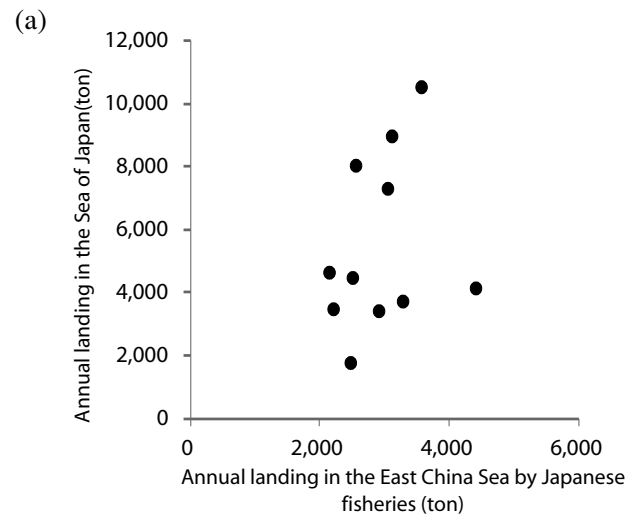
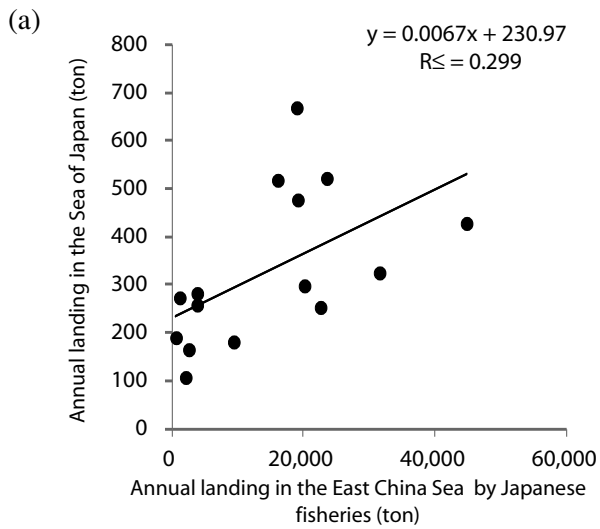
$r^2=0.89$ ,  $p<0.01$ ) が認められた (Fig. 4)。

**海域間の関連を用いた来遊要因分析** 日本海でサワラの漁獲量が急増する1998年以前では、日本海におけるサワラの漁獲量と日本漁船による東シナ海の漁獲量 ( $y=0.0067x+231$ ,  $r^2=0.30$ ,  $p<0.05$ ) および瀬戸内海の漁獲量 ( $y=0.041x+208$ ,  $r^2=0.28$ ,  $p<0.05$ ) の間に決定係数が低いものの、傾きに有意性が得られ、関連性が認められた (Fig. 5)。しかし、韓国の漁獲量との間には関連性が認められなかった。

一方、日本海でサワラが急増した1999年以降では、日本海におけるサワラの漁獲量と日本漁船による東シナ海の漁獲量および瀬戸内海の漁獲量との間に関連性が認められなかったのに対し、韓国の漁獲量との間 ( $y=0.34x-4896$ ,  $r^2=0.91$ ,  $p<0.001$ ) には傾きに有意性が得られた (Fig. 6)。これらの関係は決定係数も高く、深い関連性が認められた。以上の様に、日本海でサワラの漁獲量が急増する1998年以前と急増した1999年以降では、漁獲量の変動に関連する海域が変化していた。

## 考 察

本研究の結果では、秋漁期の0歳魚の漁獲尾数を説明変数とした場合、翌年秋漁期の1歳魚の漁獲尾数および翌々年春漁期の1歳魚の漁獲尾数との間に有意な関係が認められなかったものの、特異値とした2004年のデータを除くと翌年秋漁期の1歳魚の漁獲尾数および翌々年春漁期の1歳魚の漁獲尾数との相関関係が認められ、漁況予測手法の可能性を示す結果となった。特異値とした2004年は、この年の0歳魚の来遊時に特



**Fig. 5** Relationships between (a) in the Sea of Japan and East China Sea by Japanese fisheries, (b) in the Sea of Japan and Seto Inland Sea and (c) in the Sea of Japan and Korean waters, for the annual landings of the Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* during 1984-1998.

**Fig. 6** Relationships between (a) in the Sea of Japan and East China Sea by Japanese fisheries, (b) in the Sea of Japan and Seto Inland Sea and (c) in the Sea of Japan and Korean waters, for the annual landings of the Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* during 1999-2009.



異的に定置網で漁獲されやすい海洋環境等にあったか、翌年の秋漁期までの期間に例年とは異なった移動・回遊を示した結果、他の年とは異なる相関関係になった可能性が考えられる。しかし、翌年の秋漁期における1歳魚の漁獲尾数と翌々年春漁期における1歳魚の漁獲尾数との間には有意な相関関係が認められたことから、2004年のように来遊時の漁獲量をもとにした翌年の秋漁期における1歳魚の漁獲尾数予測が大きく外れた場合でも、その後に翌年秋漁期の1歳魚の漁獲尾数を新たに説明変数として用いることによって、翌々年春漁期の1歳魚の漁獲尾数を予測することが可能である。

同一年級群の分布回遊特性を用いた漁況予測手法の考え方は、基本的に日本海におけるブリの予測手法(田ら, 2010; 渡辺ら, 2010)と同じである。ただし、ブリは日本海における異なる回遊群の存在が明らかになっていることに加え(井野ら, 2008; 渡辺ら, 2010)、水温情報との関連も考慮することによって日本海中西部と北部でより精度の高い漁況予報が可能になっている(田ら, 2010)。したがって、サワラにおいても異なる回遊群の存在を精査するとともに、日本海におけるサワラの分布回遊と水温との関係(戸嶋ら, 2011)をあわせて検討することが、サワラの漁況予測精度を向上させるためには重要である。また、サワラは資源水準と成長速度の間に密度依存的な関係が認められ、資源量が多いと成長速度が低下することが明らかになっており(岸田, 1990; 竹森, 山田, 2003)、漁況予測手法への利用も検討されている(千葉ら, 2010)。現在のところ、日本海における漁獲量の急増と成長との関係は明らかになっていないものの、成長の変化を把握することも日本海への来遊量を把握・予測するうえで重要であり、今後の継続した調査が必要である。

日本海では他の海域と比較して来遊時の「さごし」漁獲量の比率が高く(戸嶋ら, 2013)、来遊量の早期把握および来遊量の中長期的な動向を把握することは重要な課題である。日本海に来遊するサワラのほとんどは日本海で再生産しているのではなく(藤原ら, 2013)、東シナ海をはじめとする他海域から来遊することが示唆されていることから、来遊量の動向把握には来遊起源となる他海域の資源状況に注視することが必要である。本研究の結果でも、日本海でサワラの漁獲が急増した1999年以降は韓国沿岸域の漁獲との関連性が非常に高いことから、韓国周辺海域の資源状況を注視することが重要と思われる。

日本海へのサワラ来遊量の中長期的な動向を把握するには、来遊起源となる他海域の資源状況の把握に加えて、1999年以降に日本海への来遊量が増加した原因を明らかにすることも重要である。日本海でサワラの漁獲量が急増した時期と秋季の対馬暖流域の水温が上昇した時期(加藤ら, 2006)がほぼ同時期であったこ

とから、水温の変化が日本海に来遊する要因になった可能性が指摘されている(為石ら, 2005; 井上, 和田, 2008; 岸田, 木所, 2008)。本研究の研究結果でも1998年以前と急増した1999年以降では、漁獲量の変動と相関する海域が変化しており、日本海で急増する前と後ではサワラの分布回遊特性が変化した可能性が考えられる。しかし、具体的な影響仮説に関しては推測のレベルを脱していないことから、今後の生態的な調査による説明が望まれる。

## 文 献

- 千葉真佐光, 加藤利弘, 河野芳巳, 関信一郎. 2010. 愛媛県伊予灘におけるサワラの漁況予測手法の可能性. 水産海洋研究, **74**: 81-87.
- 田 永軍, 渡辺 健, 井野慎吾, 奥野充一, 前田英章, 阪地英男. 2010. 日本周辺海域におけるブリの回遊と海洋環境の関係解明に基づく来遊量予測手法の開発. 3. ブリの移動・回遊と海洋環境の解明と来遊量予測手法の開発 (2) 来遊量予測手法の開発. 水研センター研報, **30**: 93-101.
- 藤原邦浩, 佐藤翔太, 戸嶋 孝, 木所英昭. 2013. 日本海におけるサワラの雌の成熟と産卵. 京都海洋七研報, **35**: 13-18.
- 井野慎吾, 新田 朗, 河野展久, 辻 俊宏, 奥野充一, 山本敏博. 2008. 記録型標識によって推定された対馬暖流域におけるブリ成魚の回遊. 水産海洋研究, **72**: 92-100.
- 井上太郎, 和田洋蔵. 2008. 対馬暖流域におけるサワラの分布・回遊の変化について. 水産海洋研究, **72**: 238-240.
- 石田 実, 片町太輔. 2012. 平成23年サワラ瀬戸内海系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価 第3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, 1330-1329.
- 加藤 修, 中川倫寿, 松井繁明, 山田東也, 渡邊達郎. 2006. 沿岸・沖合定線観測データから示される日本海及び対馬海峡における水温の長期変動. 沿岸海洋研究, **44**: 19-24.
- 岸田 達. 1990. 瀬戸内海中西部におけるサワラの成長と個体群密度の関係. 南西水研報, **22**: 35-41.
- 岸田 達, 木所英昭. 2008. 日本海の海洋環境と漁業資源の近況. 日本水産学会誌, **74**: 873-875.
- Shoji J., Kishida T., Tanaka M. 1997. Piscivorous habits of spanish mackerel larvae in the Seto Inland Sea. *Fish. Sci.*, **63**: 388-392.
- 杉本隆成. 1984. 概説 漁海況予報, 海洋科学, **173**, 614-617.
- 為石日出生, 藤井誠二, 前林篤. 2005. 日本海水温の

- レジームシフトと漁況（サワラ・ブリ）との関係. 沿岸海洋研究, **42**: 125-131.
- 高橋素光, 塚本洋一, 由上龍嗣. 2012. 平成23年サワラ東シナ海系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価 第3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, 1318-1329.
- 竹森弘征, 山田達夫. 2003. 瀬戸内海東部におけるサワラの資源水準と成長の関係. 香川水試研究報告, **7**: 1-11.
- 戸嶋 孝, 太田武行, 児玉晃治, 木所英昭, 藤原邦浩. 2013. 漁獲状況および標識放流試験からみた近年の日本海におけるサワラの分布・移動. 京都海洋セ研報, **35**: 1-12.
- 戸嶋 孝, 熊木豊, 井上太郎. 2011. 京都府沿岸における近年のサワラ漁獲動向. 京都海洋セ研報, **33**: 1-6.
- 渡辺 健, 井野慎吾, 前田英章, 奥野充一. 2010. 日本周辺海域におけるブリの回遊と海洋環境の関係解明に基づく来遊量予測手法の開発. 1. 日本海における成長段階別の回遊様式の把握 (2) 年齢・海域別回遊群ごとの個体数比率の把握. 水研センター研報, **30**: 17-24.