

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

井野慎吾^{1†}, 新田 朗², 河野展久³, 辻 俊宏⁴, 奥野充一⁴, 山本敏博⁵Migration of the adult yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) as estimated by archival tagging experiments in the Tsushima Warm CurrentShingo INO^{1†}, Akira NITTA², Nobuhisa KOHNO³, Toshihiro TSUJI⁴, Junichi OKUNO⁴ and Toshihiro YAMAMOTO⁵

A total of 138 yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) with archival tags were released in the Tsushima Warm Current from January 1999 to February 2002. Geographical positions were estimated using archived data from 26 fish recaptured at age of 4 years and over. The results showed three migration patterns from 4 years on, as migrants, between the East China Sea and west coast of Hokkaido, migrants, between the East China Sea and the Noto Peninsula, or San-in district and residents around the Noto Peninsula for more than a year. Previously, only the first migration pattern was reported. The spawners of yellowtail that migrated from Japan Sea to East China Sea was estimated to spawn in the shelf edge zone of East China Sea and south of Kyushu.

Key words: adult yellowtail, archival tag, migration, spawning ground

はじめに

対馬暖流域におけるブリ (*Seriola quinqueradiata*) の回遊については、永田 (1959), 三谷 (1960), 沢田ほか (1960) および渡辺 (1979) の報告があり、何れも断片的に確認された標識放流の結果と漁況の推移等から、その状況が推測されている。渡辺 (1979) は、0歳魚として日本海に補給されたブリは、3歳まで日本海内で生育するが、成長に伴って回遊範囲が拡大し、4歳以上は東シナ海から北海道沿岸におよぶ間を回遊すると推測した。村山 (1992) は東シナ海に

おいて、まき網で漁獲されたブリの漁獲統計資料と漁獲物の測定結果から、本種の主産卵場が東シナ海の200m等深線に沿った大陸棚上の瀬や礁および沈船上にあると報告した。三谷 (1960) は、生殖腺の観察結果から、ブリは少なくとも約4歳になれば、すべてが産卵活動を行うと推察した。以上から、4歳以上のブリ成魚は、主産卵場である東シナ海の大陸棚縁辺部と北海道沿岸域の間を南北に回遊するものであると推測される。しかし、これまでにブリ標識魚が、新潟県以北から東シナ海へ南下した、あるいは東シナ海から島根県以北へ北上した事例は報告がない。したがって、前述の南北回遊を直接的に示す標識放流結果は得られていない。

確かに、漁獲状況からみて1960年代までは4歳以上のブリが北海道沿岸にまで相当多く回遊し (三谷, 1960), それらは東シナ海と北海道沿岸を往復するパターンで回遊していたものと推測される。しかし、村山・北原 (1992) は漁獲統計資料の解析結果から1960年代を境に東シナ海と北海道沿岸を往復回遊する個体が減少し、石川県以北の日本海においてブリ成魚の来遊量が著しく減少したことを報告するとともに、必ずしもブリ成魚のすべてが東シナ海の産卵場と対馬暖流の北部海域との間を南北に回遊するのではないと指摘した。さらに、松下 (1953) および三谷 (1960) によれば、朝鮮半島の沿岸を南北回遊するブリ成魚も存在

2006年12月28日受付, 2007年12月13日受理

¹ 富山県水産試験場

Toyama Prefectural Fisheries Research Institute, Namerikawa, Toyama 936-8536, Japan

² 日本エヌ・ユー・エス株式会社

Japan NUS Co. Ltd., Minato-ku, Tokyo 108-0022, Japan

³ 福井県水産試験場

Fukui Prefectural Fisheries Experimental Station, Tsuruga, Fukui 914-0843, Japan

⁴ 石川県水産総合センター

Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center, Noto, Fugeshi, Ishikawa 927-0435, Japan

⁵ 独立行政法人国際農林水産業研究センター

Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Tsukuba, Ibaraki 305-0851, Japan

† shingo.ino@pref.toyama.lg.jp

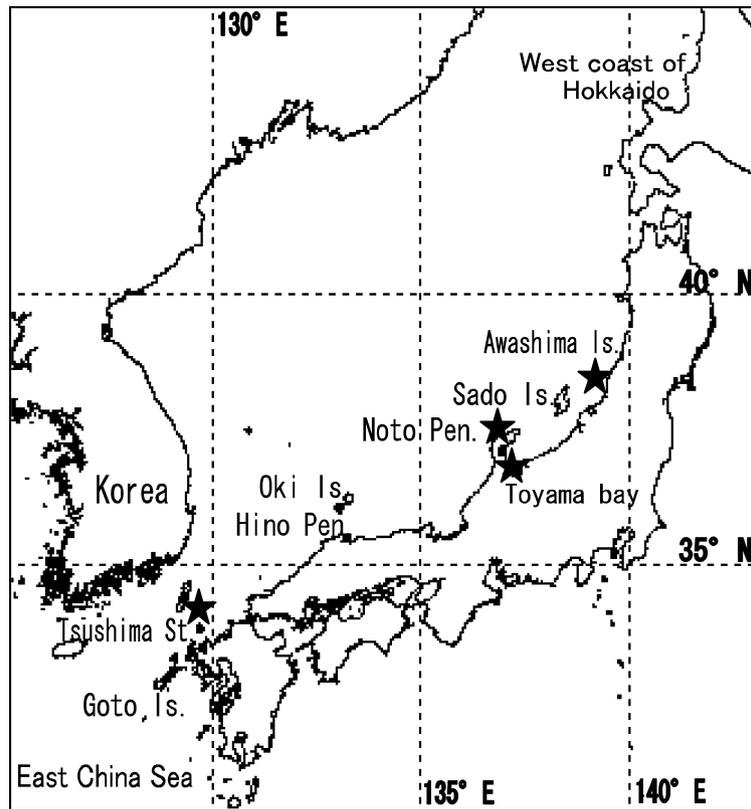


Figure 1. Locations of tag and release area.

するとみられ、4歳以上のブリ成魚が東シナ海と北海道を往復回遊するという推測が、現在の資源生態とマッチしているか否かは不明である。

また、本種の主産卵場については、村山 (1991) が示した東シナ海の大陸棚縁辺部に加え、薩南海域における仔稚魚の採集調査結果 (前田ほか, 1980) を基に、薩南沖の海域にも本種の主要な産卵場が存在する可能性があることを花岡 (1995) が指摘しているが、これまでに東シナ海の大陸棚縁辺部および薩南海域においてブリ標識魚が再捕された事例は報告がなく、日本海由来のブリ親魚の産卵場が具体的に示されたことはない。

近年、我が国においてはクロマグロ (*Thunnus orientalis*) やシロザケ (*Oncorhynchus keta*) 等の標識放流調査に、遊泳位置情報を推定・記録する機能を備えたコンピュータ内蔵の記録型標識 (アーカイバルタグ) が用いられ、クロマグロについては回遊状況が明らかにされている (Inagake *et al.*, 2001; Itoh *et al.*, 2003a, 2003b)。

そこで本研究では、対馬暖流域におけるブリ成魚の回遊パターンおよび日本海由来のブリ親魚の産卵場を明らかにすることを目的に、アーカイバルタグを用いた標識放流を行い、得られたデータを解析した。

材料と方法

標識放流の実施状況

標識放流は1999年1月から2002年2月に、富山県氷見沖および魚津沖 (富山湾)、長崎県対馬沖 (対馬海峡)、新潟県粟島沖、石川県輪島沖 (能登半島) において行った (Fig. 1)。

供試魚は当該海域で定置網および、はえなわによって漁獲されたものである。漁獲後、船上においてLOTEC社製アーカイバルタグ (以下、タグと称する) の本体部を手術により腹腔内に埋め込むとともに尾叉長 (cm) を測定し、直ちに放流した。

タグは、直径16mm、長さ100mm、重量52gの本体部に、直径2.2mm、長さ150mmの柔軟なケーブルが付属し、ケーブル先端に温度センサー (外部温度センサー) が備えられている。また、ケーブル先端から取り込まれた光は、光ケーブルを通して本体部へ導かれ、光ダイオードによって照度が測定される。本体部には、照度センサーのほかに、圧力センサーと温度センサー (内部温度センサー) が備えられている。温度センサーは反応速度が外部で3秒、内部で20秒、分解能が0.2°Cで、圧力センサーは分解能が深度126mまでは1m、510mまでは3mであり、128秒毎に測定値が記録される。バッテリーは7年以上にわたって機能するとされる (Itoh *et al.*, 2003a)。メモリーには、Day Log

データとして, 日の出および日没の推定時刻, 日毎の遊泳位置(緯度, 経度)の情報と任意に指定した3層の水温が1日1レコードとして記録される. 日出と日没の推定時刻(世界標準時基準)は遊泳水深から海面における値に補正した照度変化から推定し, 経度は, ある1日の日出と日没の中間時刻と世界標準時の12:00との差に 15°h^{-1} を乗じて求め, 緯度は昼間の長さから求められる(Itoh *et al.*, 2003a; Hill, 1994; Hill and Braun, 2001). 水温については, 当日, 最後に当該水深層を遊泳した際の値が記録され, 今回は, 0m層, 50m層および100m層を指定層に設定した.

データの解析方法

タグによる経度の推定値は約 1° の信頼性を有するが, 緯度の推定値の誤差は経度誤差と比較して大きく, クロマグロにこのタグを用いた場合においては, タグから得られた経度値と水温値を表面水温の分布図と照合して緯度を推定することによって, およそ 1° の誤差で緯度が推定できることが報告されている(Itoh *et al.*, 2003a). 今回はその方法を応用し, タグから得られた, 日出および日没の時刻, 日毎の遊泳位置(経度), 指定した3層の外部水温つまり生息水温の記録データを以下の手順で処理し, 標識魚の回遊状況を推定した.

記録データについては, プリの分布範囲(三谷, 1960)を参考に, 東経 $120\sim 146^{\circ}$ の範囲内で有り得ない日出および日没の時刻を記録した日の経度値を, 異常値として除去した. また, プリの遊泳速度(町中ほか, 1977)を参考に, 1日あたり経度 5° 以上の移動は有り得ないものと仮定し, 経度 5° の移動に相当する, 前後の日出および日没の時刻に20分間以上の差がみられた日の推定経度を, 異常値として除去した.

現在入手可能な日本海の水温分布図は, ほぼ月旬毎に作成されたものである. そこで, 日毎の遊泳位置を決定することができないため, 月旬毎に経度, 0m層, 50m層および100m層水温の平均値, 最低値, 最高値を計算した. そして, タグによる推定経度の月旬平均値と同様に, タグに記録された0m層, 50m層および100m層水温の月旬平均値を, 月旬毎に作成された水温分布図と照合し, 標識魚の位置を月旬毎に推定した. 水温分布図には, 漁業情報サービスセンターによる東シナ海漁海況速報, 日本海漁海況速報および太平洋漁海況速報, 日本海区水産研究所による日本海漁場海況速報, 東北区水産研究所による東北海区水温図, 長崎海洋気象台による西日本海況旬報を用いた.

再捕された標識魚の魚体が入手できなかった個体については, 放流および再捕時に測定された尾叉長を, 村山(1992)が示した対馬暖流域における成長速度, および井野(2005)が示した富山湾における年齢推定結果を基に年齢を推定した. 魚体を回収できた個体については, 尾叉長および体重を測定するとともに脊椎骨を採取し, 脊椎骨椎体に形成されている輪紋を観察し, その結果と脊椎骨椎体を用

いた年齢推定結果(村山, 1992)を照合することによって年齢を推定した. また, 生殖腺を摘出し, その重量を測定するとともに, 外部観察および顕微鏡を用いた生殖細胞の観察を行い, 雌雄および熟度段階を判別した. そして, 本稿では, 4歳以上のプリの回遊状況について検討するため, 再捕時の年齢が4歳以上の個体から得られたデータを解析に用いた. なお, プリの産卵期が3~6月であることから(三谷, 1960), 年齢起算日は便宜的に3月1日とした.

結 果

標識魚の再捕状況

2003年3月までに, 合計61個体の標識魚が再捕され, うち28個体が再捕時に4歳以上であった(Table 1). 28個体のうち, 1個体のタグは魚体から摘出されることなく, 魚体とともに市場出荷されて遺失し, また, 回収したタグの1個は故障のためデータが記録されていなかった. したがって, 26個体から4歳以降のデータを得ることができた.

標識魚の移動状況と回遊パターン

標識魚の位置を月旬毎に推定した結果, その移動状況から, 4歳以上のプリの回遊パターンとして, 産卵場である東シナ海と北海道沿岸, つまり対馬暖流域の北部との間を往復するパターンで回遊する北部往復型が見出された. さらに, 北部往復型よりも小規模であるが, 東シナ海と能登半島付近までの日本海, つまり対馬暖流域の中・西部との間を往復回遊する, 中・西部往復型が見出されたほか, 産卵場である東シナ海への移動を示さず, 特定の海域に長期間滞留し続ける, 長期滞留型が見出された. また, それらによって, 東シナ海の産卵場と対馬暖流の北部海域との間を南北回遊しないブリ成魚の存在が示された. 以下, 各回遊パターンについて, 代表的な個体の月旬毎の遊泳位置を図示するとともに, 移動状況について記した. なお, 位置情報データが得られなかった月旬については, 位置を示さず, 前後の月旬を点線で結んだ. また, 遊泳位置は3月1日を基準として, 1年ずつに分けて示した.

北部往復型の代表例として, 3歳から6歳にかけての750日間のデータが得られたタグ番号1103の個体の月旬別遊泳位置をFig. 2に示した. この個体は4歳, 5歳の2齢にわたり, ほぼ同時期に同様の移動状況を示しながら東シナ海の大陸棚縁辺部と北海道西岸沖を往復回遊した. 対馬沖(対馬海峡)で3歳の2月に放流後, 翌々月の4月上旬まで対馬海峡付近に滞留した後, 4月中旬から下旬に長崎県五島列島付近を経て, 東シナ海の大陸棚縁辺部へ移動した. 5月中旬まで同海域に滞留後, 対馬海峡を経て日本海を北上し, 7月上旬には北海道西岸沖へ移動した. 10月中旬には樺太南部沖まで北上した後, 11月中旬に青森県壱作崎付近へ南下した. 12月上旬に能登半島沖を経て1月中旬には対馬海峡付近に移動し, 2月中旬まで滞留した. その後, 3月上旬に長崎県男女群島付近を経て, 4月中旬に東シナ

Table 1. Information of recaptured fish used in this study.

Tag ID	Release data				Recapture data						Liberty time in day
	Date	Area	F.L. (cm)	Age	Date	Area	F.L. (cm)	B.W. (kg)	Age	Fishing gear	
970	29 Jan. 1999	Toyama Bay	80	3	14 Nov. 1999	West coast of Aomori Pref.			4	Set net	289
891	29 Jan. 1999	Toyama Bay	74	2	12 Sep. 2002	Off Shimane Pref.		7.8	6	Angling	1322
977b	27 May 1999	Awashima Is.	75	3	03 Feb. 2001	Off Kagoshima Pref.		11.6	4	Angling	618
977c	24 Mar. 1999	Tsushima Strait	86	4	21 Apr. 1999	Tsushima Strait	85	8.5	4	Angling	28
1490	16 Feb. 2000	Tsushima Strait	82	3	03 Mar. 2000	Tsushima Strait			4	Angling	16
1174	16 Feb. 2000	Tsushima Strait	82	3	22 Mar. 2000	Tsushima Strait		6.8	4	Angling	35
1507	16 Feb. 2000	Tsushima Strait	82	3	19 Sep. 2000	Funka bay			4	Set net	216
1285	16 Feb. 2000	Tsushima Strait	82	3	30 Dec. 2000	Tsushima Strait		12.0	4	Angling	318
1342	16 Feb. 2000	Tsushima Strait	83	3	20 Feb. 2001	Tsushima Strait		11.0	4	Angling	370
1103	16 Feb. 2000	Tsushima Strait	83	3	07 Mar. 2002	East China Sea		14.4	6	Surrounding net	750
1347	16 Feb. 2000	Tsushima Strait	82	3	07 Apr. 2002	East China Sea		11.0	6	Surrounding net	No data in trouble
1474	15 Feb. 2001	Tsushima Strait	82	3	15 Apr. 2001	Goto Is.		7.5	4	Set net	59
976b	15 Feb. 2001	Tsushima Strait	81	3	22 Apr. 2001	Goto Is.		7.2	4	Set net	66
2000	15 Feb. 2001	Tsushima Strait	83	3	29 Apr. 2001	East China Sea			4	Surrounding net	73
1279	15 Feb. 2001	Tsushima Strait	82	3	19 May 2001	East China Sea		8.0	4	Surrounding net	93
1297	15 Feb. 2001	Tsushima Strait	83	3	26 May 2001	East China Sea		4.0	4	Surrounding net	100
1523	15 Feb. 2001	Tsushima Strait	85	3	03 Jun. 2001	Off Kyoto Pref.	85	7.8	4	Set net	108
1332	15 Feb. 2001	Tsushima Strait	80	3	13 Jun. 2001	Tsushima Strait	81		4	Angling	Tag lost
1150	15 Feb. 2001	Tsushima Strait	80	3	26 Jun. 2001	Tsushima Strait	81	7.0	4	Long line	131
2085	28 May 2001	North coast of Noto Pen.	82	4	30 May 2001	North coast of Noto Pen.	82		4	Set net	2
2077	28 May 2001	North coast of Noto Pen.	85	4	09 Jun. 2001	Sado Is.	86	7.8	4	Angling	12
2006	28 May 2001	North coast of Noto Pen.	84	4	25 Jun. 2001	West coast of Aomori Pref.	84	8.3	4	Set net	28
976c	28 May 2001	North coast of Noto Pen.	83	4	27 Jun. 2001	West coast of Aomori Pref.	85	8.6	4	Set net	30
2026	28 May 2001	North coast of Noto Pen.	90	5	11 Dec. 2001	Sado Is.	95	15.9	5	Set net	197
2086a	28 May 2001	North coast of Noto Pen.	82	4	13 Dec. 2001	Toyama Bay	91	13.6	4	Set net	199
2092	28 May 2001	North coast of Noto Pen.	85	4	13 Dec. 2001	Toyama Bay	92	13.0	4	Set net	199
2086b	13 Feb. 2002	Tsushima Strait	83	3	02 Jun. 2002	Wakasa Bay	83	7.5	4	Set net	109
2012	13 Feb. 2002	Tsushima Strait	82	3	11 Jan. 2003	Off Shimane Pref.	90	10.2	4	Surrounding net	332

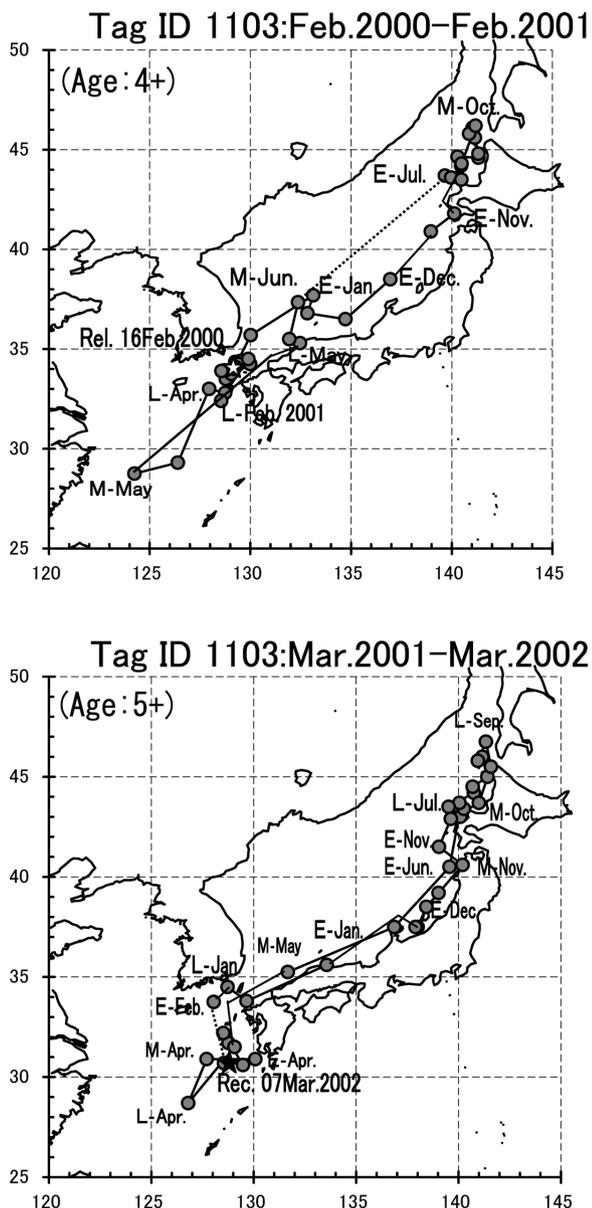


Figure 2. Locations of ID 1103 yellowtail from February 2000 to March 2002. E, M and L denote early, middle and late month, respectively. Open and closed stars denote release and recapture locations. Dotted lines show the period that the geographical positions could not be estimated.

海の大陸棚縁部へ移動し、下旬まで滞留した。以後、再び東シナ海から日本海を北上し、前年と同様に7~10月にかけて北海道西岸沖から樺太南部沖を回遊後、日本海を南下、1月中旬に対馬海峡付近に達して、2月中旬まで滞留した。3月上旬に東シナ海へ移動し、3月7日に北緯31°、東経128°付近で再捕された。このように、東シナ海と北海道沿岸を往復するパターンは、タグ番号1103, 977b, 970, 1507, 2026, 2086a, 2092の7個体において認められ

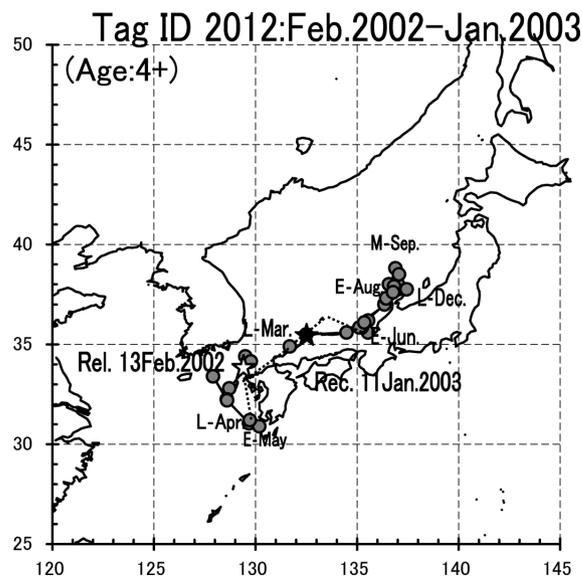


Figure 3. Locations of ID 2012 yellowtail from February 2002 to January 2003. For explanation of symbols, lines and abbreviations, see Fig. 2.

た。
 中・西部往復型の代表例として、3歳の2月から4歳の1月にかけて332日間のデータが得られた、タグ番号2012の個体の月旬別遊泳位置をFig. 3に示した。対馬海峡で3歳の2月に放流後、翌月の3月中旬に五島列島付近、4月中旬に男女群島付近を経て4月下旬に薩南沖に移動した。5月中旬まで同海域に滞留後、九州西岸から対馬海峡を経て日本海を北上し、6月上旬に若狭湾へ達した。8月上旬から12月下旬までは能登半島付近に滞留し、1月上旬に島根県日御碕付近へ移動して再捕された。このように、東シナ海と対馬暖流域の中・西部との間を往復回遊するパターンは、タグ番号2012, 1285の2個体において認められた。

長期滞留型の代表例として、2歳から6歳にかけての1322日間のデータが得られた、タグ番号891の個体の月旬別遊泳位置をFig. 4に示した。この個体は長期間にわたって、大きな移動を行わず、能登半島付近の海域に滞留していた。富山湾(氷見沖)で2歳の1月に放流後、5歳の2月上旬まで富山湾および能登半島周辺に滞留した後、2月中旬以降は隠岐島周辺に移動した。その後、6歳の6月上旬までは隠岐島周辺に滞留していたと推定され、タグの水溫センサーが故障したことにより、6月中旬以降の遊泳位置推定ができなかったが、島根県日御碕沖で再捕された。また、タグ番号1342の個体は、対馬海峡付近に滞留していたとみられ、特定の海域に長期間滞留し続けるパターンは、タグ番号891, 1342の2個体において認められた。

なお、4歳以降のデータが得られた26個体中、7個体が北部往復型、2個体が中・西部往復型、2個体が長期滞留型に分類されたが、15個体については、得られたデータ

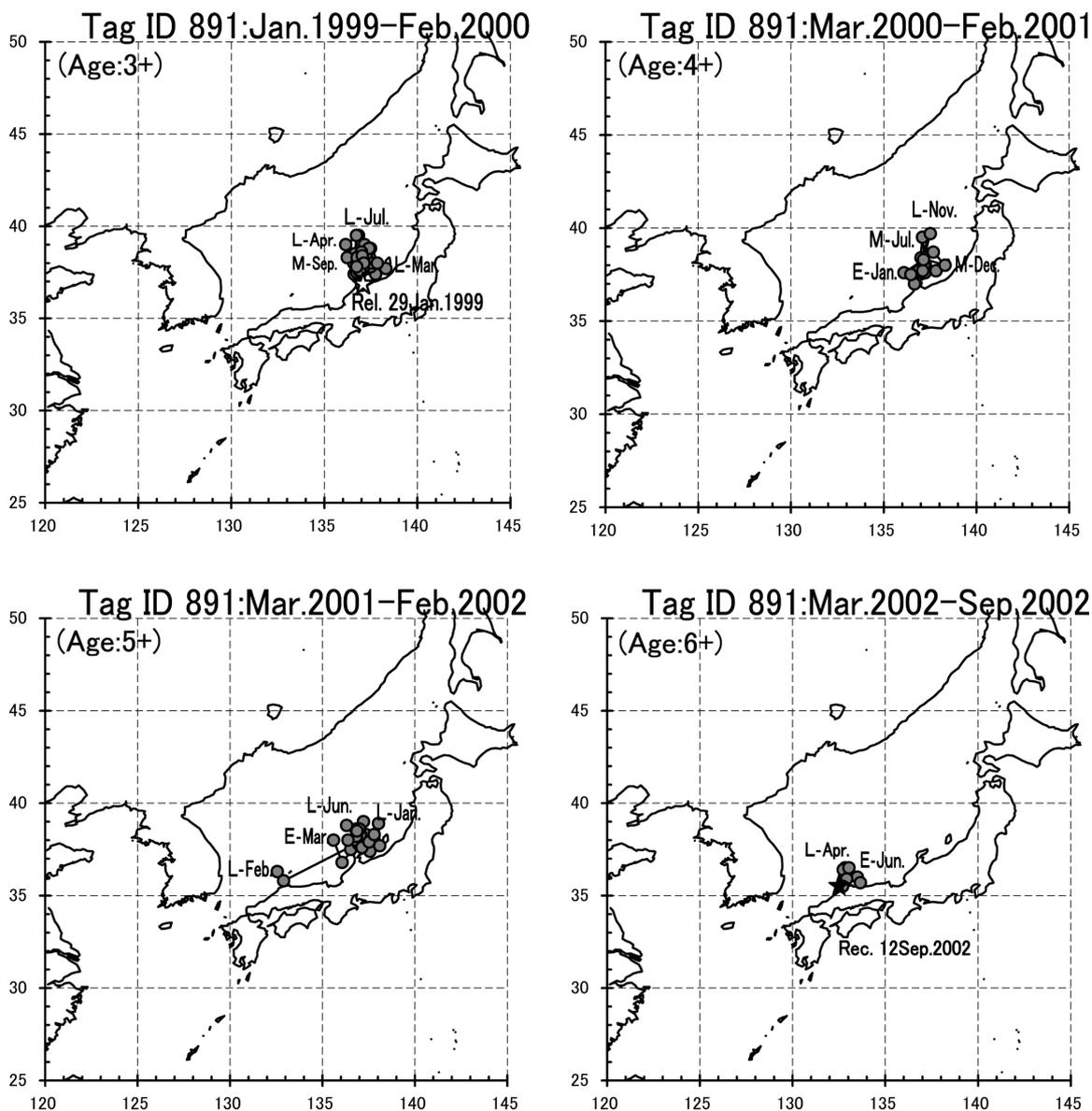


Figure 4. Locations of ID 891 yellowtail from February 2000 to September 2002. For explanation of symbols, lines and abbreviations, see Fig. 2.

が短期間であったため、標識魚の移動状況から回遊パターンを捉えることができなかった。

生息水温の推移と標識魚の移動

北部往復型の回遊パターンを示したタグ番号1103、中西部往復型の回遊パターンを示したタグ番号2012、長期滞留型の回遊パターンを示したタグ番号891の各個体について、指定層（0m層、50m層、100m層）の水温とあわせて、標識魚の移動状況を示す指標として経度の月旬平均値をFig. 5に示した。なお、タグ番号2012については、100m層の記録が得られなかった。

タグ番号1103の個体は、東シナ海の大陸棚縁辺部と北海道西岸沖を2度（4歳時および5歳時）往復回遊したも

のであり、経度および生息水温の変動状況は、4歳以降の2齢にわたりほぼ同様のパターンを示した。産卵期である春期には、産卵場である東シナ海の大陸棚縁辺部に移動し、当該海域に滞留していた期間の生息水温は0m層が15～25℃台、50m層が15～24℃台、100m層が14～21℃台であった。

中・西部往復型の回遊パターンを示したタグ番号2012の個体は、東シナ海と能登半島付近までの日本海の間を回遊したものである。産卵期である春期には、薩南沖へ移動・滞留し、薩南沖での生息水温は、0m層が20～25℃台、50m層が19～22℃台であった。

長期滞留型の回遊パターンを示したタグ番号891の個体

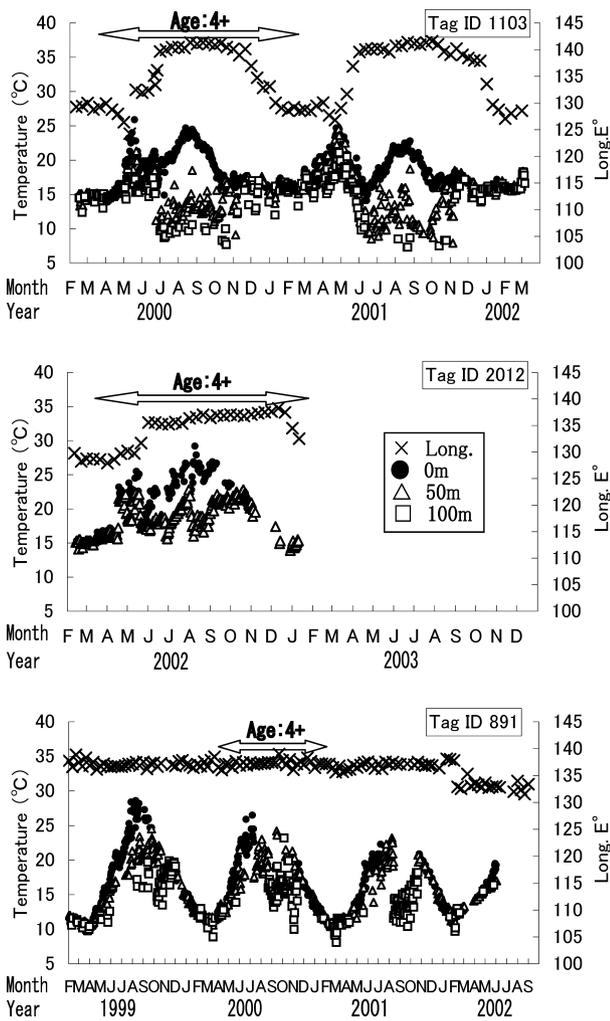


Figure 5. Time series of ambient temperature at three layers at water depth of 0 m (●), 50 m (△) and 100 m (□), and the average longitude every 10 days (×) geographical position of the fish.

は、2歳の2月から5歳の2月まで、大きな移動・回遊を行わず、能登半島周辺に長期間滞留した後、隠岐島周辺に移動したものである。4歳以降、能登半島周辺に滞留していた期間において、生息水温は4歳時および5歳時ともに、ほぼ同様の傾向で推移した。能登半島周辺海域の最低水温期である3~4月は、0m、50mおよび100mの3層の生息水温が9~13°C台であった。5~7月には、各層とも生息水温が上昇した。8~10月は、0mおよび50m層の水温記録が殆どみられなかったが、100m層の生息水温が上昇した。また、11月中旬から2月にかけては、各層の生息水温が低下した。

東シナ海への移動と生息水温

12個体の標識魚が日本海から東シナ海へ移動した。このうち、タグ番号1103、1507、1285、および1523の4個体は4歳および5歳の3~5月に東シナ海へ移動し、大陸棚縁

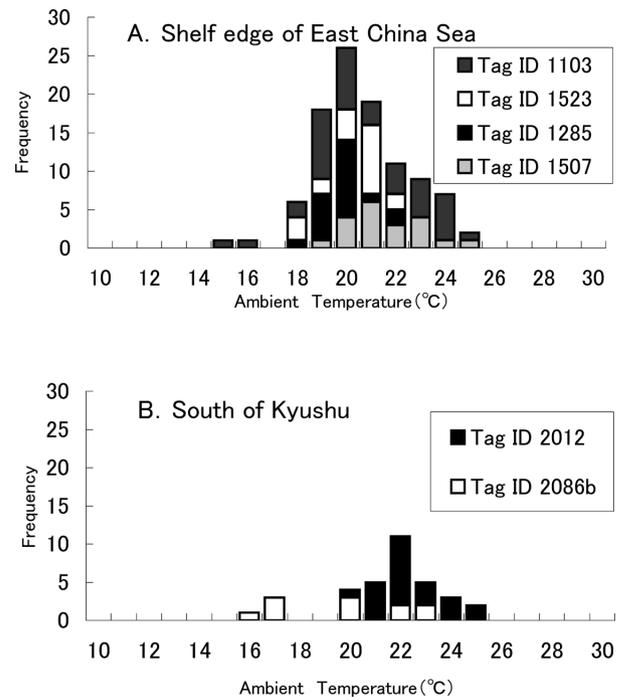


Figure 6. Histogram of ambient temperature recorded by six tags. A: Shelf edge zone of East China Sea, B: South of Kyushu. Each frequency was calculated by the ambient temperature at water depth of 0 m.

辺部に半月~1月の間滞留した後、日本海へ戻った。これらの個体が大陸棚縁辺部に滞留した期間における指定層の生息水温は、0m層が15.8~25.9°C (平均21.0°C)、50m層が15.1~24.5°C (平均19.3°C)、100m層が14.3~21.1°C (平均17.5°C)であった。0m層で記録された水温の頻度(日数)は、19~22°Cが主であった(Fig. 6A)。

タグ番号2086b、2012の2個体は4歳の3~5月に、九州西岸を経て、花岡(1995)が主要な産卵場の存在を指摘した薩南沖へ移動し、半月~1月の間滞留後、日本海へ戻った。これら2個体の、薩南沖滞留期間中における指定層の生息水温は、0m層が16.0~25.5°C (平均22.0°C)、50m層水温が15.5~25.1°C (平均21.0°C)であった。0m層で記録された水温の頻度(日数)は、タグ番号2086bの個体については、水温記録自体が非常に少なかったが、2個体あわせてみると21~23°Cが主であった(Fig. 6B)。なお、タグ番号2086bの個体は4歳の6月に福井県で再捕され、その精巢は三谷(1960)が示した放精後の精巢の外見的特徴を備え、残留した精子が観察された。

なお、タグ番号1474、976b、2000、1297、1279、977bの6個体は日本海から東シナ海へ移動し、五島列島、男女群島付近および鹿児島県沖で再捕された。

考 察

ブリの来遊量変動と回遊パターン

標識魚の4歳以降の移動状況から、回遊パターンとして、東シナ海と対馬暖流域の北部との間を往復回遊する北部往復型が見出され、4歳以上のブリ成魚が東シナ海から北海道沿岸におよぶ間を回遊することが確認された。また、中・西部往復型および長期滞留型が見出され、必ずしもブリ成魚のすべてが、東シナ海の産卵場と対馬暖流の北部海域との間を南北に回遊するのではないこと、つまり、北部往復型以外のパターンの存在が確認された。

原 (1990a, 1990b) は、五島列島から佐渡島までの定置網漁業による1975~1986年の銘柄別漁獲統計資料を解析した結果から、日本海の本州沿岸に來遊するブリ成魚が1955年頃から減少し続け、1975~1986年間の減少傾向は指数関数的に激しいものであったこと、ブリ成魚の分布域が1970~1980年代に著しく縮小し、西偏したことを報告した。村山・北原 (1992) は、1947~1989年における漁獲統計資料の解析結果から、1960年代を境としてブリ成魚の回遊生態に分布、回遊範囲の西偏、縮小といった変化が生じたことを指摘するとともに、東シナ海と北海道沿岸を往復回遊する個体が減少し、石川県以北の日本海においてブリ成魚の來遊量が著しく減少したことを示した。原・村山 (1992) は、北原・原 (1990) の方法により、ブリ成魚の來遊量指数を海域別に求めた結果から、1980年代に日本海~九州西岸沿岸域および太平洋沿岸域の両海域で西部海域への配分率が増加したことを示した。今回見出された、中・西部往復型および長期滞留型に代表されるような、北部往復型以外の回遊パターンが以前から存在したと仮定すれば、原 (1989, 1990) および村山・北原 (1992) が指摘したブリ成魚の分布、回遊範囲の西偏、縮小といった変化は、北部往復型の減少と、それ以外の回遊パターンをとる個体の増加によって生じた可能性があると考えることができる。

川上・山崎 (1952) は、山形県から山口県にいたる日本海沿岸各地のブリ漁況の相似性について検討した結果から、大きな移動・回遊を行わない、根付き魚群の存在を指摘した。渡辺 (1979) は、標識放流結果から、ブリの補給源に近い水域、例えば五島周辺では、瀬付となりあまり大きく動かない群も存在すると推察した。今回、長期滞留型の回遊パターンが見出され、その存在は川上・山崎 (1952) や渡辺 (1979) の推測を裏付けるものであった。しかし、成熟年齢に達しているにもかかわらず、これらの個体は主産卵場である東シナ海へ移動しなかった。深滝 (1958) は稚魚の出現状況から、日本海でも5~7月に産卵が行なわれ、産卵場が若狭湾付近にまで及んでいることを報告しており、三谷 (1960) は、若狭湾で5~6月に完熟卵をもつ個体を確認し、それが大規模な回遊をしない若狭湾の根付群であって、付近の水溫上昇に伴って能登半島以南で産卵すると推測した。長期滞留型の個体は、滞留海域の水溫上昇に

伴い、同海域で産卵している可能性があるものと考えられるが、この点については、今後、更に調査結果の蓄積を図るとともに、日本海における産卵親魚の分布状況および仔・稚魚に関する情報を得た上で検討する必要があるだろう。

東シナ海への移動と産卵活動

三谷 (1960) は、ブリの産卵に好適な表層 (0m層) 水溫について、好適水溫の範囲が16~29°C、最適水溫は19~20°Cであり、最適水溫よりも低い温度では産卵しにくい、高い温度では広い範囲の産卵水溫を持っていると推測している。大陸棚縁辺部に滞留した個体の、滞留期間中における0m層の生息水溫は、19~22°Cが主であり、薩南沖に滞留した個体は、21~23°Cが主であった。大陸棚縁辺部および薩南沖において、これらの個体は、産卵に好適な水溫値の海域に滞留していたと考えられる。

三谷 (1960) は、男女群島に來遊したブリの卵巣内卵粒の成熟過程を調べ、卵径の頻度分布の時間的推移を示すとともに、ブリ群の魚体の大きさと生殖腺の成熟度の時間的推移を示した。それによると、産卵親魚が完熟期にある期間は、およそ20~30日間とみられる。東シナ海の大陸棚縁辺部および薩南沖へ移動・滞留した標識魚が産卵好適水溫の海域に滞留していた期間は半月~1月であり、三谷 (1960) が示した完熟期間と一致する。以上より、日本海から東シナ海へ移動した4歳以上のブリは、大陸棚縁辺部および薩南沖の産卵好適水溫海域に半月~1月の間滞留し、産卵活動を行うものと考えられる。加えて、日本海から、東シナ海の大陸棚縁辺部および薩南沖へ移動・滞留した標識魚は、その後すべて日本海へ回帰して再捕されたことから、日本海から対馬海峡を経て、東シナ海へ移動した親魚は大陸棚縁辺部や薩南海域において産卵活動を行い、産卵活動後は速やかに日本海へ回帰するものと考えられる。今回、大陸棚縁辺部と薩南海域が、日本海由来のブリ親魚の産卵場として示されたが、両海域は、ともに黒潮流軸の大陸側および内側域に位置している。今後、調査結果の蓄積および、タグから得られた標識魚の遊泳水深・水溫データの詳細解析とともに、海洋環境データの比較検討を進めることにより、産卵場の海洋環境や産卵活動について詳細な知見が得られるだろう。

ブリの回遊範囲・回遊パターンについて、渡辺 (1979) は、年齢によって異なると報告しており、成長に従って回遊範囲が拡大し、4歳以上の成魚は日本周辺の沿岸域を南北に回遊するようになると推定している。今後は、成長段階に応じて変化すると考えられるブリの分布範囲、回遊パターンおよびその変化の過程を明らかにすることが課題である。また、朝鮮半島の沿岸を南北回遊するブリ成魚の存在が推測されており (松下, 1953; 三谷, 1960)、今回見出された以外の回遊パターンの有無およびその状況を明らかにするとともに、回遊パターンが個体ごとに固定されて

いるか否か, 相互関係を明らかにすること, 各回遊パターンと漁況の対応状況を比較検討し, 回遊パターン別の個体数割合を調べることも今後の重要な課題である. アーカイバルタグを用いた標識放流調査は現在進行中であり, タグの小型化に伴い, 0~2歳魚の標識放流を実施している. 今後, 調査結果の蓄積と, タグから得られた標識魚の遊泳水深・水温データの詳細解析を進めて行くことによって, 前述の課題に加えて, 海洋環境とブリの移動・回遊および遊泳行動の関連性についても知見が得られるであろう. それらについては, 機会を改めて順次報告したい.

謝 辞

本報をとりまとめるにあたり, 標識放流にご協力をいただいた富山県の灘浦定置漁業組合, 魚津水産株式会社, 長崎県対馬の高浜漁業協同組合並びに同青年部, 新潟県の粟島浦漁業協同組合並びに有限会社粟島定置, 石川県の大沢定置網組合の皆様, 長崎県対馬水産技術普及センター, 長崎県総合水産試験場, 新潟県水産海洋研究所, さらに, 再捕魚の発見とタグ回収にご協力いただいた各地の漁業者, 漁協並びに市場関係者の方々に厚く御礼を申し上げる. さらに, 懇切な指導と鞭撻をいただいた富山県水産試験場 林 清志 博士, 御校閲の労を賜った独立行政法人水産総合研究センター 檜山義明 博士, 英文校閲の労を賜ったカリフォルニア大学 フレデリック辻 博士に心から感謝申し上げます. なお, 本研究は富山県, 石川県および福井県の県単独予算, 水産庁の「我が国周辺水域漁業資源調査」, 農林水産技術会議による特定研究開発促進事業予算の一部を用いて行われた.

引用文献

- 深滝 弘 (1958) 対馬暖流水域におけるブリ稚魚の出現. 分布について. ていち, **16**, 1-11.
- 花岡藤雄 (1995) ブリの産卵とモジャコの来遊機構. 宮崎水試試験報告, 宮崎県水産試験場, 宮崎, **146**, 1-44.
- 原 哲之 (1990a) 日本海へ来遊するブリ成魚の来遊量指数とその年変動. 日本誌, **56**, 19-24.
- 原 哲之 (1990b) 日本海におけるブリ若齢魚漁獲量の年変動. 日本誌, **56**, 1933-1939.
- 原 哲之, 村山達郎 (1992) 日本近海におけるブリ来遊量の長期変

- 動. 日本誌, **58**, 2219-2227.
- Hill, R. D. (1994) Theory of geolocation by light levels. In: Elephant seals. Population ecology, behavior, and physiology. eds. B. J. LeBoeuf and R. M. Laws. University of California Press, Berkeley, CA, 227-236.
- Hill, R. D. and M. J. Braun (2001) Geolocation by Light Level. In: The next step. Latitude, eds. J. R. Sibert, and J. L. Nielsen, Electronic Tagging and Tracking in Marine Fisheries. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 315-330.
- Inagake, D., H. Yamada, K. Segawa, M. Okazaki, A. Nitta and T. Itoh (2001) Migration of young bluefin tuna, *Thunnus orientalis* Temminck et Schlegel, through archival tagging experiments and its relation with oceanographic conditions in the western North Pacific. Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas Fish., **38**, 53-81.
- 井野慎吾 (2005) 1996~2003年に富山湾で漁獲されたブリ成魚の年齢構成. 富山水試研報, **16**, 1-16.
- Itoh T., S. Tsuji and A. Nitta (2003a) Migration patterns of young Pacific bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) determined with archival tags. Fish. Bull., **101**, 514-534.
- Itoh T., S. Tsuji and A. Nitta (2003b) Swimming depth, ambient water temperature preference, and feeding frequency of young Pacific bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) determined with archival tags. Fish. Bull., **101**, 535-544.
- 川上太左英・山崎正幸 (1952) 日本海岸のブリの漁況について. 日本研創立3周年記念論文集, 日本海区水産研究所, 新潟, 111-114.
- 北原 武・原 哲之 (1990) 回遊性資源の来遊量指数. 日本誌, **56**, 1927-1931.
- 町中 茂・今村 明・橋田新一 (1977) バイオ・テレメトリー・システムによるブリの行動生態に関する研究. 石川水試研報, **2**, 1-20.
- 前田一己・竹下克一・野島通忠 (1980) 薩南海域におけるブリ仔の分布, 流れ藻との関係およびその資源量について. 日裁協研究資料, **17**, 1-67.
- 松下友成 (1953) ブリとその漁業. 漁業科学叢書, **6**, 1-43.
- 三谷文夫 (1960) ブリの漁業生物学的研究. 近大農紀要, **1**, 81-300.
- 村山達郎 (1992) 日本海におけるブリの資源生態に関する研究. 島根水試研報, **7**, 1-64.
- 村山達郎・北原 武 (1992) ブリ来遊量の長期傾向. 日本誌, **58**, 409-416.
- 永田俊一 (1959) 日本海におけるブリ標識放流結果について. 日本研報, **7**, 43-55.
- 沢田郁次・石津 峻・田中 暉・吉川明夫 (1960) ブリ資源調査報告 (1). ていち, **26**・**27**, 101-153.
- 渡辺和春 (1979) 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. 日本研報, **30**, 131-164.