

佐賀県玄海海域における主要定置網に関する考察 I

—漁獲量の長期変動と海洋環境—

寺田雅彦

Study on Main Fixed Net Fishing in the Genkai Sea Area, Saga prefecture

—Long-term variability in commercial fish catch and marine environment—

Masahiko TERADA

In order to grasp the long-term variation commercial fish catches in the Genkai Sea area, I analyzed the relationship between long-term variation of marine environment (Sea Surface Temperature) and that of fish species composition, using data on fish catches by major fixed nets this area from 1983 to 2011. The results of the analysis show that the fish species replacement (Sardine, mackerel and saury) could be caused by the climatic variation called resume-shift. Moreover, the variation in fish catches of the other fish species also could be related to that in the marine environment.

キーワード：定置網, 漁獲量, レジームシフト

定置網漁業とは移動する魚群の通路に網を設置し漁獲する受動的な漁法である。そのため、旋網や底曳網漁業等の漁法とは異なり、漁獲物は地先に来遊する魚種とその来遊量に大きく影響される^{1, 2)}。また、その漁獲量の変動には、資源水準、海洋環境、漁具構造、敷設位置等様々な要因の影響が考えられる¹⁾。

本報では、玄海地区における漁獲量の変動特性を理解するプロセスとして、定置網漁業に的をしぼり、その漁獲量の変動特性を把握することを目的とした。1983年から2011年までの29年間の定置網における漁獲量データを用い、魚種組成の変動と海洋環境（水温）の関係性を解析することで、海洋環境が定置網漁獲量に与える影響について考察を行った。また、定置網の漁獲動向について、海洋環境（温暖期、寒冷期）の視点から評価が可能かどうかについても考察を行った。

材料および方法

資料

佐賀県玄海海域沿岸の定置網では、東シナ海や日本海を回遊し、壱岐水道を通過するマアジやマサバ、カタクチイワシ、スルメイカ等が多数漁獲されている。そして、その漁獲量の大部分は大泊（加唐島東地先）、宮岬（屋形石地先）、村張（神集島東地先）および高島（高島

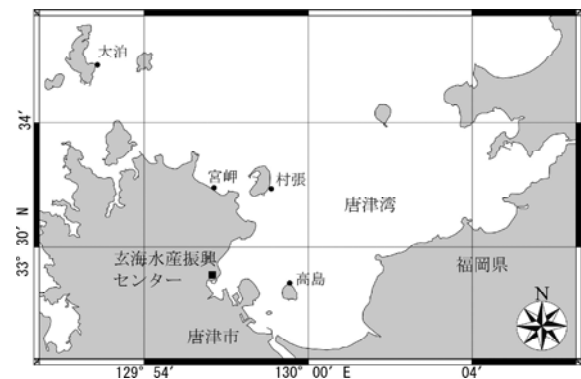


図1 主要定置網位置図

北東地先)の4ヶ統(以下、主要定置網、図1)で占められている。さらに、主要定置網の漁獲物はすべて佐賀玄海漁業協同組合の魚市場(以下、玄海漁協魚市場)に水揚げされる。

主要定置網における魚種別月別漁獲量の解析には1983年から2011年までのデータを用いた³⁾。1983年から2010年までの期間に、上位10種に記録されたものはのべ21種に上った。今回は、それらの中で重要魚種であると考えられるイワシ類(マイワシ *Sardinops melanostictus*, カタクチイワシ *Engraulis japonica*, ウルメイワシ *Etrumeus teres*), アジ類(マアジ *Trachurus japonicus*, マルアジ *Decapterus maruadsi*), マサバ *Scomber japonicus*, サンマ *Cololabis saira*, スルメイカ *Todarodes pacificus* に加え、近年漁獲の動向が注目されるサワラ *Scomberomorus niphonius*, ブリ *Seriola quinqueradiata*, タチウオ *Trichiurus lepturus*, カマス類 Sphyaenidae (以下、これら12魚種を主要魚種とする)について漁獲量の解析を行った。

唐津湾地先水温

唐津湾地先水温は、対馬東水道および壱岐水道など玄海周辺海域の水温と連動して変動しており、玄海海域周辺の長期変動の指標として利用できる⁴⁾。そこで、定置網漁獲量と海洋環境の関係性について検討する際には、唐津湾地先(センター前)水温の月別平年値を使用した。

解析方法

多変量解析では、データが多変量正規分布に従うことを仮定しているが、生物量を表すデータでは歪度の強い分布を示すことが指摘されている⁵⁾。そのため、対象種資源量の大幅な増減や、漁獲量を示すときに使われる単位の影響を受けないようにするため、鐵他⁶⁻⁸⁾の方法を用いて標準化を行った。具体的には、 t 年時の漁獲量(C_t)を対数に変換後、期間内における漁獲量の平均値(A)と標準偏差(S)から下式を用いて標準値 Alt を求めた。

$$X_t = \log(C_t + 1)$$

$$Alt = (X_t - A) / S$$

この方法を用いて、主要魚種12種について魚種別のク

ラスターを作成した。

結 果

1. 主要魚種の漁獲量の経年変化

主要魚種の漁獲量の変動を図2に、漁獲量の年偏差の変動を図3に、季節別漁獲量の経年変化を図4に示した。

マイワシ：1984年の漁獲量1220.3 tをピークに急激に減少し、1995年以降ほとんど漁獲されなくなった。1980年代中盤には、2-4月に多く漁獲されていたが、その後10年間で急激に減少し、1995年以降はほとんど漁獲されなくなった。5-7月の漁獲量や11-1月の漁獲量も、1980年代後半から1990年代前半にかけて減少した。

カタクチイワシ：1983年以降漁獲量は181.6 t から7.9 t の範囲で推移している。11-7月に多く漁獲されており、8-10月の漁獲量は少ない。2-4月の漁獲量は1983年から増加傾向、5-7月や11-1月の漁獲量は横ばい傾向で推移していた。

ウルメイワシ：1983年から1994年まで32.6 t から2.8 t の範囲で漁獲されていたが、1995年以降はほとんど漁獲されなくなった。漁獲は5-7月に集中していた。

マアジ：1989年以降漁獲量は増加傾向で推移し、2008年には最高の325.0 t となった。一年を通して漁獲されており、1988年以降ではいずれの季節でも漁獲量が増加する傾向がみられた。

マルアジ：2000年まで漁獲量は30 t 前後で推移していたが、2000年に238.5 t に急増した後、緩やかに減少していた。2-10月によく漁獲されており、1998年までは低位横ばい傾向で推移していたが、1999年以降、年変動が大きくなる傾向となった。

マサバ：漁獲量の年変動が大きく193.7 t から5.1 t の範囲で変動した。8-1月に多く漁獲され、季節変動が大きい傾向を示した。

サンマ：1983年から1992年までは、ほとんど漁獲されなかったが、1993-2000年に一時的に漁獲が増加した。2001年以降は急激に減少したのち横ばいで推移していた。年漁獲量のほとんどが11-1月のもので占められていた。

スルメイカ：1989年に漁獲量が急増した後、119.8 t と

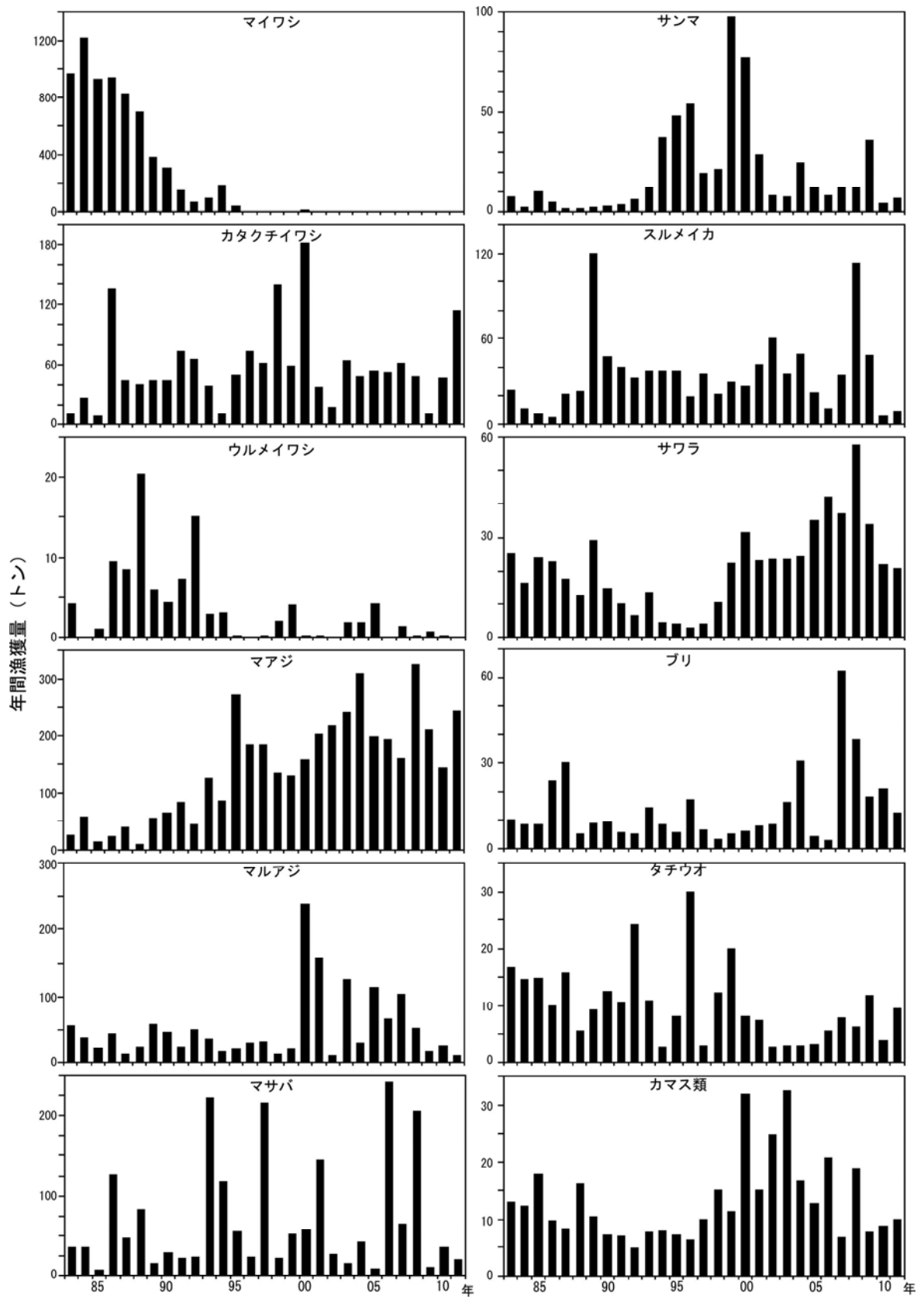


図2 主要定置網における主要魚種の漁獲量の変動

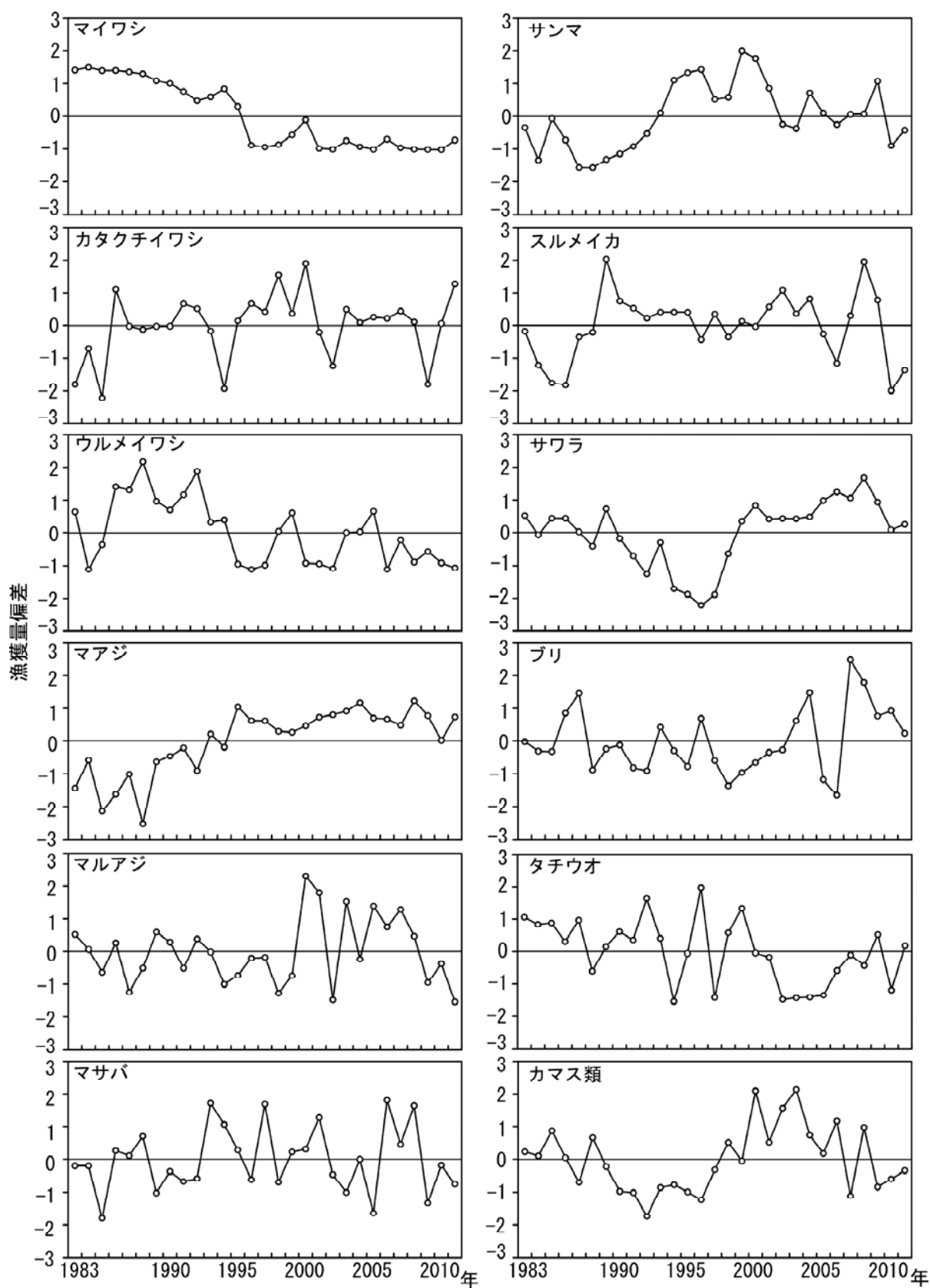


図3 主要定置網における主要各魚種の年偏差の変動

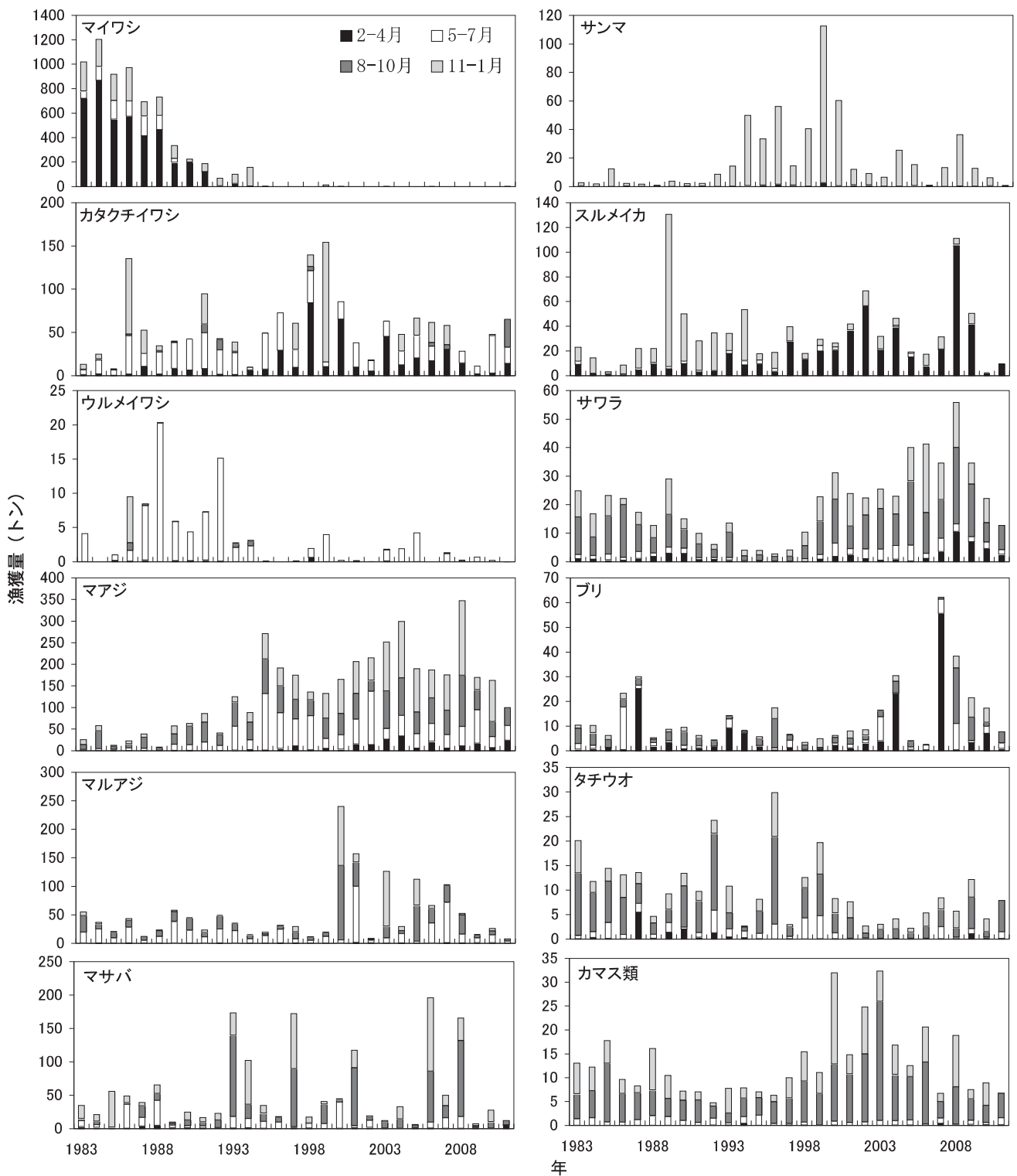


図4 主要定置網における主要各魚種の季節別漁獲量の変動
 ○：2-4月，△：5-7月，□：8-10月，◇：11-1月。

表1 主要魚種の年間漁獲量と、表層水温の年間偏差や季節別水温偏差の間における相関係数

魚種	表層水温				
	年偏差	2-4月	5-7月	8-10月	11-1月
マイワシ	-0.59**	-0.55**	-0.48**	-0.23	-0.41**
カタクチイワシ	-0.02	-0.06	0.00	-0.07	0.35
ウルメイワシ	-0.35	-0.16	-0.32	-0.34	-0.18
マアジ	0.45*	0.44*	0.34	0.08	0.42*
マルアジ	0.14	0.09	-0.01	0.19	0.10
マサバ	-0.07	0.11	-0.03	-0.23	0.05
サンマ	0.51**	0.37*	0.48**	0.19	0.23
スルメイカ	0.17	0.52**	0.02	-0.35	0.03
サワラ	0.28	0.15	0.07	0.25	0.22
ブリ	0.09	0.09	0.02	0.14	0.09
タチウオ	-0.29	-0.26	-0.38*	-0.16	-0.14
カマス	0.24	-0.05	0.41*	0.21	0.20

*危険率5%有意, **危険率1%有意.

11.5 t の間で横ばいで推移していたが、2010年以降は激減している。11-4月に多く漁獲され、1983から1997年までは11-1月の漁獲量がより多く、1998年以降は2-4月の漁獲量が増加した。

サワラ：1983年に25.1 t あった漁獲量はその後緩やかに減少し、1993~1996年には3 t 前後の低位で推移した。1997年以降は緩やかに増加し、2008年には57.9 t であった。8-1月に多く漁獲されており、2-7月の漁獲量は少なかった。

ブリ：2001年まで漁獲量は低位であったが、2002年以降(2005, 2006年除く)急増し、2007年に62.2 t になった。2-7月によく漁獲されていて、季節的な変動が大きい傾向を示した。

タチウオ：1996年に漁獲量は最高29.9 t となったが、2000年以降は変動があるものの、低位で推移する傾向がみられた。5-1月に漁獲されており、2-4月は1987年を除いて漁獲量は少なくなっている。

カマス類：1985年から漁獲量緩やかに減少し、1992年から1996年まで横ばいで推移した。その後、2003年まで増加し最高32.4 t となったが、2004年以降減少傾向に転じた。8-1月に漁獲されており、2-7月の漁獲量は少なくなっていた。

2. 漁獲量と水温の関係

主要魚種の漁獲量と唐津湾地先の水温偏差の間における相関係数を表1に示した。唐津湾地先水温の年間偏差に対して有意な正の相関を示した魚種は、マアジ ($r =$

0.45) とサンマ ($r = 0.51$) で、有意な負の相関を示した魚種はマイワシ ($r = -0.59$) であった。

また、季節別水温偏差と魚種別漁獲量の間で有意な相関を示す魚種は、2~4月にはマイワシ ($r = -0.55$)、マアジ ($r = 0.44$)、スルメイカ ($r = 0.52$)、5~7月にはマイワシ ($r = -0.48$)、サンマ ($r = 0.48$)、タチウオ ($r = -0.38$)、カマス類 ($r = 0.41$)、11~1月にはマイワシ ($r = -0.41$)、マアジ ($r = 0.42$) であった。なお、8~10月には主要魚種との間で有意な相関はみられなかった。

3. 漁獲量の魚種間類似関係および魚種別漁獲量組成の類似関係

漁獲量について魚種間の関係性を見るために、相関係数を表2に示した。危険率1%で有意な相関がみられた組み合わせはマイワシとウルメイワシ ($r = 0.58$)、マイワシとマアジ ($r = -0.83$)、マアジとサンマ ($r = 0.65$)、サワラとカマス類 ($r = 0.52$) であった。また、危険率5%で有意となった組み合わせは、マイワシとサンマ ($r = -0.44$)、マイワシとタチウオ ($r = 0.45$)、マアジとスルメイカ ($r = 0.38$)、マルアジとサワラ ($r = 0.38$)、タチウオとカマス類 ($r = -0.44$) であった。

主要魚種の漁獲量組成について、クラスター分析を行った結果を図5に示した。主要魚種12種は、4つのグループ(A-D)に分類された。グループAはマイワシ、ウルメイワシ、タチウオ、グループBはマルアジ、サワラ、カマス類、グループCはマアジ、サンマ、スルメイカ、グループDはカタクチイワシ、マサバ、ブリであった。

考 察

主要定置網の総漁獲量は1984年の1535.1 t をピークに年々減少し、1992年以降は横ばいで推移していた³⁾。この横ばい傾向は、マイワシ漁獲量の減少による総漁獲量の減少のあと、マアジおよびサンマの漁獲量が増大し、結果として総漁獲量を安定させていることによる。この3魚種の漁獲量の増減の関係について、近年多くの報告^{9), 10)}がなされている気候変動による魚種交代の可能性が考えられる。例えば、川崎ら⁹⁾は北太平洋においてマイワシが減少した後、入れ替わるようにサンマが増

表2 主要魚種間の漁獲量の相関係数

	マイワシ	カタク チイワシ	ウルメ イワシ	マアジ	マルアジ	マサバ	サンマ	スルメイカ	サワラ	ブリ	タチウオ	カマス
マイワシ	1.00	-0.29	0.58**	-0.83**	-0.11	-0.08	-0.51**	-0.18	-0.17	-0.13	0.39*	-0.19
カタクチイワシ		1.00	0.02	0.28	0.27	0.11	0.07	-0.09	-0.05	-0.06	0.06	0.05
ウルメイワシ			1.00	-0.65**	-0.04	-0.16	-0.44*	0.09	-0.07	-0.10	0.21	-0.27
マアジ				1.00	0.13	0.17	0.56**	0.38*	0.08	0.14	-0.37	0.12
マルアジ					1.00	0.16	0.08	0.14	0.38*	0.03	-0.12	0.32
マサバ						1.00	0.15	0.15	-0.08	0.06	-0.24	0.04
サンマ							1.00	0.17	-0.17	-0.10	0.01	0.07
スルメイカ								1.00	0.05	0.12	-0.17	0.00
サワラ									1.00	0.27	-0.16	0.52**
ブリ										1.00	-0.04	-0.14
タチウオ											1.00	-0.44*
カマス												1.00

*危険率5%有意, **危険率1%.

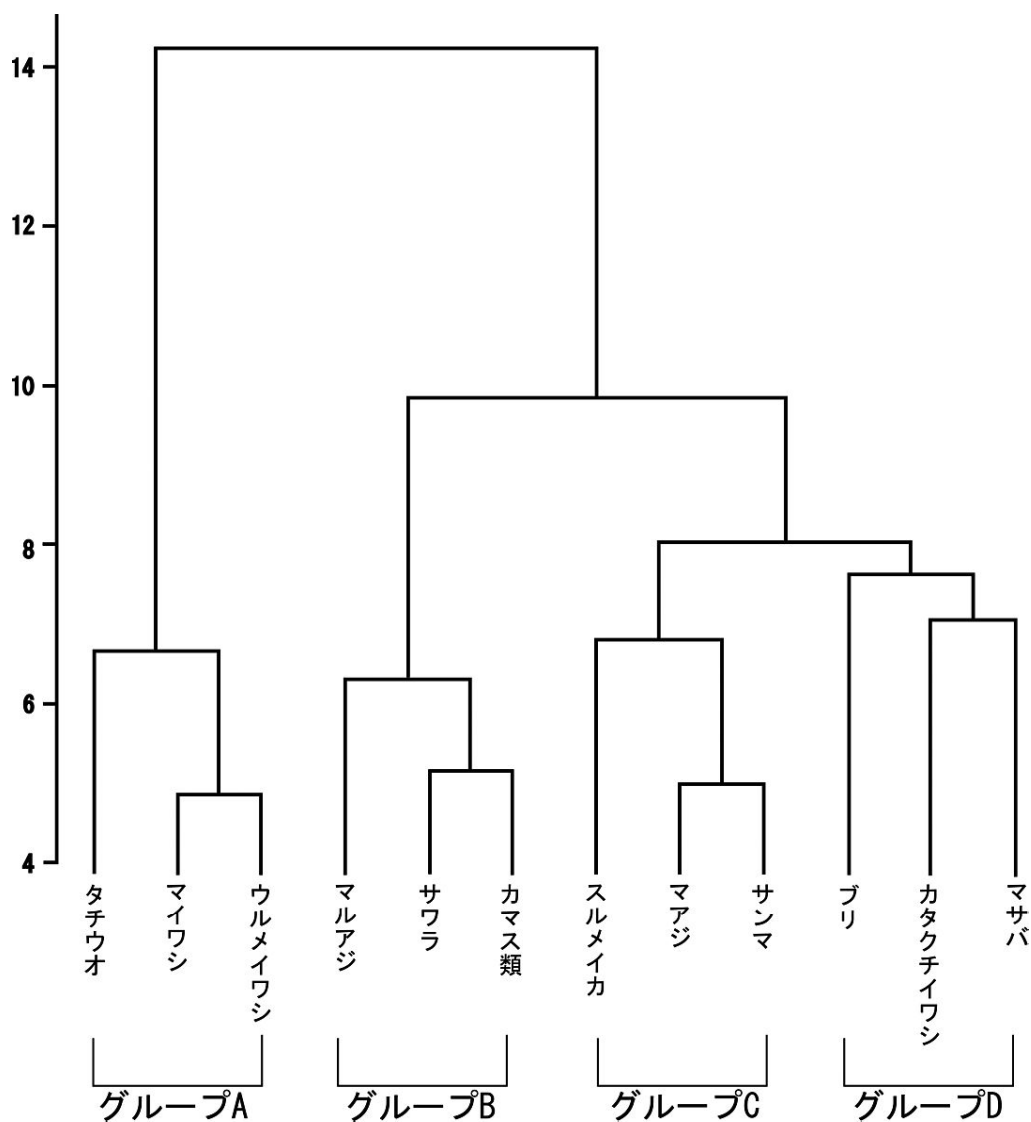


図5 クラスター分析による分類図
主要魚種の漁獲量組成についてグループ分けを行った。

加し、その後さらにマアジと入れ替わると報告している。この魚種交替の順は本報の結果と一致している。また、唐津湾地先を含む玄海海域周辺においては、1988/89年を境に水温の年平均偏差が正で推移するようになり、寒冷期から温暖期に移行した³⁾。この気候変動は、玄海海域の魚種交替に大きな影響を与えたと考えられる。

スルメイカは日本海において温暖期に増加する傾向があり¹¹⁾、本報でも玄海海域において同様の結果が得られている(図2)。スルメイカは、日本海から対馬海峡を通過して東シナ海へ抜けることが報告されているため¹²⁾、玄海海域の漁獲量や漁獲時期は、日本海における発生量および日本海からの来遊量に依存していると考えられる。

スルメイカの漁獲時期は、12月頃から4月頃が盛期であり、1983~1994年の漁獲の中心は11-1月だったが、1995年からは2-4月にずれ込んでいる(図2)。この時期のずれ込みは、2-4月の水温偏差が1995年から正偏差を示すことと、2-4月の水温偏差とスルメイカの年間漁獲量の間に関連がみられること(表1)から、2-4月の水温の上昇が、スルメイカの来遊経路や時期の変化や、来遊時期の後退を生じさせた可能性が考えられる。

前述の魚種と同様に、マサバも北太平洋においてレジームシフトによる魚種交替の構成魚種として川崎⁹⁾が報告している。しかし、玄海地区では水温がレジームシフトしていると推測されるにもかかわらず、水温との優位な相関がほとんどみられなかった($r=-0.23\sim-0.03$, 表1)。マサバは、1980年代から2000年代の玄海海域においては、魚種交代の時期には該当せず、そのため資源が恒常的に増加することはなかったと推測される。

この時期のマサバは、資源低水準期に位置していて、数年みられた漁獲量の急増は、気候変動の影響ではなく、太平洋系群内に卓越年級群が発生したことによるものと解釈することも可能である。なぜならば、太平洋系群と対馬暖流系群の間に資源交流があり、太平洋系群内の卓越年級群が、対馬暖流系群に入り込んできたことで対馬暖流系群の資源量が一時的に増加し、漁獲量が増加するからである。卓越年級群が発生した2~3年後には太平洋系群の資源量は急激に減少するため、その後は対馬暖流系群への資源添加および資源回復はおこらず、結

果的に漁獲量の増加は一時的であったと考えられる。

東シナ海・日本海のブリは、海洋環境の変化に対応し、温暖期に移行した1990年代以降に漁獲量が増加した¹³⁾。しかし、玄海海域においては異なるパターンを示し、1987年、2004年、2007年と漁獲量が単発的に急増する年があるものの、翌年まで高い漁獲量が維持されることはなかった(図2)。玄海海域のブリの漁獲量は、レジームシフトのパターンに従わず、ブリの来遊の有無が強く影響すると考えられる。そして漁獲量の増加には対馬暖流周辺のブリの資源量だけでなく、ブリが来遊するための漁場が形成される必要があると推測できる。ブリの来遊は、暖水波及や低気圧通過に伴う気象攪乱等様々な要因によって引き起こされることが明らかにされており^{14, 15)}、玄海地区においては、今後それらとの関係性を検討する必要がある。

カマス類は漁獲量において、同じ魚食性である冷水性のタチウオとは負の相関($r=-0.44$, 5%有意)がみられ(表2)、タチウオは温暖期に減少傾向を示した(図2)。カマス類とタチウオ間の生息域の入れ替わりが、水温変動によって起こったと推測される。しかしながら、両者の漁獲量には、有意な関係がみられるまでには至らなかった(表2)。

クラスター解析結果、主要魚種は4つの分類群に分けられ、各分類群は以下のような特性が示唆された(図5)。まず、グループA(マイワシ、ウルメイワシ、タチウオ)は比較的冷水性の魚種のグループであり、表1に示した水温の年偏差との相関はすべて負を示していた。このグループは、1980年代に多く漁獲されたが、1990年代半ばの温暖期以降後、漁獲量は減少傾向である(図2)。これに対して、グループB(マルアジ、サワラ、カマス類)およびC(マアジ、サンマ、スルメイカ)は表1に示した水温の年偏差との相関は、マルアジを除いてすべて正を示しており、ともに温暖性魚種として扱うことが出来る。そして、グループBは魚食性が強い魚種、グループCは広域回遊魚種となっていた。グループD(カタクチイワシ、マサバ、ブリ)は、玄海海域においては1990年代半ばの気候変動との関連性は見られず(図2)、好適な条件が満たされる場合に増加する単発増加的魚種であると推測された。また、気候変動の状態を把握するためには、グループA(寒冷期の指標)

や、グループB、C（温暖期の指標）の漁獲量変動が利用出来るのではないかと考えられた。

このように、主要魚種は4つのグループに分類され、グループ別に特性を持っていた。梅田ら¹⁶⁾は地球温暖化の評価指標として玄海海域ではサワラ、スルメイカ、ヤリイカを挙げており、本報においてもサワラ、スルメイカについては温暖期の指標魚種として利用できる点で一致していた。また、マイワシは昔から増減を繰り返す、レジームシフトのキー種であるとされており⁹⁾、2010年には太平洋系群で卓越年級群が確認されている¹⁷⁾ので、今後の動向を注目すべき魚種と考えられる。

今回、主要定置網の漁獲量と海洋環境の関係性を解析することで、海洋環境が漁獲量に影響を及ぼす魚種が明らかになった。また、定置網の漁獲量を継続的に評価することで、玄海海域の来遊状況の把握が可能だと考えられた。しかし、定置網の漁獲量は、海洋環境の他に、資源量、漁具構造、敷設位置等、様々な要因に左右される¹⁾と言われており、漁場形成の解明には、他の要因との関係性の解明が必要だと思われる。

例えば、玄海海域の主要定置網は松浦川河口付近に位置するものから、壱岐水道に面した比較的沖合に敷設されているものがあり、海域の環境はかなり異なっている。漁具構造が玄海海域内でも同一ではない¹⁸⁾ため、定置網の特性はそれぞれ異なり、それが各定置網の漁獲量の変動に大なり小なり作用していると推測できる。今後、各定置網間の漁獲量の関係性や、局地的な気象・海象との関係性を解明することで、玄海地区の詳細な漁場形成機構の解析を行っていく必要がある。

謝 辞

本報を取りまとめるにあたって、主要定置網の網元の方々および佐賀県玄海漁連魚市場の職員の皆様に多大なご協力を承りましたことに感謝いたします。また、長崎大学鈴木利一教授には、懇切丁寧なご指導を頂きましたことに謹んで感謝いたします。

文 献

- 1) 三井田史親・根本雅生・竹内正一（1999）：神奈川県三浦地区定置網漁場の漁獲特性に関する統計的研究，東京水産大学研究報告，**86**(2)，55-67.
- 2) 根本雅生・石崎博美（1998）：相模湾の定置網における漁獲特性、魚種組成・漁獲量の変動特性 水産海洋研究，**62**(4)，392-398.
- 3) 寺田雅彦・梅田智樹（2012）：佐賀県玄海海域における主要定置網の漁獲量の変遷（予報），佐玄水振セ研報，**5**，93-99.
- 4) 寺田雅彦（2012）：玄海周辺海域における表層水温の長期変動，佐玄水振セ研報，**6**，63-69.
- 5) 浜口勝則（1986）：定置網漁獲物の特性と漁場の類型化に関する統計的研究，三重水技研報，**1**，13-22.
- 6) 鐵 健司（1977）：相模湾内定置網漁獲物の組成に関する統計的考察，東海水研，**89**，1-15.
- 7) 根本雅生・清水 誠（1997）：相模湾西湘地区定置網漁場における漁獲特性，日本水産学会誌，**63**(6)，947-955.
- 8) 志村 健（2010）：日本海南西海域の海洋環境変化にตอบสนองする浮魚類資源の漁獲変動に関する研究，北海道大学大学院，博士論文.
- 9) 川崎 健（2007）：第1章 レジーム・シフト理論に基づく小型浮魚資源の管理，レジーム・シフト—気候変動と生物資源管理—，p.101-111，成山堂書店
- 10) 高須賀明典（2007）：I-3. 気候変動からマイワシ資源変動に至る生物過程，日本水産学会誌，**73**(4)，758-762.
- 11) 桜井泰憲（2007）：第2章 レジーム・シフトを含む気候変化にตอบสนองするイカ類の資源変動，レジーム・シフト—気候変動と生物資源管理—，p.113-129，成山堂書店.
- 12) 木所英昭（2012）：スルメイカ資源変動仮説と近年の資源と海洋環境の状況，平成23年度スルメイカ資源評価協議会報告，3-8.
- 13) 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**(2)，125-131.
- 14) 井野慎吾・奥野充一・前田英明（2008）：日本海北部におけるブリの海況変動と海洋環境，水産海洋研究，**72**(3)，234-236.
- 15) 久野正博（2011）：ブリ類の漁獲変動と漁場形成，水産海洋研究，**75**(1)，41-43.
- 16) 梅田智樹・千々波行典・伊賀田邦義・広瀬 茂・井 雅一・伊賀上孝徳（2012）：佐賀県玄海沿岸海秋山秀樹・山田東也・種子田雄・村上憲男・白域における地球温暖化による漁場環境・水産生物への影響調査，佐玄水振セ研報，**5**，1-22.
- 17) 水産総合研究センター（2010）：平成22年度資源評価調査.
- 18) 梅田智樹（2000）：佐賀県玄海海域の主要定置網で漁獲される魚種組成について，西海区水産ブロック漁海況研報，**8**，13-26.