

能登半島東岸海域で漁獲されたブリ0歳魚のふ化日組成とその季節変化

辻 俊宏^{1†}, 田 永軍², 齊藤真美³Seasonal changes in hatch date distribution of age-0 yellowtail, *Seriola quinqueradiata*, caught on the east coast of Noto Peninsula, Sea of JapanToshihiro TSUJ^{1†}, Yongjun TIAN² and Mami SAITO³

Hatch dates of age-0 yellowtail *Seriola quinqueradiata* collected by set-nets in the eastern coastal area around the Noto Peninsula in the Sea of Japan between 2005 and 2007 were determined using the otolith daily growth increments. Hatch dates of 1146 individuals in total (range of 96–448 mm in fork length) were estimated by subtracting the number of otolith daily increments from the sampling dates. Estimated hatch dates of the age-0 fish samples indicated a protracted spawning season from late January to mid August. Then hatch month distributions of the recruitment in the whole fishing season were calculated by weighting the total catch by the number of age-0 fish from the set-net fishery in this area. Results showed that 57.7–69.5% of fishes were hatched during the period from March to April in every survey year. This suggests that age-0 fishes caught in the eastern coastal area of the Noto Peninsula mostly originated from the shelf break region of the East China Sea, the main spawning ground of yellowtail. On the other hand, hatch month distributions shifted later in progressive catching periods originating from other spawning grounds. Furthermore, age-0 fishes that hatched from March to April were hardly found in the coastal waters around the Noto Peninsula after December, and may migrate to other areas.

Key words: otolith daily increment, hatching date, yellowtail, Sea of Japan

はじめに

ブリ *Seriola quinqueradiata* は東シナ海から北海道沿岸域の広い範囲で定置網, まき網, 釣りなど多様な漁業によって漁獲されている重要な漁獲対象種である (山本ほか, 2007)。本種は, モジャコと呼ばれる稚魚サイズから養殖種苗用として漁獲対象となり, 0歳時より積極的に利用されている。例えば, 石川県では, サイズごとにこぞくら (概ね0.5 kg未満), ふくらぎ (概ね0.5~1.5 kg未満), がんど (概ね1.5~4 kg未満), ぶり (体重概ね4 kg以上) の4銘柄に区分され, 0歳魚に相当する夏のこぞくらや, 晩秋から初冬にかけてのふくらぎは, 季節を代表する魚として, 古

くから親しまれている。

近年のブリ資源は高位水準・増加傾向であるものの, 未成魚への漁獲圧が高く年齢ごとに漁獲努力をコントロールすることが望ましいと指摘されている (田・阪地, 2013)。水産資源として一定の価値を有する0歳魚の漁獲圧を制限するには, 資源評価と来遊量予測を的確に行い, それに応じた漁獲量規制などを実施することが漁業経営上必要となる。このことを実現するためには, 本種の産卵海域や産卵時期などの発生由来およびその後の回遊経路, いわゆる加入過程を明らかにすることが重要である。

ブリはふ化後, 概ね体長15 mmまでの仔魚期に浮遊生活を送ったのち, いわゆるモジャコとして流れ藻に随伴し各地に輸送される (浅見ほか, 1967)。その後, 体長160 mmに達するまでに, 流れ藻を離れて定置網等の沿岸漁業の対象となる (三谷, 1960)。本種の産卵は, 2月から8月までの長期間にわたり, 台湾沿岸から日本海の能登半島沿岸, そして太平洋の伊豆諸島近海までの広範囲におよんでいることが報告されている (山本ほか, 2007)。また, 沿岸における0歳魚の漁場は全国各地に広がり, その漁獲時期も概ね7月以降ほぼ周年にわたっている。このた

2013年7月3日受付, 2013年8月20日受理

¹ 石川県水産総合センター

Ishikawa Prefecture Fisheries Research Center, 3-7 Ushitsushinko, Noto, Housu, Ishikawa 927-0435, Japan

² (独) 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, Fisheries Research Agency, 1-5939-22 Suido, Chuo, Niigata, Niigata 951-8121, Japan

³ 日本エヌ・ユー・エス株式会社

JAPAN NUS Co., Ltd., Yokohama, Kanazawa High-technology Center 5F, 1-1 Fukuura, Kanazawa, Yokohama, Kanagawa 236-0004, Japan

* E-mail: t-tuji@pref.ishikawa.lg.jp

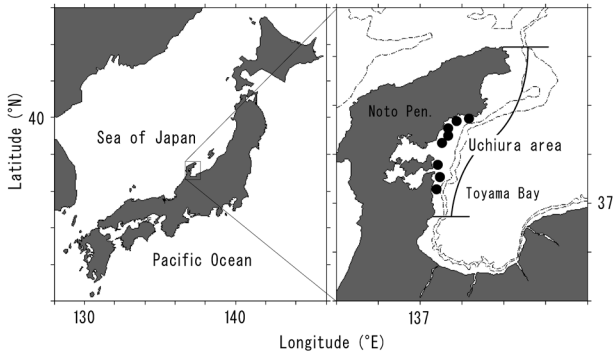


Figure 1. Sampling locations for age-0 yellowtail *Seriola quinqueradiata* collected from set-nets (black circles) in the Uchiura area off Noto Peninsula in the Sea of Japan.

め、0歳魚の発生由来が漁場や季節によりそれぞれ異なることが想定される。渡辺（1964）は、標本群の体長変異が大きいことから、発生時期を異にする群が順次加入し、各地で漁獲されることを示し、村山（1987）は、島根県浜田港に水揚げされた0歳魚の体長組成および漁獲量の経月変化から、日本海のブリに産卵時期や回遊の異なる群が存在することを示した。しかし、これらの研究は、体長組成の変化から間接的に推測しているにとどまり、ふ化時期の特定など詳細な検討には至っていない。

そこで、本研究では日本海でも有数のブリ漁場である能登半島東岸海域を調査海域として選定し、同海域で漁獲されたブリ0歳魚の日齢およびふ化日を、耳石日周輪解析にもとづき、漁獲時期を通じて連続的に調査した。そして、ふ化月組成とその季節変動を定量的に調べることで、能登半島東岸に來遊するブリ0歳魚の発生由来について考察した。

試料と方法

試料として、能登半島東岸海域に敷設された定置網（Fig. 1）で漁獲されたブリ0歳魚を用いた。ただし、金庫網（出荷調整用の生簀網）で短期蓄養されたものを除いた。田・阪地（2013）による年齢別月別平均体重から判断し、こぞくらおよび9月～翌年3月までのふくらぎを0歳魚とみなした。

調査期間が暦年をまたがることから、4月から翌年3月までを1年として扱った。採集は原則として、旬1回行い、2005年は7月5日から12月27日までの16回、2006年は7月13日から翌年2月4日までの15回、2007年は6月26日から12月27日までの19回、3年間で合計50回のサンプリングを実施した（Table 1）。サンプルを各定置網の漁獲物から無作為に抽出し、冷蔵にて研究室に持ち帰り、尾又長（FL: 1 mm単位）および体重（0.1 g単位）を測定した。さらに、水揚げ漁港において実施した10 mm単位の尾又長測定結果を必要に応じて加えて、旬ごとの尾又長頻度を作成した。

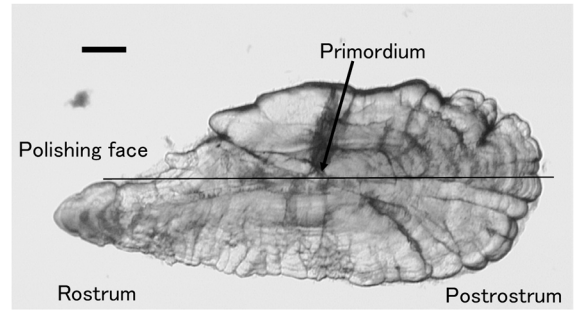


Figure 2. Sagittal otolith of age-0 yellowtail. The bold arrow shows the counting path of daily growth increments from the primordium to the margin of the postrostrum. Scale bar: 0.2 mm.

持ち帰ったサンプルの中から、尾又長階級（10 mm単位）ごとに1–6個体を抽出して、耳石（扁平石; Fig. 2）を採取した。採取した耳石をエポキシ系樹脂に包埋した後、Frontal面を長軸方向に耐水研磨紙（#400–#1200）、ラッピングフィルム（9 μm）、アルミナ研濁液（0.3 μm）を用いて、耳石核が表出するまで研磨した。その後、耳石核からpostrostrum方向の微細輪紋数と同間隔（0.01 μm単位）を光学顕微鏡下（200倍）で耳石日輪計測システム（ラトック社製 ARP/W）を用いて計測した（Fig. 3）。

ブリ耳石の微細輪紋の形成には日周性があり、ふ化日に第1輪が形成されることが飼育実験により確認されている（上原ほか、1996; Sakakura and Tsukamoto, 1997）。本研究では、計測した輪紋数を日齢とみなし、漁獲日から日齢を遡ることにより、個体ごとのふ化日を推定した。

次に、各採集日における各ふ化月の個体数割合を、耳石分析した個体がそれぞれ属する尾又長階級の頻度で重み付けして求めた。

$$P_{t,m} = \sum_{FL} \left(\frac{NO_{t,FL,m}}{\sum_m NO_{t,FL,m}} \times NS_{t,FL} \right) / \sum_{FL} NS_{t,FL} \quad (1)$$

ここで、

$P_{t,m}$: t 採集日における m 月ふ化個体数の割合

$NO_{t,FL,m}$: 耳石分析個体のうち、 t 採集日、 FL 尾又長階級における m 月ふ化個体数

$NS_{t,FL}$: 体長測定個体のうち、 t 採集日、 FL 尾又長階級の個体数

である。

さらに、時期（旬）別の内浦地区（Fig. 1）の漁獲尾数（漁獲量を同時期に採集した個体の平均体重で除して算出。）で按分することにより、年間総漁獲尾数に対する各ふ化月の割合を計算した。

$$PY_m = \sum_t (P_{t,m} \times NC_t) / \sum_t NC_t \quad (2)$$

Table 1. Sampling information and results of age-0 yellowtail otolith analyses. Number of increments corresponded to daily age of fishes. Hatch dates were estimated by subtracting the number of daily increments from the sampling dates.

Year class	Sampling date	Number	Fork length range (mm)	Number of increments		Hatch date
				Range	Difference	Range
2005	5 July 2005	18	96–206	77–149	72	6 Feb. to 19 Apr.
	15 July 2005	18	109–229	88–162	74	3 Feb. to 18 Apr.
	28 July 2005	18	153–274	114–188	74	21 Jan. to 5 Apr.
	9 Aug. 2005	18	186–312	115–196	81	25 Jan. to 16 Apr.
	16 Aug. 2005	24	195–324	103–192	89	5 Feb. to 5 May
	31 Aug. 2005	24	181–337	114–178	64	6 Mar. to 9 May
	14 Sep. 2005	18	254–361	136–192	56	6 Mar. to 1 May
	27 Sep. 2005	18	249–355	129–186	57	25 Mar. to 21 May
	7 Oct. 2005	18	274–368	143–180	37	10 Apr. to 17 May
	14 Oct. 2005	18	312–375	152–193	41	4 Apr. to 15 May
	21 Oct. 2005	18	329–398	148–215	67	20 Mar. to 26 May
	2 Nov. 2005	18	332–397	165–213	48	3 Apr. to 21 May
	22 Nov. 2005	18	338–418	175–234	59	2 Apr. to 31 May
	8 Dec. 2005	18	324–397	177–257	80	26 Mar. to 14 June
	12 Dec. 2005	18	338–413	185–248	63	8 Apr. to 10 June
	27 Dec. 2005	18	296–395	187–228	41	13 May to 23 June
	Subtotal	300	96–418	77–257	180	21 Jan. to 23 June
2006	13 July 2006	24	116–183	90–129	39	6 Mar. to 14 Apr.
	15 Aug. 2006	24	159–288	102–145	43	23 Mar. to 5 May
	6 Sep. 2006	22	243–320	141–188	47	2 Mar. to 18 Apr.
	14 Sep. 2006	23	250–341	156–226	70	31 Jan. to 11 Apr.
	27 Sep. 2006	24	286–380	160–227	67	12 Feb. to 20 Apr.
	4 Oct. 2006	20	278–340	167–217	50	1 Mar. to 20 Apr.
	13 Oct. 2006	20	291–357	162–218	56	9 Mar. to 4 May
	30 Oct. 2006	20	327–388	168–233	65	11 Mar. to 15 May
	9 Nov. 2006	20	341–390	173–240	67	14 Mar. to 20 May
	15 Nov. 2006	20	344–393	169–233	64	27 Mar. to 30 May
	27 Nov. 2006	19	349–398	187–239	52	2 Apr. to 24 May
	6 Dec. 2006	20	352–406	191–244	53	6 Apr. to 29 May
	19 Dec. 2006	20	355–397	175–227	52	6 May to 27 June
	26 Dec. 2006	25	322–401	172–227	55	13 May to 7 July
	4 Feb. 2007	20	360–420	185–249	64	10 June to 13 Aug.
	Subtotal	321	116–420	90–249	159	31 Jan. to 13 Aug.
2007	26 June 2007	20	142–214	85–151	66	26 Jan. to 2 Apr.
	6 July 2007	21	148–238	99–149	50	7 Feb. to 29 Mar.
	17 July 2007	24	132–204	94–147	53	20 Feb. to 14 Apr.
	25 July 2007	29	134–267	87–176	89	30 Jan. to 29 Apr.
	7 Aug. 2007	32	159–308	108–197	89	22 Jan. to 21 Apr.
	16 Aug. 2007	34	162–295	105–180	75	17 Feb. to 3 May
	28 Aug. 2007	28	198–315	120–187	67	22 Feb. to 30 Apr.
	5 Sep. 2007	33	202–340	120–197	77	20 Feb. to 8 May
	19 Sep. 2007	28	246–342	140–209	69	22 Feb. to 2 May
	28 Sep. 2007	28	281–364	152–201	49	11 Mar. to 29 Apr.
	10 Oct. 2007	28	274–378	149–212	63	12 Mar. to 14 May
	16 Oct. 2007	26	306–394	165–241	76	17 Feb. to 4 May
	25 Oct. 2007	28	312–420	157–218	61	21 Mar. to 21 May
	6 Nov. 2007	27	329–395	152–230	78	21 Mar. to 7 June
	16 Nov. 2007	29	331–429	166–229	63	1 Apr. to 3 June
	30 Nov. 2007	27	343–436	158–238	80	6 Apr. to 25 June
	10 Dec. 2007	28	332–407	167–225	58	29 Apr. to 26 June
18 Dec. 2007	28	346–448	185–248	63	14 Apr. to 16 June	
27 Dec. 2007	27	345–431	161–240	79	1 May to 19 July	
	Subtotal	525	132–448	85–248	163	22 Jan. to 19 July
Total		1146	96–448	77–257	180	21 Jan. to 13 Aug.

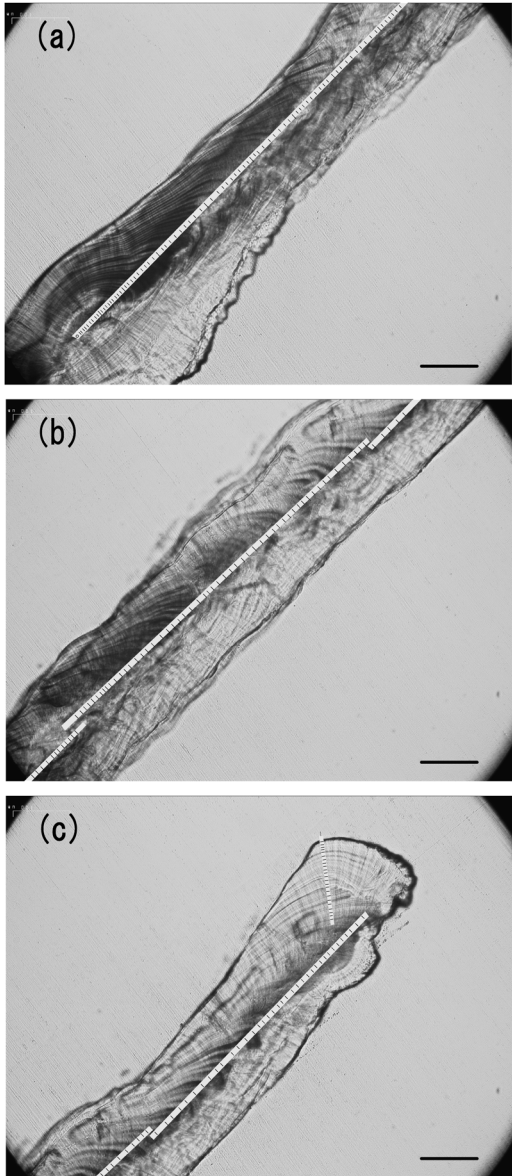


Figure 3. Light micrographs of the core part: 1st–86th rings (a), middle part: 75–144th rings (b) and margin part: 132–197th rings (c) in postrostrum of sagittal otolith with 197 increments from age-0 yellowtail of 382 mm FL. Scale bar: 100 μm .

ここで、

PY_m : 年間総漁獲尾数に対する m 月ふ化個体数の割合

NC_t : t 採集日に対応する漁獲時期 (旬) の漁獲尾数

である。ただし、サンプルの未採集時期における平均体重と各ふ化月の割合については、7–12月では、その前後の時期の平均値を、1月では、同漁期年の12月の値を、6月および2–3月では、それぞれ、2007年6月26日、2007年2月4日の値を代用した。

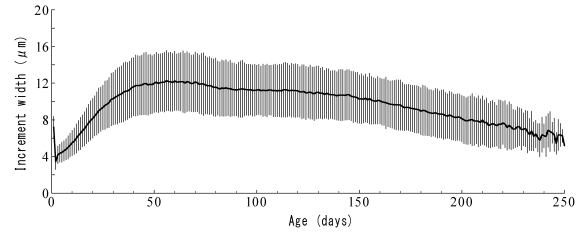


Figure 4. Changes in mean (\pm SD) increment widths at ages for sagittal otoliths of age-0 yellowtail collected from the Uchiura area.

結果

合計1,146個体 (2005年: 300個体, 2006年: 321個体, 2007年: 525個体) の耳石を解析した。核から耳石縁辺まで全域を通して輪紋が観察できた (Fig. 3)。日齢時ごとの輪紋間隔は、60日付近で最大となるが、その後、徐々に小さくなっていった。また、同日齢内における変動 (標準偏差) は、概ね一定であった (Fig. 4)。

調査年ごとの日齢の範囲は、それぞれ77–257 (2005年)、90–249 (2006年)、85–248 (2007年) であった。同一採集日サンプル内の日齢の最大と最小の差は37–89であった。調査年ごとのふ化日は、それぞれ1月21日から6月23日まで (2005年)、1月31日から8月13日まで (2006年)、1月22日から7月19日まで (2007年) と推定された (Table 1)。

2005年調査のふ化月組成の季節変化を見ると (Fig. 5, 左図)、漁獲開始当初の7月は3月ふ化個体を主体に1–4月ふ化個体で構成されていた。その後、徐々に4月ふ化個体の割合が増加し、8月下旬には3月ふ化個体の割合を上回るようになった。この時期より1, 2月ふ化個体は出現しなくなり、5月ふ化個体が出現し始めた。さらに時期が経過するとともに、5月ふ化個体の割合が高くなる一方、3月ふ化個体は10月以降、ほとんど出現しなくなった。さらに、12月上旬には6月ふ化個体が出現し始め同月下旬には全体の67%を占めた。2005年全体では、4月ふ化個体の割合が38.7%と最も高く、次いで3月および5月ふ化個体の割合が、それぞれ23.1%、22.1%と続いた。

2006年調査のふ化月組成の季節変化を見ると (Fig. 5 中央図)、漁獲開始から10月までは3, 4月ふ化個体が大部分を占め、わずかに1, 2月および5月ふ化個体が出現していた。11月に入ると、3月ふ化個体の割合は急激に減少し、11月下旬以降には皆無となった。一方、5月ふ化個体は3月ふ化個体にとって代わるように、その割合を増加させ、12月上旬には71%を占めた。さらに12月中旬に、6月ふ化個体が出現し同月下旬には、その割合は80%となった。また、2006年は他の2年と異なり2月 (2007年2月) に100トンを超える漁獲量があり (Fig. 6)、7月ふ化個体が全体の71%を占めた。2006年全体では3月ふ化個体の割合が31.2%と最も高く、次いで4月ふ化個体の割合が26.5%

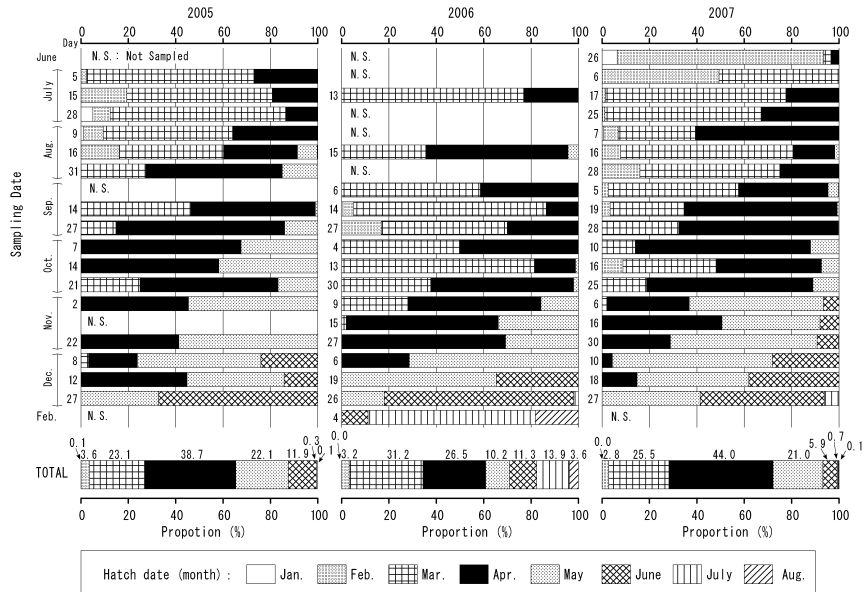


Figure 5. Seasonal changes in the proportions of the number of age-0 yellowtail by hatch month cohorts for 2005 to 2007 year classes.

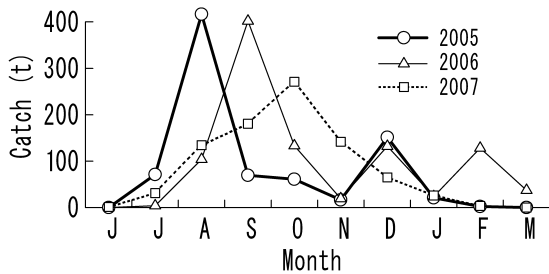


Figure 6. Monthly changes in the catch of age-0 yellowtail from the set-net fishery in the Uchiura area of Ishikawa Prefecture for 2005 to 2007 year classes.

と続いた。また、6月以降のふ化個体の割合は28.8%と他の2年（2005年：12.3%，2007年：6.7%）と比べて、かなり高かった。

2007年調査のふ化月組成の季節変化を見ると（Fig. 5 右図）、漁獲が始まった6月下旬および7月上旬には2月ふ化個体が優占していたものの、7月中旬以降、漁獲量が増加してくると3、4月ふ化個体が大部分を占めるようになった。3月と4月ふ化個体のそれぞれの割合は、多少変動があるものの漁獲時期が経過するに従って4月ふ化個体の割合が高くなる傾向が見られ、9月中旬を境に4月ふ化個体の割合が3月ふ化個体の割合を上回るようになった。一方、5月ふ化個体は8月中旬に出現し始め、11月に最も高い割合を占めるようになった。さらに、11月以降、6月ふ化個体が出現し始め、時期の経過とともに、その割合は増加し12月下旬には5月ふ化個体の割合を上回った。2007年全体では、4月ふ化個体の割合が44.0%と最も高く、次いで3

月および5月ふ化個体の割合が、それぞれ25.5%、21.0%と続いた。

以上、3年間における、ふ化月別の個体数割合の季節変化を述べてきたが、各月ふ化個体がそれぞれ出現する時期やその割合は年によって違いが見られるものの、3、4月ふ化個体が主体で漁獲が始まり、時期の経過とともに、より遅い月のふ化個体の割合が増加していく傾向は一致していた。

考察

0歳魚の耳石日輪査定

ブリ仔稚魚の耳石微細輪紋が日周輪であることが飼育実験により確認されている（上原ほか，1996; Sakakura and Tsukamoto, 1997）。しかしながら、これらはふ化後129日までの飼育によるものであり、それ以降の幼魚期においては、確認されていない。麦谷（1988）は、形成された輪紋が明瞭か、あるいは判読しがたいほど不鮮明であるかは別問題として、24時間周期の明暗光周期下（含自然環境）では、耳石の微細輪紋の形成は24時間単位であり、耳石の成長が続く限り“日周輪”は形成されると考えるのが妥当であろうと述べている。本研究のサンプルにおいては、耳石縁辺まで輪紋が確認できており（Fig. 3c）、輪紋幅も急激な変動を示していない（Fig. 4）。最終的には飼育実験や蛍光標識魚の放流実験などによる確認作業が必要となろうが、本報告では、日齢130以降も日周輪が形成されているとみなして解析を進めた。

産卵場と回遊経路

能登半島東岸海域で漁獲されるブリ0歳魚のふ化時期は1

月下旬から8月中旬までと非常に長期間にわたっており、これまで報告されているブリの産卵の全期間（山本ほか、2007）に一致するものであった。なお、ブリは受精後、約51時間でふ化する（内田ほか、1958）ことから、本報告では、産卵とふ化のそれぞれの時期及び場所は、同一であるとみなした。

東シナ海沖合域におけるブリの産卵は1月または2月中・南部で始まるとされており（東海区水産研究所ほか、1966）、山本ほか（2007）は、これらの海域を太平洋資源の主産卵場の一部と位置づけている。1,2月ふ化個体の割合は2.8-3.7%とごくわずかであり、この海域でふ化した個体の一部が対馬暖流域に輸送されたものと推定される。

調査年全体に占める個体数割合を見ると、3,4月ふ化個体が、57-70%を占め、さらに5月ふ化個体を合わせると、2006年では、67.9%であったものの2005,2007年では83.9%と90.5%と大部分を占め、主要なふ化時期であることが示された。対馬暖流域における同時期の産卵場として東シナ海および日本海の九州北岸域が示されている（山本ほか、2007）。そのうち東シナ海の大陵棚縁辺域は本種の主要な産卵場であり3-5月が産卵盛期とされている（三谷、1960; 村山、1992; 上原ほか、1998; 井野ほか、2008）。また、村山（1992）は日本海に加入する0歳魚の大部分を補給する親魚群が東シナ海に存在する可能性を示唆している。一方、九州北岸の産卵は4月末から始まるとされており（深滝、1958）。3,4月のふ化個体の割合が最も高いという本調査結果を踏まえると能登半島東岸海域で漁獲されるブリ0歳魚の主要なふ化場所は、東シナ海の大陵棚縁辺海域であると考えられる。村山（1992）は日本海に出現するモジャコの起源となる産卵期を3月下旬以降と推定し、東シナ海の産卵場で2-3月に産み出された卵稚仔は太平洋側沿岸域に、4-5月に産み出された卵稚仔は対馬暖流域に輸送される可能性が高いと述べた。しかし、本研究では3月にふ化した個体の割合が3割前後を占めた。本研究の調査海域が含まれる富山湾は、ブリ0歳魚の全国的な主要漁場であることから、東シナ海で3月にふ化した個体の相当量が日本海に輸送されているものと考えられる。村山（1992）は、対馬暖流域と太平洋側へのモジャコの配分割合を推算するためには、対馬暖流の黒潮からの分岐機構の解明が必要であると述べている。近年、東シナ海や日本海においても、数値モデルを用いた水産生物の輸送シミュレーションがいくつかの種で報告されている（藤井ほか、2004; Kasai et al., 2008など）。ブリの卵稚仔の輸送についても、これらの手法を導入した解析が必要であると考えられる。

深滝（1958）は、仔稚魚採集調査の結果から、九州北岸におけるブリの産卵は4月末から5月に始まり、7月頃まで続とした。さらに、日本海におけるブリの産卵期は5-6月（盛期6月）であろうとし、その産卵場は若狭湾付近まで及んでいるとした。しかしながら、このうち日本

海については、数個体の小型仔魚（全長10mm未満）の出現に基づいて推定されたものである。一方、成魚の成熟度からのアプローチとして、白石ほか（2011）は、九州西岸域のブリの産卵期を3-5月としたが、6月は標本数が雌雄とも1個体であることから、産卵期に当たるかどうかの判断を今後の検討事項とした。また、日本海では、若狭湾で完熟した生殖腺を持った大ブリが毎年少数ながらも漁獲されることが報告されている（三谷、1958）ものの、浜田沖（三谷、1960）や能登半島沿岸（辻、2000）では、4-6月に生殖腺指数の上昇が認められるが、産卵を証拠づけるまでの結果には至っていない。以上のように、対馬暖流域では6月以降、主に日本海で産卵していると考えられているが、その知見は不十分な点が多い。本結果では12月中・下旬に6月ふ化個体が多数を、さらに、2月には7,8月ふ化個体が大部分を占めた。6月以降のふ化個体の割合は、2005, 2007年では、それぞれ12.3%, 6.7%と低いものの、2月に128トンの漁獲量を記録した2006年（Fig. 6）においては、28.8%と3,4月ふ化個体と同程度の割合に達した。12月以降においては、0歳魚の魚体重量は1kg前後に達し、より商品価値（単価）も上がることから、6月以降のふ化個体の漁業生産上の重要性は、個体数比率以上に高い。これらの個体群の資源管理を進めていくうえで、6月以降のふ化個体の起源となる産卵場を明らかにすることが、今後の重要課題の一つである。

ふ化月組成の季節変化

能登半島東岸海域で漁獲されたブリ0歳魚は3,4月ふ化個体が主体であった（Fig. 5）。3月および4月ふ化個体の主要な漁獲時期は7-9月および9-10月であり、その概ね2ヶ月後には、同海域の定置網でほとんど漁獲されなくなった（Fig. 5）。一方、6月ふ化個体は11月以降に、尾叉長30mm以上のサイズで漁獲された。これらの結果は、ブリ0歳魚の調査海域内外への季節回遊を示唆している。

本研究の調査海域を含む富山湾内で8-10月に実施したブリ0歳魚の標識放流結果（加藤、1983; 橋田ほか、1987; 杉元ほか、1989; 杉元ほか、1990）を見ると、大部分が、放流後2ヶ月以内に富山湾で再捕されているものの、2ヶ月以上経過した再捕個体の中には新潟県沿岸海域や京都府・福井県沿岸海域で再捕された個体も見られた。また、新潟県北蒲生原郡沖合と佐渡島両津湾で10-12月に放流した0歳魚の中には、12月中に富山湾内まで南下した個体が多く再捕されている（渡辺、1964; 渡辺、1978）。以上の標識放流の結果を本調査結果に照らし合わせると、能登半島東岸海域で漁獲された3,4月にふ化した0歳魚は、本海域で1,2ヶ月間滞留した後に別の海域へと移動し、6月ふ化個体の0歳魚は、佐渡島周辺などの北部海域から11月以降に本海域に南下して来たことが想起される。しかしながら、これらの標識放流調査は1980年代以前に実施されたものであり、北部海域における0歳魚の越冬回遊パターン

が年代により変化する(村山ほか, 1992; 前田ほか, 2010)ことから想定域を出ない。

調査海域における0歳魚の月別漁獲量の変化を見ると(Fig. 6), 漁獲量のピークとなった月は, 8月(2005年), 9月(2006年), 10月(2007年)と調査年によって, それぞれ異なっていた。定置網は比較的漁獲努力量が安定していることから, 定置網による漁獲量は来遊量や資源量の指標として, しばしば用いられる(原・村山, 1992; 田・阪地, 2013など)。調査海域における0歳魚漁獲量がそれぞれのふ化個体群の発生量とその後の生残つまり加入量に強く依存しているのであれば, これらの月別漁獲量の変動は, それぞれのふ化個体群の加入水準の高低を反映していると考えられる。つまり, 2005年8月と2006年9月の漁獲量ピークは, 当該年の3月ふ化個体群の, 2007年10月の漁獲量ピークは同年4月ふ化個体群の加入水準が相対的に高かったことを示していると考えられる。さらに, 2005年と2006年のピークの1ヶ月のずれは, 3月におけるふ化場(産卵場)または卵仔稚の輸送を決定する対馬暖流の流況が両年で異なっていたのかもしれない。

本研究により, 2005–2007年に能登半島東岸海域で漁獲されたブリ0歳魚のふ化時期とその割合が定量的に示され, さらに, その割合が漁獲時期の経過とともに早生まれ主体から遅生まれ主体へと段階的に以降していくことが明らかとなった。各産卵場で生まれたブリの卵仔稚は対馬暖流に乗り日本海に広く輸送され(三谷, 1960), 0歳魚は日本海の各地で漁獲される(内山, 1997)。さらに, 日本海のブリ0歳魚に発生時期の異なる複数群が存在することは, これまでも指摘されている(渡辺, 1964; 村山, 1987)。以上のことから, ふ化時期の異なる0歳魚が漁獲されること, そして, その割合が季節変化するという本研究の結果は, 本調査時期や調査海域以外でも発生していると考えるのが妥当であろう。無論, ふ化月別の個体数割合は, 海域により異なると考えられるので, 海域別のふ化時期組成を調べる必要がある。その結果から, ブリ資源全体のふ化時期別の加入量の推定が可能となるであろう。さらに, 産卵量(産卵親魚量)や海洋環境と対比させることによって, 発生から加入までの生残に影響を与える環境要素が明らかになることが期待される。

謝 辞

本研究を行うにあたり, 石川県の中田作助氏, 中 弘氏, 有限会社日の出大敷網, 藤波大敷網組合, 前波大敷網組合, 鹿渡島定置および岸端定置網組合の皆様には, ブリ当歳魚の採集および測定にご協力いただいた。石川県水産総合センター海洋資源部長の大慶則之博士をはじめ同部の研究員の方々には, 測定および耳石の摘出にご協力いただくとともに議論に参加いただいた。福山大学生命工学部の南 卓志教授には, 有益な助言を頂いた。ここに記して感謝の意

を表します。なお, 本研究は水産庁委託調査事業「資源評価調査」の一部として行われた。当該事業の推進に当たられた方々に感謝いたします。

引用文献

- 浅見忠彦・花岡藤雄・松田星二(1967)モジャコ採捕のブリ資源に及ぼす影響に関する研究, 産卵および発生初期の生態ならびにモジャコ漁獲および減耗に関する研究, 1)産卵および発生初期の生態ならびにモジャコの標識放流に関する研究, 研究成果30, 農林水産技術会議事務局, 1–61。
- 藤井康之・広瀬直毅・渡邊達郎・木所英昭(2004)日本海におけるスルメイカ卵稚仔の輸送シミュレーション, 海と空, **80**, 9–16。
- 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**, 35–45。
- 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, 日本水誌, **58**, 2219–2227。
- 橋田新一・神崎和豊・五十嵐誠一(1987)天然ブリ仔資源保護培養のための基礎調査実験, 天然ブリ仔資源保護培養のための基礎調査実験(昭和61年度報告), 社団法人日本栽培漁業協会, 37–50。
- 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。
- Kasai, A., K. Komatsu, C. Sassa and Y. Konishi (2008) Transport and survival processes of eggs and larvae of jack mackerel *Trachurus japonicus* in the East China Sea. Fish. Sci., **74**, 8–18。
- 加藤史彦(1983)日本海定置網漁業での評価, 水産資源の解析と評価, 石井丈夫編, 恒星社厚生閣, 東京, 104–114。
- 前田英章・渡辺 健・井野慎吾・奥野充一(2010)日本海における成長段階別の回遊様式の把握(1)年齢別の分布様式の把握 1)年齢別回遊群について, 水産総合研究センター研究報告, **30**, 5–10。
- 三谷文夫(1958)ブリの産卵についての一考察, ていち, **15**, 35–43。
- 三谷文夫(1960)ブリの漁業生物学的研究, 近畿大学農学部紀要, **1**, 81–300。
- 麦谷泰雄(1988)魚類耳石の日周形成リズム, 水産動物の日周活動, 羽生 功・田畑満生編, 恒星社厚生閣, 東京, 35–46。
- 村山達郎(1987)銘柄別測定によるブリ0,1歳魚の体長組成, 日本海ブロック試験研究集録, **10**, 21–28。
- 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, 島根県水産試験場研究報告, **7**, 1–64。
- Sakakura, Y. and K. Tsukamoto (1997) Age composition in the schools of juvenile yellowtail *Seriola quinqueradiata* associated with drifting seaweeds in the East China Sea. Fish. Sci., **63**, 37–41。
- 白石哲朗・大下誠二・由上龍嗣(2011)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, **75**, 1–8。
- 杉元和彦・町田洋一・五十嵐誠一(1989)天然ブリ仔資源保護培養のための基礎調査実験, 天然ブリ仔資源保護培養のための基礎調査実験(昭和62年度報告), 社団法人日本栽培漁業協会, 27–63。
- 杉元和彦・神崎和豊・五十嵐誠一・田中 浩(1990)天然ブリ仔資源保護培養のための基礎調査実験, 天然ブリ仔資源保護培養のための基礎調査実験(昭和63年度報告), 社団法人日本栽培漁業協会, 29–46。
- 田 永軍・阪地英男(2013)平成24年度ブリの資源評価, 平成24年度我が国周辺水域の漁業資源評価 第2分冊, 水産庁・水産総合研究センター, 1036–1066。
- 東海区水産研究所ほか20機関(1966)モジャコ採捕のブリ資源に

ブリ0歳魚のふ化日組成の変化

- 及ぼす影響に関する研究. 東海区水産研究所, 99 pp.
- 辻 俊宏 (2000) 能登半島沿岸で漁獲されるブリ成魚の成熟度. 石川県水産総合センター研究報告, **2**, 37-39.
- 内田恵太郎・道津喜衛・水戸 敏・中原宮太郎 (1958) ブリの産卵および初期生活史. 九州大学農学部学芸雑誌, **16**, 329-344.
- 内山 勇 (1997) 日本海のブリ資源. 水産海洋研究, **61**, 310-312.
- 上原伸二・三谷卓美・石田 実 (1996) ブリの加入量・加入前資源量の把握技術の開発. 平成7年度我が国周辺漁業資源調査・特定水産資源評価技術開発調査報告書, 水産庁・6水産研究所, 95-102.
- 上原伸二・三谷卓美・石田 実 (1998) 東シナ海におけるブリの漁獲と産卵場. 南西外海の資源・海洋研究, **14**, 55-62.
- 渡辺和春 (1964) 日本海中部海域におけるブリ若年魚に関する研究. II. 1962年秋期の標識放流再捕結果からみた若年魚の移動. 日水研報告, **13**, 53-62.
- 渡辺和春 (1978) 日本海中部海域におけるブリ若年魚に関する研究. IV. 佐渡両津湾における標識放流再捕結果からみたブリ0年魚の分布と移動. 日水研報告, **29**, 89-102.
- 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 (2007) ブリ (*Seriola quinqueradiata*) の産卵, 回遊生態およびその研究課題・手法について. 水産総合研究センター研究報告, **21**, 1-29.