

2010年代の北海道周辺におけるブリの漁獲量変動の特徴（資料）

星野 昇^{*1}, 藤岡 崇²

¹北海道立総合研究機構,

²北海道立総合研究機構栽培水産試験場

Characteristics of yellowtail catch in Hokkaido, Japan in the 2010s (Note)

NOBORU HOSHINO^{*1} and TAKASHI FUJIOKA²

¹ Hokkaido Research Organization, Sapporo, Hokkaido, 060-0819,

² Hokkaido Research Organization, Mariculture Fisheries Research Institute, Muroran, Hokkaido, 051-0013, Japan

キーワード：SST, EOF解析, ブリ, 北海道, 年齢と成長

ブリ (*Seriola quinqueradiata*) は北西太平洋に生息するアジ科魚類である。日本列島周辺では東シナ海から西日本の海域で冬から春にかけて産卵し (村山・北原, 1992; 山本ら, 2007), 海水温10~25℃の海域を季節変化に応じて回遊する (井野ら, 2008)。また, 西日本の沿岸域では広範な回遊をしない根付き集団の存在も知られている (阪地ら, 2010)。体長は満1歳で約470 mm, 満2歳で約610 mm, 3歳以上で800 mm以上となる (亘ら, 2019)。成熟は2歳で一部が, 3歳で大半が成熟し, 寿命は7歳前後とみられている (日本海区水産研究所他: <http://abchan.fra.go.jp/digests2019/details/201945.pdf> (2021)) (2021年3月31日)。

北海道におけるブリの漁獲量は2000年頃まで数百トン程度で推移していたが, 2000年代に増加傾向となり, 2010年代には著しく増加して年間1万トン前後で推移するようになった (図1)。漁獲量の約99%は定置網類による5~11月の漁獲である。日本国内の漁獲量も2000年代に増加して2010年代は10万トン以上で推移しており, その背景に日本列島周辺のブリの資源量が2000年頃から大きく増加したことがある (日本海区水産研究所他, 2021)。

日本列島周辺におけるブリの漁獲量変動に関しては, 平均海水温が年代間で大きく変化するレジームシフト (Yasunaka and Hanawa, 2002) や, 温暖期と寒冷期が十数年間隔で周期的に入れ替わる十年規模変動 (例えば, 吉田ら, 2020) との関連性について多くの研究がある。例えば, 温暖期には日本海での越冬海域が能登半島以北に

広がること (内山, 1996; Tian *et al.*, 2012), 北海道・青森と岩手・宮城の漁獲量には温暖期, 寒冷期それぞれに異なる正の相関関係があること (阪地ら, 2012), 温暖期には日本国内の漁獲量の「重心」が北偏し, 北海道の漁獲量が増加し南日本で減少するパターンのあること (宍道ら, 2016) が報告されている。能登半島および房総半島以北の本州の漁獲量は北海道の漁獲量と同期的に推移していることから (図1), 2010年代の北海道周辺での顕著な漁獲増には, 海水温の変化とそれに伴う日本列島周辺のブリ資源量の増加や分布域の北偏が関係している可能性が高い (星野, 2017)。

ブリは漁獲量が多いうえ養殖業も天然採苗に依存して

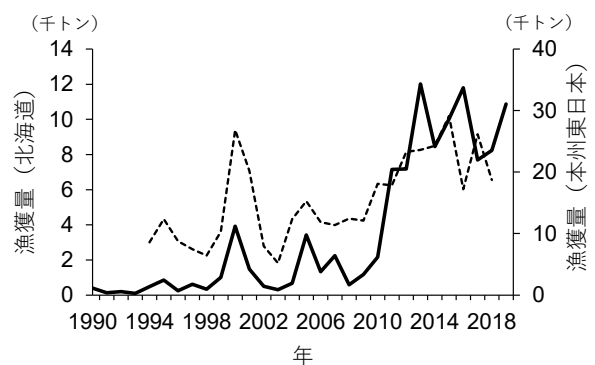


図1 北海道および本州東日本地方に水揚げされたブリの漁獲量の経年変化 実線：北海道 破線：本州東日本 (日本海：能登半島以北, 太平洋：房総半島以北, データ基：漁業・養殖業生産統計年報)

表1 漁獲量の集計地区（図2）における定置網類の設置数と漁獲状況

Area番号	地区範囲	定置網類の設置数	漁期	総漁獲量 (トン)	ブリの漁獲量 (トン)	最多漁獲種
1	戸井-松前	154	5-8月	538	31	カタクチイワシ
			9-11月	910	36	サケ
2	上ノ国-瀬棚	93	5-8月	144	34	ヒラメ
			9-11月	384	12	サケ
3	島牧-寿都	52	5-8月	477	194	ブリ
			9-11月	1,064	73	ホッケ
4	岩内-神恵内	44	5-8月	603	262	ブリ
			9-11月	574	28	サケ
5	積丹-余市	71	5-8月	271	210	ブリ
			9-11月	982	386	ブリ
6	小樽-石狩	44	5-8月	52	17	ブリ
			9-11月	1,344	36	サケ
7	増毛-苫前	10	5-8月	16	0	ホッケ
			9-11月	454	14	サケ
8	羽幌-稚内	84	5-8月	245	10	ニシン
			9-11月	1,280	11	サケ
9	宗谷-枝幸	235	5-8月	898	17	サケ
			9-11月	7,265	95	サケ
10	雄武-北見	928	5-8月	3,792	45	カラフトマス
			9-11月	14,993	128	サケ
11	網走-斜里	346	5-8月	3,713	54	カラフトマス
			9-11月	19,084	167	サケ
12	羅臼-標津	152	5-8月	1,841	44	ニシン
			9-11月	9,264	484	サケ
13	別海-歯舞	297	5-8月	1,247	12	コマイ
			9-11月	4,788	72	サケ
14	落石-昆布森	193	5-8月	2,092	145	コマイ
			9-11月	2,026	62	サケ
15	釧路-鹿野	59	5-8月	638	10	サケ
			9-11月	4,540	78	サケ
16	襟裳岬-浦河	36	5-8月	1,656	35	マサバ
			9-11月	4,124	200	サケ
17	新日高-日高	25	5-8月	963	23	ソウハチ
			9-11月	2,411	451	サケ
18	鶴川-室蘭	25	5-8月	180	26	マサバ
			9-11月	2,767	142	サケ
19	伊達-砂原	257	5-8月	918	10	マサバ
			9-11月	4,337	201	サケ
20	鹿部	9	5-8月	171	15	ホッケ
			9-11月	423	120	マサバ
21	南茅部	63	5-8月	2,178	524	マサバ
			9-11月	8,313	4,297	ブリ
22	楡法華	2	5-8月	317	202	ブリ
			9-11月	706	495	ブリ
23	恵山	5	5-8月	79	74	ブリ
			9-11月	137	31	サケ

は査定結果に大差ないことが報告されている（久野ら、2016）。本研究では両手法を用いることとし、脊椎骨は定法により第16、17椎骨をエタノールと過酸化水素水で脱脂・洗浄した後、縦方向に切断して乾燥した状態でルーペを用いて読輪した。鱗は体側左の胸鰭基部付近から10枚程度を採取し、洗浄後2枚のスライドガラスに挟んで実体顕微鏡により隆起線の密帯を計数した。両手法による年齢査定結果に違いのあった個体は約1%で、違いのあった場合は脊椎骨による結果を用いた。

両地区の年齢査定結果に基づき、時期ごとの年齢と体長・体重の関係を把握した。日本海と太平洋の漁獲物で成長傾向に違いがあるかを調べるため、9~10月に採集した標本の肥満度（内臓除去重量を体長の3乗で除した値）と、成長履歴として脊椎骨断面の中心から外縁までの距離（半径）に対する第1歳輪までの距離（例えば、白石ら、

表2 本稿で分析したブリ漁獲物標本の概要

	Area 5	Area 21	合計
北上期			100
7月	50		50
8月	50		50
南下期	68		68
9月	38		38
10月	30	80	30

2011) の比を地区間で比較した。

主要産地の漁獲物年齢組成の推定 Area 5, 12, 17, 21, 23に所在する漁業協同組合の荷受伝票データからブリの月別・体重規格別の漁獲量を集計して月別体重組成を推定し、その体重組成を漁獲物標本（表2）から推定した体重と年齢の関係に基づき年齢組成に変換し、漁獲物年齢組成の経年変化を把握した。それぞれの漁協において集計可能な年から2019年までを対象とした。

海水温変化の特徴 井野ら（2008）は、アーカイバルタグを用いたブリの標識放流調査で、北海道日本海を回遊したブリが表層水温15℃以上の海域を遊泳したことを明らかにしている。東シナ海ではブリの好適な表層水温の範囲は16~29℃、最適水温は19~20℃と推測されている（三谷、1960）。また、海面養殖のブリでは海水温15℃以上で良好な成長が得られるが、14℃以下では摂餌量が急激に減少し成長量も小さくなることが知られている（原田、1965）。これらのことから、北海道に來遊するブリの漁獲動向には、定置網類が設置されている沿岸の表層水温15℃以上の分布やその経年変化が強く影響していると考えられた。そこで、北海道沿岸の海面水温（以下、SST）データ（1982~2020年）を気象庁札幌管区気象台のホームページ（<https://www.jma-net.go.jp/sapporo/kaiyou/engan/data/engandata.html>）（2021年3月31日）より取得し分析した。このSSTデータは、人工衛星とブイ・船舶による観測値から求めたSST解析値を基に、緯度・経度0.25度の格子間隔の面積に応じて加重平均し、日別・沿岸海区分に算出されている。漁獲量変動の分析対象とした23地域区分に対応する海区と、その周辺海域として、青森県日本海沿岸（A）、津軽海峡の西側（B）、知床岬の東（C）、青森県太平洋沿岸（D）、色丹島の南東側（E）、択捉島東側（F）のSSTデータを分析対象とした（図2）。SSTの分析は、日本海~オホーツク海（対馬暖流域）と津軽海峡および太平洋（津軽暖流および親潮流域）に分けて行い、ブリの北海道への來遊時期に当たる6~7月、本州以南に越冬・産卵のため移動する10~11月のSST平均値の経年変化を把握した。なお、6~7月の海面水温が15℃を下回って推移

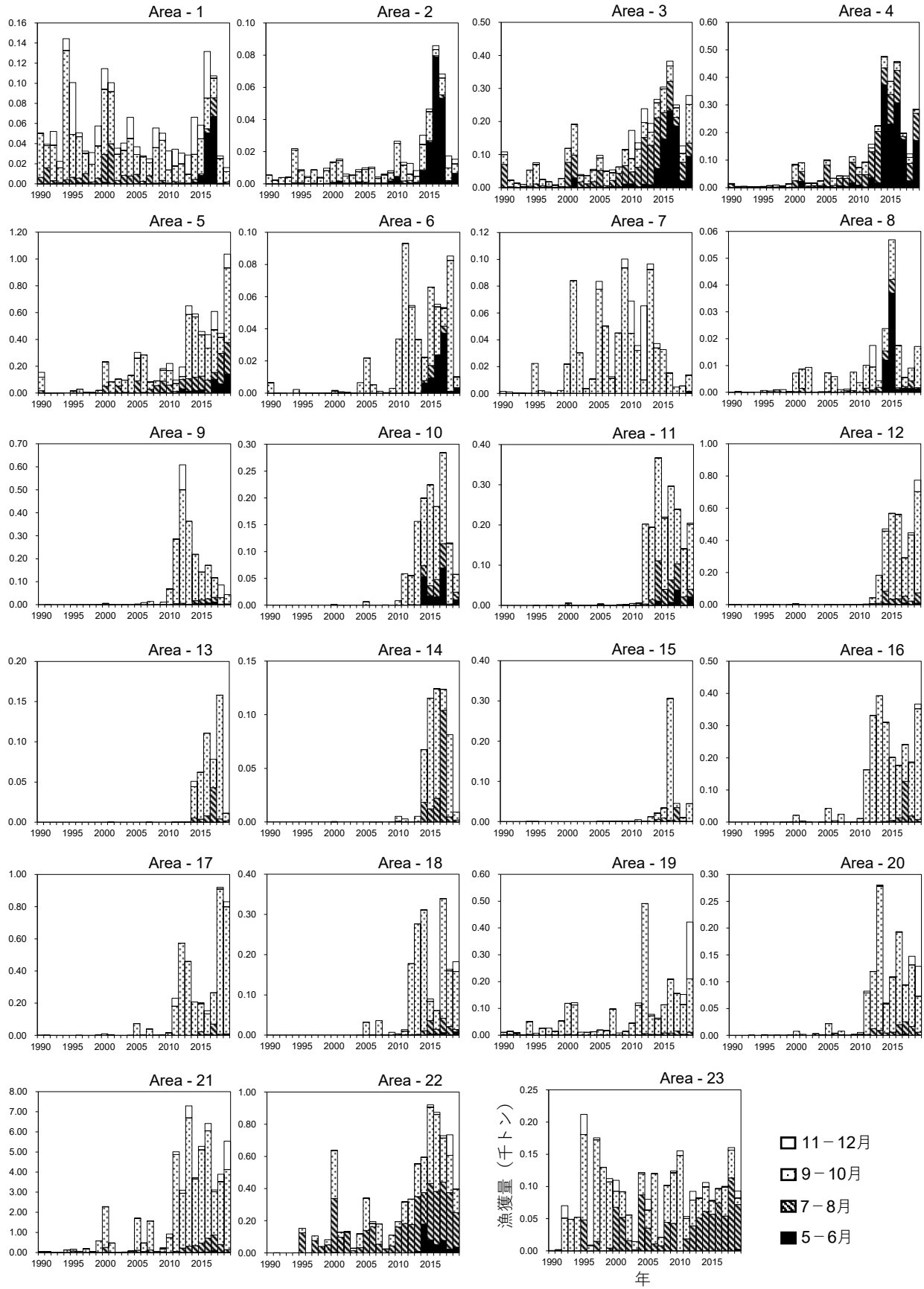


図3 漁獲量の集計地区ごとの月別漁獲量の経年変化 Area 番号は図2を参照

した海域については7~9月の平均SSTの推移も把握した。

北海道へ来遊する時期のSSTの変動要素を明らかにするため、6~7月SSTデータについてEOF (Empirical Orthogonal Function) 解析を行った。EOF解析は海水温などの時系列データに対する主成分分析であり、固有ベクトルと主成分得点より変動要素 (主成分) の各対象地への影響の強さと経時変化を評価する方法である。

なお、本稿では北海道周辺のSSTが最も高くなる8~9月を基準として、本州から来遊のある5~8月を「北上期」、産卵や越冬のため本州に移動する9~12月を「南下期」と記載する。

結果

漁獲量変動パターンの類型化 各地域区分の漁獲量変動には、漁獲量が増加し始めた年や増加以降の推移、漁獲量の多い月などに大きな違いがあった (図3)。クラスター分析により、これら23地域区分は大きなグループ (クラスター) として、日本海および津軽海峡のグループ (Area 1~8, 23) と、太平洋およびオホーツク海のグループ (Area 9~22) に分類された (図4)。さらに、デン

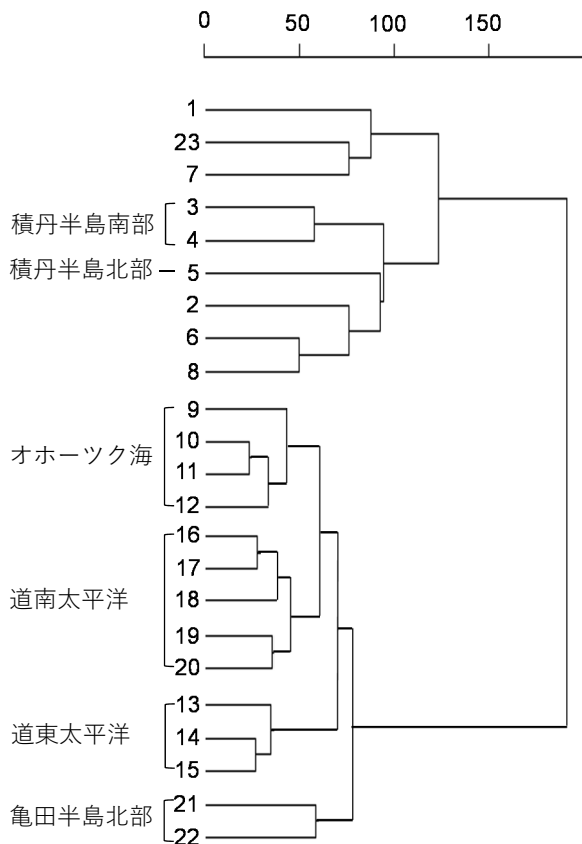


図4 クラスター分析による23地区のデンドログラム
数字はArea 番号 (図2) を示す

ドログラムの距離が近接な小クラスターとして、Area 3・4 (積丹半島南部海域), Area 5 (積丹半島北部海域), Area 9~12 (オホーツク海海域), Area 13~15 (道東太平洋海域), Area 16~20 (道南太平洋海域), Area 21・22 (亀田半島北部海域) の6海域と、地理的な連続性がなく漁獲量自体が少ないグループとして、Area 1・7・23とArea 2・6・8に分類された。

漁獲物の資源生態的特徴 漁獲物標本の年齢査定に基づいて推定された年齢と尾叉長・体重との関係を、北上期、南下期ごとに表3, 図5に示す。0~3歳は年齢間で体サイズが大きく異なり、4歳以降・尾叉長約700 mm以上では

表3 各年齢の尾叉長mm (上段) と体重g (下段) の最小値, 最大値, および中央値

年齢	北上期 (Area 5)				南下期 (Area 5, 21)			
	標本数	最小値	最大値	中央値	標本数	最小値	最大値	中央値
0歳	0				20	331 563	374 870	358 700
1歳	1			494 1,695	23	424 1,185	552 2,397	514 2,049
2歳	55	516 1,766	651 3,993	578 2,590	42	531 2,483	795 4,253	626 3,142
3歳	33	642 3,673	787 6,241	703 4,538	53	610 3,263	830 10,770	746 5,947
4歳	9	741 5,001	810 7,301	755 5,588	10	700 5,165	840 8,513	757 6,438
5歳	2	791 6,789	810 7,000	801 6,895	0			

上段: 尾叉長 (mm)
下段: 体重 (g)

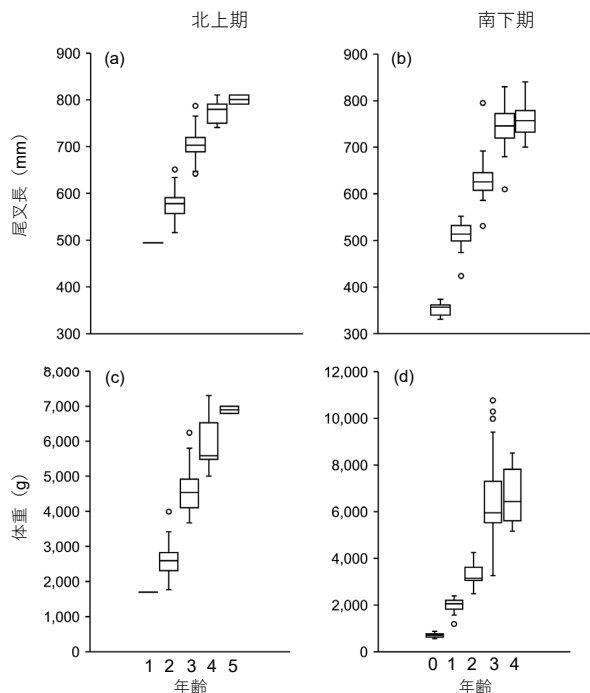


図5 2016年に北海道において漁獲されたブリの年齢と体長 (a, b)・体重 (c, d) との関係 図中の数値は標本数を示す

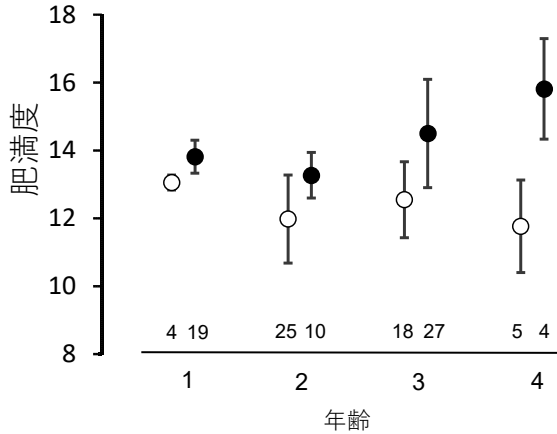


図6 2016年に北海道において漁獲されたブリの肥満度 黒丸は亀田半島北部 (Area 21), 白丸は積丹半島北部 (Area 5), 垂線は標準偏差, 図中の数値は標本数を示す

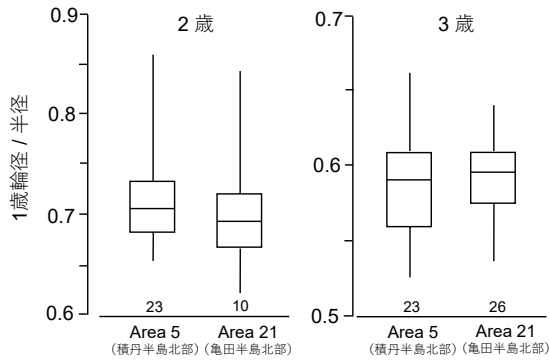


図7 脊椎骨断面の中心から縁辺までの距離 (半径) に対する1歳輪までの距離の比 図中の数値は標本数を示す

年齢間の違いが小さかった。北上期と南下期の同じ年齢のサイズ差は大きく, 4歳魚でも体重では1 kg程度の差があった。また, 南下期の3歳以上は体長に対し体重のばらつきが大きかった。

南下期の肥満度は両地区ともに1歳魚が2歳魚よりやや高く, 各年齢でArea 21の方が高かった ($p < 0.01$, t検定) (図6)。

脊椎骨断面の半径に対する1歳輪までの距離の比を, 標本数の多い2歳魚と3歳魚のそれぞれについて地区間で比較したところ有意差はなかった ($p > 0.05$, Willcoxon順位和検定) (図7)。

主要産地の漁獲物年齢組成の推定 Area 5では2013年から南下期の漁獲量が急増したが, その漁獲物の大半は2歳以上と推定された (図8)。Area 12では2014年以降南下期の漁獲量が急増し, その漁獲物の大半は3歳以上で占められ, 2016年には1, 2歳の漁獲もみられた。Area 17では大半が南下期の漁獲であり2歳魚以上が主体となっていた。

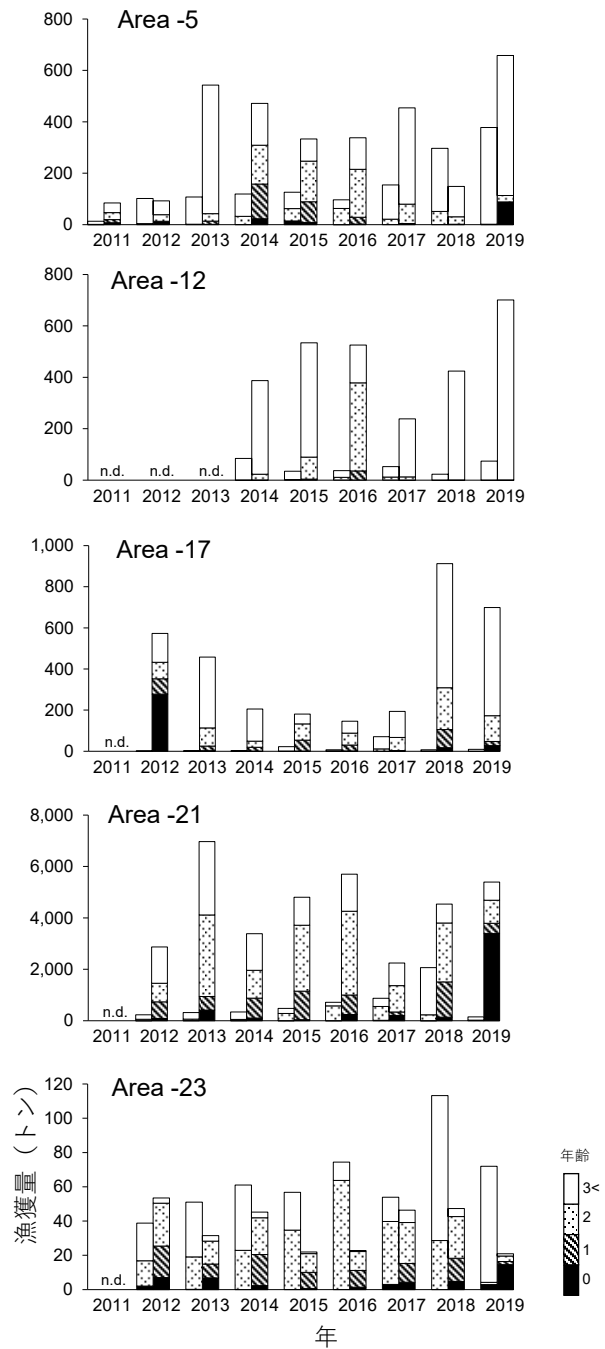


図8 北海道の主要産地におけるブリの年齢組成の経年変化 各年の左側グラフは北上期, 右側グラフは南下期を示す

Area 21では南下期に2歳以上の漁獲量が多く, 2019年には0歳の漁獲量が増加した。Area 23では2013年頃から南下期よりも北上期の漁獲量が多くなり, その漁獲物は2歳以上と推定された。

海水温変化の特徴 日本海~オホーツク海の各海域における6~7月のSSTは直線的な昇温トレンドに, 1990年前後, 2000年前後, 2010年代前半に温暖期となる10年規模変動の周期成分が加わる変動傾向であった (図9)。Area

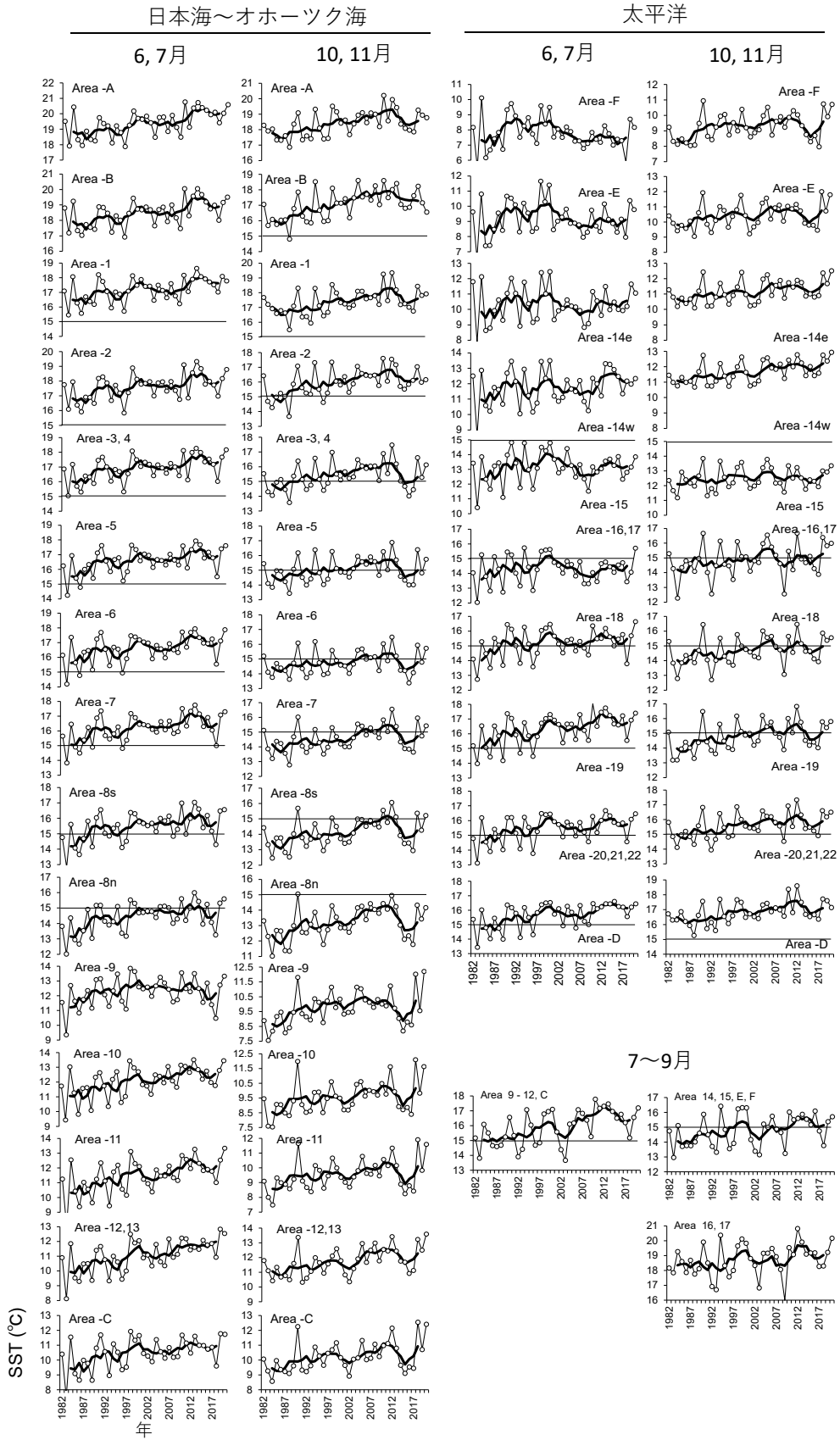


図9 6～7月および10～11月の各海域の平均海面水温の経年変化 太線は5年移動平均，図中の横線はブリ来遊の目安とした15℃を，Area 8, 14のn・s, e・wはそれぞれのAreaの北側・南側，東側・西側であることを示す

7以南のSSTは、ブリ来遊の目安とした15℃を上回って推移していたが、2010年頃からはArea 8（宗谷海峡周辺）でも15℃を上回る年が多くなった。Area 9～12（オホーツク海）の6～7月のSSTは15℃を下回って推移したが、7～9月の平均SSTは15℃を超え、2010年以降は平均16.8℃と、それ以前よりも約1.3℃高く推移した。なお、6～7月のSST上昇率が最も高かったのはArea 12（0.56℃/10年）、次いでArea 11（0.41℃/10年）であった。

日本海～オホーツク海における6～7月SSTのEOF第1、第2モードの寄与率はそれぞれ86.8、5.7%で、この海域のSST変動の92%を説明した。第1モードの空間パターン（固有ベクトル）は各地で同程度の正值であり、その時係数の推移は各地のSST変動に共通した特徴が反映されていた（図10）。第2モードの空間パターンはArea 9（宗谷岬東側）に正のピークがあり、Area 5～6（石狩湾沿岸）を挟んで、北側海域が正值、南側海域が負値、Area 10以東は0に近かった。その時係数は2010年頃から負値で急減していたことから、第2モードの変動要素は2010年以降、宗谷岬の東側から石狩湾にかけての海域でSSTを低下させるよう影響していた。

津軽海峡および太平洋の各海域における6～7月のSST

は2000年頃まで上昇し、2000年代に連続して低下した（図9）。2010年代には再び上昇に転じたが、Area E～F、14～17（道東太平洋から日高海域）では上昇率が小さく2000年頃の水準には及ばなかった。亀田半島北部からArea 18（胆振海域）では2010年以前から平均的に15℃を超えて推移したが、Area 16以東では6～7月に15℃を超える年はほとんどなかった。なお、太平洋海域で6～7月のSST上昇率の最も高い海域はArea 19の噴火湾（0.48℃/10年）であった（図9）。

津軽海峡および太平洋の6～7月SSTのEOF第1、第2モードの寄与率はそれぞれ79.9、10.1%で、この海域のSST変動の約90%を説明した（図10）。第1モードの空間パターンと時係数には、各地域のSST変動の特徴が反映された。第2モードはArea 1およびArea 18～23にかけての海域で正值、Area 16、17を挟んで東側の海域で負値の空間パターンであり、その時係数は1992年から2017年にかけて上昇しており、津軽海峡から噴火湾にかけてSSTを上昇させ、道東太平洋ではSSTを低下させるよう影響していた。

南下期である10～11月のSSTも北上期と同様、道東太平洋を除いて全域で2012年頃まで上昇傾向で推移した後、

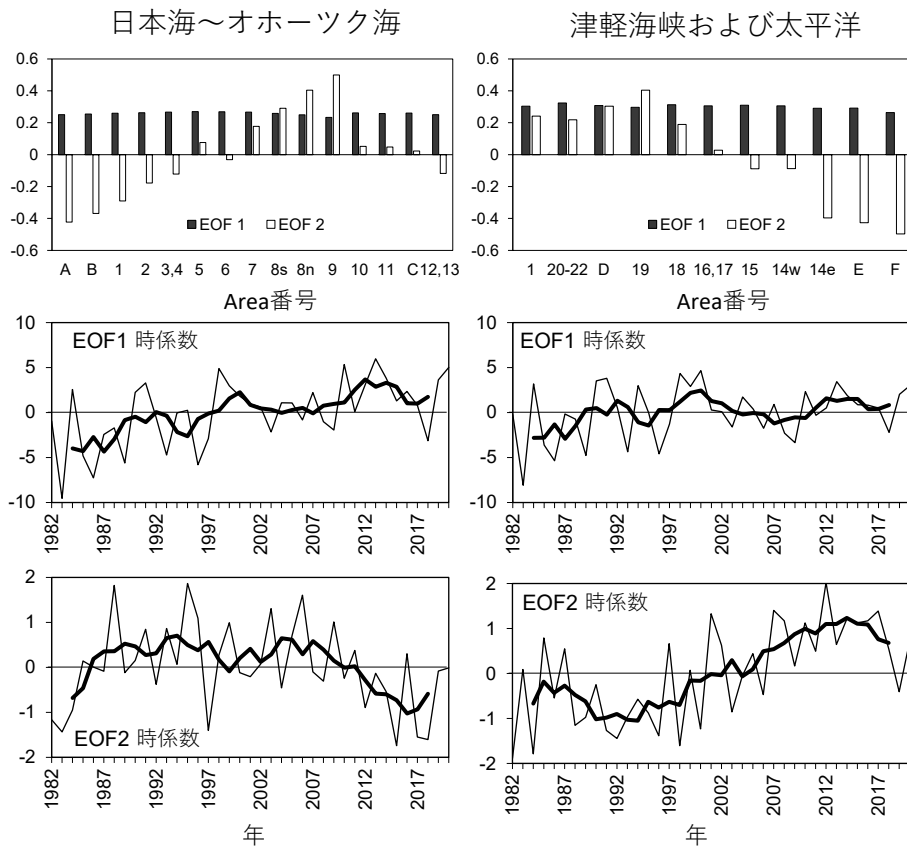


図10 EOF解析による第1、第2モードの空間パターンと時係数 時係数グラフの太線は5年移動平均を示す

2010年代半ばに大きく減少し、それ以降は再び上昇傾向に転じた(図9)。

考 察

クラスター分析の結果に基づき、漁獲量の増加傾向や主漁期の類似する海域範囲として、積丹半島南部、積丹半島北部、オホーツク海(知床半島周辺を含む)、道東太平洋、道南太平洋、亀田半島北部の6海域を見出した。日本海～オホーツク海海域と津軽海峡～太平洋海域のそれぞれに、各海域の漁獲量変動と漁獲物の特徴、海水温と漁獲動向との関連性について考察する。

日本海～オホーツク海海域

1. 積丹半島南部 (Area 3, 4) 日本海のブリは対馬暖流域の水温上昇に伴い北方に回遊する(山本ら, 2007)。対馬暖流はその半分程度が津軽暖流として太平洋に入り、残りは日本海を北上する(中多・田中, 2002)。対馬暖流の北上流域にあるこの海域では、2000年以降徐々に漁獲量が増加し、2010年代半ばには5～6月の漁獲量が急増、2018年に急減したが2019年に再び増加した(図3)。この海域の漁獲物の年齢組成は得られなかったが、積丹半島北部と同じ来遊群と考え、主漁期である北上期の主体は2歳以上のブリ(図8)と推察される。

2. 積丹半島北部 (Area 5) この海域では、積丹半島南部と同様に2000年以降に漁獲量が増え2010年代に急増したが、漁獲量が北上期に多い積丹半島南部海域と異なり南下期に多いという特徴があった(図3)。これは、日本海を南北回遊するブリに対し積丹半島が進路を遮るよう突出していることにより、北上期、南下期それぞれに回遊経路の上流側の定置網で漁獲されやすいことが理由のひとつと考えられる。Area 5の漁獲物は、北上期に2歳以上、南下期に3歳以上の割合が大きく、2014～2016年には1～2歳も比較的多く漁獲され、漁獲量全体が大きく増加した(図8)。

3. オホーツク海海域 (Area 9～12) 対馬暖流の北上流は宗谷海峡を通過すると、宗谷岬周辺と網走沖との海面水位差で駆動される南東向きの傾圧流である宗谷暖流となる(青田, 1976)。この海域では2010年頃までの漁獲量はほとんどなく、それ以降に急増した(図3)。主漁期は南下期であるが、2010年代半ばから北上期の漁獲量も増加した。Area 12の漁獲物の年齢組成から、来遊の主体は3歳以上の大型ブリと推察される(図8)。

4. 海水温変化と漁獲動向との関係 積丹半島周辺における北上期のSSTは15℃を上回って推移しており、2010年代前半にさらに上昇した。EOF第1モードに特徴付けられた、昇温トレンドに10年規模変動の周期的変化が重な

るというSSTの変動傾向は、北海道のみならず東シナ海から本州日本海の春季のSST変化に共通してみられる特徴である(気象庁:http://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/shindan/a_1/japan_warm/japan_warm.html (2021年3月31日))。すなわち、積丹半島周辺では、対馬暖流域の海水温の上昇が続いたことにより北上期のSSTが2010年以前からブリ来遊の適水温となっていたことで、2000年代以降のブリ資源量の増加の影響が、漁獲量の増加傾向として2000年代に現れた。さらに、2010年以降に温暖期に入り資源量も大きく増加していたことにより、漁獲量が急増したと考えられる。

一方、宗谷海峡周辺の北上期のSSTは2010年頃まで15℃を下回って推移していたことから、この年代に宗谷海峡を通過するブリは少なかったと推察される。しかし、2010年以降は15℃以上となる年が多くなったことから、6～7月には宗谷海峡周辺までブリが来遊できる海水温となり、その結果、遊泳力が高く早い時期に日本海へ来遊した3歳以上のブリがオホーツク海に至るようになったと推察される。オホーツク海の6～7月のSST平均値は適水温に達していないが、7～9月には15℃を超え、特に、2010年以降には著しく上昇し平均16.8℃と、好適な水温環境となっていた(図9)。宗谷暖流が知床岬を超え根室海峡に至る7月(Itoh and Ohshima, 2000)には知床半島東部にまで回遊範囲が広がり、9月以降に海域一帯に大規模に設置されたさけ定置網(表1)で大量に漁獲されるようになったと推察される。

宗谷岬の東側海域の北上期のSSTには明瞭な昇温傾向が認められなかった(図9)。これにはEOF第2モードにみられた、この海域から石狩湾にかけてのSSTの変動要素が、対馬暖流域の昇温傾向を打ち消すように影響したためと考えられる。この海域において2010年代に北上期の漁獲量に増加傾向が現れなかったのは、積丹半島と同じく回遊経路を遮る地勢の下流側であることにくわえ、北上期の海水温が低いためブリが滞留しにくい環境にあったのではないかと考えられる。

津軽海峡～太平洋海域

1. 道東太平洋海域 (Area 13～15) この海域では、2010年代前半までの漁獲量はほとんどなく、2014～2018年に突発的に増加した(図3)。漁獲物年齢組成は明らかでないが、Area 17で2歳以上が主対象(図8)であることから、同様の組成と推察される。

2. 道南太平洋海域 (Area 16～20) この海域では、2010年以前も漁獲量が記録される年があり、2011年から2013年にかけて急増した(図3)。道東太平洋海域で漁獲量が突発的に増加した時期である2014～2017年には低調に推移したが、2018～2019年に再び増加した。Area 17では南下

期に2歳以上を主体に漁獲されているが、年によっては0歳や1歳の漁獲があった(図8)。

3. 亀田半島北部海域 (Area 21, 22) 北海道の最多産地であるこの海域では、2010年以前にも漁獲量があり2010年代に急増した(図3)。漁獲時期はArea 21では南下期の割合が、Area 22では北上期の割合が大きかった。Area 21の漁獲物は南下期の2歳以上が主体であったが、年によっては0~1歳も漁獲された(図8)。Area 21の南下期の漁獲物の肥満度は日本海のArea 5と比べて各年齢で高い傾向が認められ(図6)、太平洋と日本海~オホーツク海の来遊群とでは成長が異なる可能性が示唆された。一方、1歳時の脊椎骨輪径の半径に占める比に差はなく(図7)、成長履歴に異なる要素が認められなかった。ただし、今回は2016年に採集した標本のみの結果であるため、今後より詳細な検討を進める必要がある。

4. 海水温変化と漁獲動向との関係 太平洋のEOF第1モードも日本海~オホーツク海と同様の変動傾向であったが、2000年代以降の時係数が0前後で推移していたことから、北上期のSSTへの第1モードの影響は2000年以降小さくなったと考えられる。一方、第2モードの時係数は2000年代半ばから正值に転じ著しく増加し、正の空間パターンを持つ津軽海峡から噴火湾にかけての海域でSSTを上昇させ、負の空間パターンを持つ道東太平洋海域でSSTを低下させるように影響した。すなわち、2010年代の胆振・噴火湾以南と道東太平洋のSST変動の違いは、第2モードとして特徴付けられた変動要素の影響が大きいと考えられる。

EOF第2モードに特徴付けられた2010年代の津軽海峡から胆振・噴火湾海域のSSTの上昇には、対馬暖流の海水温上昇に伴った津軽暖流の昇温傾向が反映されていると考えられる。北海道の太平洋側に回遊するブリは、1950~70年代に行われた標識放流調査結果から、日本海から津軽海峡を経由して来遊すると考えられてきたが(渡辺, 1979)、相模湾から東北・北海道に来遊した事例も報告されている(田中, 1972)。2010年代の津軽海峡の漁獲量の変化には亀田半島北部や道南太平洋での急激な漁獲増を反映するような特徴が現れなかった一方、津軽海峡の東端域であるArea 23では2010年前後から亀田半島北部と同様に7~8月の漁獲量が増加していた(図3)。これらの状況から、2010年代以降に亀田半島北部を中心に大幅な漁獲量の増加をもたらしたブリは、日本海から津軽海峡を通過して太平洋に来遊したとみるより、太平洋において東日本以北の資源量が増大し(宍道ら, 2016)、海水温の上昇により本州太平洋海域から北海道周辺に来遊するブリが増加したと捉えるのが合理的であろう。2010年代には、北上期の海水温がより早い時期から15℃

を超え、南下期にはより遅くまで適水温帯が残るようになり、さらに夏季には日高海域沿岸にも適水温帯が広がり、そこに資源量が大きく増加したブリが太平洋の定置網漁場に回遊し大量に漁獲されるようになったと考えられる。阪地ら(2012)は、秋以降に津軽暖流の進路が下北半島沿いを南下する「沿岸モード」の様相が強まると、海水温の高い海域が北海道から本州まで連続することで、北海道太平洋を回遊したブリが津軽海峡を通過し日本海へ移動するより、本州方面に南下する傾向が強まることを示唆している。太平洋の漁獲量や資源量の増加の背景を詳しく理解するにはこの観点もふまえ、本州の漁獲量や漁獲物組成との比較など、さらに研究を進める必要がある。

一方、EOF第2モードは道東太平洋海域の6~7月SSTを低下させるように影響した。この変動要素は、沿岸親潮(例えば、磯田ら, 2003)や宗谷暖流由来の変質水(阿部・藤井, 1981; 日下ら, 2009)など北方からの流れとみられるが詳細は不明である。道東太平洋でも2010年代には夏季に15℃を上回る年があったが、道南方面との水温差は大きくブリの分布が当海域まで拡大するような状態であったとは考えにくい。一方、道東太平洋には2010年代後半に暖水渦が出現し、これが北太平洋で局所的・限定的に発生する著しく水温の高い暖水塊「海洋熱波」であり、その影響による海水温の急上昇がブリ漁獲量の増加に影響した可能性が示唆されている(Miyama *et al.*, 2021)。2014~2018年に道東太平洋で突発的に水揚げがあったのは、その西側の日高海域で同年代に漁獲量が顕著に減少していた状況をふまえると、暖水渦の影響でブリが一時的に道東太平洋に回遊しやすい環境が生じた可能性も指摘できる。

漁獲状況の見通しと今後の課題 北海道周辺での昇温傾向は日本列島沿岸全域に共通した特徴であり、対馬暖流が黒潮本流から分岐する前の先島諸島周辺のSSTにも現れている(https://www.data.jma.go.jp/gmd/kaiyou/data/shindan/a_1/japan_warm/cfig/warm_Area.html?Area=A#spring) (2021年3月31日)。吉田ら(2020)は夏季の日本周辺におけるSSTのEOF解析から、10年規模変動が熱帯の大気場の変動に関わっていることを見出していることから、北上期の昇温傾向には全球的な気候変動に伴う黒潮域の海水温変化が背景にあるのかもしれない。ブリは温暖期に資源量が増加すると指摘されていることから(久野, 2004; 阪地ら, 2012)、高水温化の傾向はブリの資源量を増加させ、東日本から北海道にかけての分布偏重を促す可能性が高い(宍道ら, 2016)。十年規模変動の寒冷期には北海道の漁獲量が一時的に減少することが予想されるが、近30年間のSSTにみられた昇温トレンド

が今後も続くなれば、次の温暖期にはさらに漁獲量が増える可能性がある。一方で、北海道への来遊がさらに増加すると、さけ定置網漁業に大量混獲されるブリの資源管理や漁労作業、販路確保など様々な困難に直面する懸念もある。今後は、さけ定置網漁業による混獲物に対する資源管理技術の検討、加工利用・保存技術の開発による流通体制の強化、効率的な資源モニタリング体制の整備などが喫緊の課題である。

謝 辞

本研究にあたり、ブリに関する本州の漁獲情報や脊椎骨標本の処理方法などに関し様々なご教示、ご指導をいただいた、石川県水産総合研究センター（当時所属）の辻俊宏氏に深謝いたします。また、主要産地の漁獲統計や標本の収集にあたってご配慮を賜った関係漁業協同組合の皆様へ感謝いたします。なお、本研究で用いた漁獲物標本の一部は、水産庁の我が国周辺水域漁業資源調査委託事業の標本として購入したものである。

引用文献

阿部深雪, 藤井 浄. 海洋構造並びに海況変動の解明－北海道周辺海域の季節的・海況変動. さけ別枠研究「幼魚期及び接岸期を中心とした沖合生態調査 昭和 55 年度プログレスレポート」1981 : 129-138.

青田昌秋. 宗谷暖流の研究. 低温科学. 物理篇 1976;33 : 151-172.

原田輝雄. ブリの増殖に関する研究－特にいけす網養殖における餌料と成長との関係－. 近畿大学紀要 1965 ; 3 : 70-88.

星野 昇. 北海道におけるブリの来遊状況. 北水試だより 2017 ; 94 : 1-4.

井野慎吾, 新田 朗, 河野展久, 辻 俊宏, 奥野 充, 山本敏博. 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 2008;722 : 92-100.

磯田 豊, 黒田 寛, 明正達也, 本田 聡. 沿岸親潮の海洋構造とその季節変化. 沿岸海洋研究 2003 ; 41(1) : 5-12.

Itoh M, Kay I, Ohshima. Seasonal variations of water masses and sea level in the southwestern part of the Okhotsk Sea. *Journal of oceanography* 2000 ; 56 : 643-654.

河井智康. ブリの年齢査定と成長. モジヤコ採捕のブリ資源に及ぼす影響に関する研究. 農林水産技術会議事務局研究成果 1967 ; 30 : 86-99.

久野正博. ブリ資源の長期変動特性と気候のレジームシフト. 黒潮の資源海洋研究 2004 ; 5 : 29-37.

久野正博, 岡田 誠. 鱗を用いた熊野灘産ブリの年齢査定. 黒潮の資源海洋研究 2016 ; 17 : 73-79. 日下彰, 小埜恒夫, 東屋知範, 葛西広海, 小熊幸子, 川崎康寛, 平川和正. 北海道東部太平洋陸棚域における海洋構造の季節変動. 海の研究 2009 ; 18 : 135-156.

三谷文夫. ブリの成長と年齢に関する研究-I年令形質としての脊椎骨の検討. 日本水産学会誌 1958 ; 24(8) : 623-631.

三谷文夫. ブリの漁業生物学的研究. 近大紀要 1960 ; 1 : 81-300.

Miyama T, Minobe S, Goto H. Marine Heatwave of Sea Surface Temperature of the Oyashio Region in Summer in 2010-2016. *Frontiers in Marine Science* 2021 : 1-12.

村山達朗, 北原武. ブリ来遊量の長期傾向. 日本水産学会誌 1992 ; 58(3), 409-416 (1992)

中多章文, 田中伊織. 北海道西岸における対馬暖流傾圧流量の季節および経年変化. 北海道水産試験場研究報告 2002 ; 63 : 1-8.

阪地英男, 久野正博, 梶 達也, 青野怜史, 福田博文. 2. 太平洋における成長段階別の回遊様式の把握 (1) 年齢別回遊群について. 水産総合研究センター報告 2010 ; 30 : 36-73.

阪地英男, 横澤祐司, 田 永軍. ブリ漁獲量の長期変動と近年の動向. 黒潮の資源海洋研究 2012 ; 13 : 37-42.

白石哲朗, 大下誠二, 由上龍嗣. 九州西岸域で漁獲されたブリの年齢, 成長および繁殖特性. 水産海洋研究 2011 ; 75 (1) : 1-8.

宍道弘敏, 阪地英男, 田 永軍. 漁獲量重心の変動からみたブリ類の漁獲量変動. 水産海洋研究 2016 ; 80(1) : 27-34.

田中昌一. 標識放流結果からみた本邦太平洋沿岸のブリの回遊-I. 日本水産学会誌 1972 ; 38 (1) : 29-32.

Tian Y, Kidokoro H, Watanabe T, Igeta Y, Sakaji H, Ino S. Response of yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, a key large predatory fish in the Japan Sea, to sea water temperature over the last century and potential effects of global warming. *Journal of Marine Systems* ; 2012 ; 91 : 1-10.

内山 勇. 日本海のブリ資源. 水産海洋研究 61 ; 1996 : 310-312.

渡辺和春. 春・夏期に放流した標識魚の再捕結果からみた対馬暖流水域におけるブリの分布と回遊. 日本海区水産研究所研究報告 1979 ; 30 : 131-164.

亘, 真吾, 辻 俊宏, 廣畑二郎, 及川利幸, 池上直也, 御宿昭彦, 久野正博, 猪原 亮, 堀江ひかり, 田中耕治, 久保田 洋, 古川誠志郎, 阪地英男. 日本周辺水域におけるブリの年齢と成長. 黒潮の資源海洋研究 2019 ; 20 : 105-110.

Yasunaka S, Hanawa K. Regime shifts found in the northern hemisphere SST field. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 2002 ; 80 (1) : 119-135.

山本敏博, 井野慎吾, 久野正博, 阪地英男, 檜山義明, 岸田 達, 石田 行正. ブリ (*Seriola quinqueradiata*) の産卵, 回遊生態及びその研究課題・手法について. 水産総合研究センター報告 2007 ; 21 : 1-29.

吉田久美, 北村佳照, 中村俊也. 日本近海における海面水温の十年規模変動. 海の研究 2020 ; 29 (2) : 19-36.