若狭湾西部海域におけるタチウオの年齢と成長^{*1,2,3}

宗 清 正 廣, 桑 原 昭 彦

(1987 年 12 月 7 日受付)

Age and Growth of Ribbon Fish in the Western Wakasa Bay

Masahiro Munekiyo^{*4} and Akihiko Kuwahara^{*4}

The age and growth of ribbon fish *Trichiurus lepturus* from the western Wakasa Bay were estimated using otoliths of 2,373 specimens collected from June, 1981 to December, 1982.

The annuli on otoliths were formed from February to March. The fish were divided into two broods from 1-ring radius (r_1), that is, narrow type of brood ($r_1 < 2.0$ mm) and wide type of brood ($r_1 \geq 2.0$ mm). It was estimated that the narrow and wide types were born from June to September and from April to June, respectively. The two types were similar in size at the full age, though females reached larger sizes than males.

According to back-calculation of anal length at 1-ring formation, the wide type grew faster and attained larger sizes than the narrow one. There was no difference in growth rate between sexes for each type. Between 1- and 2-ring formation, the growth of the narrow type overtook that of wide type. Growth compensation during 1- and 2-ring formation seemed to be explained by a difference in the time of the first maturation between the two types and decrease of growth rate of the fast growing group due to maturation.

It is estimated that the narrow and wide type of broods were recruited from the adjacent waters of the western Wakasa Bay and the western part of the Japan Sea (far west off Hyogo), respectively.

魚類の生活史では、年齢と成長は基本的で重要な事項の一つである。タチウオの年齢と成長に関する研究は、これまでに東シナ海・黄海産¹⁻³⁾ 駿河湾産⁴⁾ 紀伊水道産⁵⁾ および熊野灘産⁶⁾ について報告されている。しかし、本種の年齢と成長は、複数発生群の存在^{5,6)} や雌雄間での成長差の存在の可能性⁶⁻⁸⁾ 等によって複雑な様相を呈している。この複雑さのために、これまでの研究の中では複数発生群と雌雄間の成長差は包括的に論じられていない。

本報では、若狭湾西部海域産タチウオの年齢査定を発生群別、雌雄別に行った。さらに年齢査定の結果を基礎に、複数の発生群の存在、発生群間にみられる成長の補償作用および雌雄間の成長差の存在等、本種の成長過程を包括的に明らかにしようと試みた。

材 料 と 方 法

1981 年 6 月から 1982 年 12 月までの期間に、若狭湾西部海域 (Fig. 1) において定置網、延縄、旋網、小

型底曳網で漁獲されたタチウオ 2,373 尾を標本とした (Table 1)。これらの標本については、生鮮のまま雌雄別に肛門長 AL^{*5} を測定し、その後耳石を採集した。採集した耳石は洗浄後、乾燥保存した。耳石をキシレンに浸し、万能投影機でこれを 50 倍に拡大してデジタル・マイクロメーターで読輪した。

若狭湾西部海域産タチウオの耳石では不透明帯から透明帯への移行部位が明瞭であり、本報ではこの部位を輪標示部位とした (Fig. 2)。読輪に際しては耳石の焦点から最長外縁までの距離を耳石径 R 、その計測線上の各輪標示部位までの距離を輪径 r_n として計測した。なお、多輪標示がみられる耳石や読輪の困難な耳石は試料から除いた。

この他に、1981 年 6 月から 1982 年 12 月にかけて若狭湾西部海域で地曳網と定置網で漁獲されたタチウオの月別肛門長組成を調査した。

^{*1} 若狭湾西部海域におけるタチウオの漁業生物学的研究—VI (Study on the Fishery Biology of Ribbon Fish, *Trichiurus Lepturus* in the Western Wakasa Bay—VI).

^{*2} 一部は、農林水産省水産試験場育成強化事業のうちの、研究開発促進事業費により実施した。

^{*3} 京都府立海洋センター業績 No. 49.

^{*4} 京都府立海洋センター (Kyoto Institute of Oceanic and Fishery Science, Miyazu, Kyoto 626, Japan).

^{*5} 下顎先端から肛門前端までの距離を肛門長とする。

Fig. 1. Location of the western Wakasa Bay and the sampling sites. Shaded parts indicate the fishing grounds of set net, longline, purse seine and Danish seine fisheries.

結 果

発生群 1981 年 6 月から 1982 年 12 月にかけて若狭湾西部海域の地曳網と定置網で漁獲されたタチウオの月別肛門長組成を Fig. 3 に示した。Fig. 3 に示したように、1981 年 9 月には AL 40~50 mm にモードをもつ群が出現した。この群は実線 S_2 で表した成長の仕方

Table 1. Summary of specimens used in this study

Month	Number of specimens	Fishing Gear
Jun., 1981	230	Longline, set net and purse seine
Jul.	166	Longline and set net
Aug.	59	Longline and set net
Sep.	48	Longline and set net
Oct.	92	Longline and set net
Nov.	90	Set net
Dec.	305	Longline and set net
Jan., 1982	20	Set net
Feb.	26	Set net
Mar.	92	Set net
Apr.	29	Set net
May	123	Set net and Danish seine
Jun.	196	Longline, set net and purse seine
Jul.	135	Longline and set net
Aug.	135	Longline and set net
Sep.	82	Set net and Danish seine
Oct.	184	Set net
Nov.	258	Longline and set net
Dec.	103	Set net
Total	2,373	

をすると想定できる。また、同年 10 月には AL 130~140 mm にモードをもつ群が出現した。この群は実線 L_2 で表した成長の仕方をするをと想定できる。一方、1981 年 6 月には AL 120~130 mm, AL 200~210 mm, AL 300~310 mm にモードをもつ群が出現し、実線 S_1 , L_1 , A_1 で表した成長の仕方をするをと想定できる。また、1982 年 9 月には AL 40~50 mm にモードをもつ群が出現し、同年 10 月には AL 130~140 mm にモードを

Fig. 2. Picture of otolith with three annuli and measurements.

Fig. 3. Monthly changes in anal length compositions of the ribbon fish caught by beach seine and set nets in the western Wakasa Bay from June 1981 to December 1982.

もつ群が出現した。これらの群は実線 S_8 , L_8 で表わしたような成長の仕方をすると想定できる。Fig. 3 から明らかなように、実線 S_1 , L_1 , A_1 で表した群は 1982 年 6~12 月の実線 S_2 , L_2 , A_2 で表した群に相当する。また、実線 S_8 , L_8 で表した群は 1981 年 9~12 月の実線 S_2 , L_2 で表わした群に相当する。なお、実線 A_1 , A_2 で表した群はその大きさから判断して、産卵のために若狭湾西部海域に来遊した親魚群⁹⁾である。したがって、若狭湾西部海域には実線 S_2 (S_1 , S_8) と L_2 (L_1 , L_8) で表した 2 つの群が存在していることがわかる。

そこで、比較的標本数の多く得られた 1 輪魚群と 2 輪魚群について、第 1 輪径 r_1 の頻度分布を Fig. 4 に示した。Fig. 4 から明らかなように、1 輪魚群では輪径 1.3~1.5 mm と 2.4~2.6 mm にモードが出現した。2 輪魚群では輪径 1.4~1.6 mm と 2.3~2.5 mm にモードが出現した。このように両輪魚群とも第 1 輪径 r_1

の頻度分布に双峰性が認められた。同様の現象は紀伊水道産⁵⁾と熊野灘産⁶⁾のタチウオでも認められ、両海域には 2 つの発生群が存在すると報告されている。^{5,6)}したがって、上述の現象は若狭湾西部海域にも発生時期の異なる 2 つのタチウオ群が存在していることを示している。以降、この 2 つの発生群を区別して、便宜的に r_1 が 2.0 mm 未満のものを N 型群 (narrow type), r_1 が 2.0 mm 以上のものを W 型群 (wide type) と呼ぶことにする。

ところで、Fig. 3 に示した月別肛門長組成のうち、1982 年 3 月のそれに示した 92 尾について、耳石第 1 輪径 r_1 を測定した。測定した r_1 の大きさに基づき、各個体を N 型群と W 型群に区別し、両群の肛門長組成として Fig. 5 に示した。Fig. 3 に示した 1982 年 3 月の肛門長組成と Fig. 5 に示したそれを比較すると、実線 S_2 で表した群は N 型群に、実線 L_2 で表した群

Fig. 4. Frequency distributions of the first ring radii of 1- and 2-ring fishes.

Fig. 5. Anal length compositions of the narrow and wide type of broods caught by set nets in March, 1982. Shaded and open columns indicate the narrow and wide type of broods, respectively.

は W 型群に対応することがわかる。したがって、実線 $S_2(S_1, S_3)$, $L_2(L_1, L_3)$ で表した群はそれぞれ N 型群, W 型群であると考えられる。

輪形成時期 1 輪魚群と 2 輪魚群は標本がほぼ周年にわたって比較的多く得られた。両輪群について N 型群と W 型群ごとに月別の耳石縁辺成長率の平均値を求め、

Fig. 6 に示した。Fig. 6 から、1 輪魚群と 2 輪魚群の N 型群・W 型群とも耳石縁辺成長率の平均値は 11~12 月に最大値を示し、2~3 月に最小値を示すことがわかる。したがって、輪は年 1 回、2~3 月に形成されるものと推定される。なお、1 月に得られた標本は 0 輪魚のみであり、この月の耳石縁辺成長率は求めることができ

Fig. 6. Monthly changes in proportions of marginal increment of otolith. Closed and open circles indicate narrow and wide type of broods, respectively. Vertical lines indicate standard deviation. Proportions of marginal increments of 1- and 2-ring otoliths were estimated by the following equations:
 $MI(r_1) = (R - r_1)/r_1$, $MI(r_2) = (R - r_2)/(r_2 - r_1)$.

なかった。

輪形成時肛門長 N型群とW型群の耳石を雌雄各100標本づつ、ある特定の耳石径範囲に偏らないように抽出し、耳石径と肛門長との関係を求めた (Fig. 7)。1%有意水準で共分散分析を行ったところ各型群の雌雄とも耳石径と肛門長との関係に有意差が認められなかった。したがって、全標本を用い、最小二乗法によって耳石径 $R(\text{mm})$ に対する肛門長 $AL(\text{mm})$ の回帰式は次のように決定された:

$$AL = 99.20R - 61.86 \quad (r = 0.947)$$

一方、N型群とW型群について、雌雄別に各輪群の平均輪径をTable 2に示した。各輪群ごとに型群別・雌雄別の平均輪径の差を検定した。その結果、第1輪では雌雄ともそれぞれ両型群間で平均輪径に1%の危険率で有意差が認められた。また、第3～第5輪では1%の危険率で両型群ともそれぞれ雌雄間の平均輪径に有意差が認められた。

各平均輪径を上述の耳石径と肛門長との関係式に代入することによって決定された、各型群の輪形成時肛門長をTable 3に示した。各型群について、雌雄間の輪形

成時肛門長を比較すると、両型群とも第2輪形成時までは雌雄間に顕著な成長差は認められない。しかし、第3輪形成時以降では雌雄間に成長差が生じ、雌が雄より大きくなる。そして、輪数が増加するにしたがってその差が大きくなる傾向がある。

雌雄についてN型群とW型群の輪形成時肛門長を比較する。雌雄とも第1輪形成時にはW型群がN型群より大きく、両型群間で顕著な成長差が認められる。第2輪形成時以降では両型群間の成長差はほとんど認められない。このように、第1輪形成時から第2輪形成時までの期間にN型群の成長がW型群のそれに追いつく現象 (成長の補償作用) が認められる。

年齢と成長 N型群、W型群別および雌雄別に、それぞれ輪形成時肛門長からWalford¹⁰⁾の定差図を作成し、Fig. 8に示した。Fig. 8から、各定差図とも $l_1 - l_2$ の点を除く各点では比較的よく直線上に乗り、第2輪形成後の成長はVon Bertalanffy¹¹⁾の成長式に適合することがわかる。定差図から求めたVon Bertalanffy¹¹⁾の成長式は次のように決定された:

$$\text{N型群の雌} \quad l_n = 456.5 \{1 - e^{-0.821(n+1.034)}\}$$

$$\text{N型群の雄} \quad l_n = 365.7 \{1 - e^{-0.622(n+0.681)}\}$$

$$\text{W型群の雌} \quad l_n = 464.6 \{1 - e^{-0.807(n+1.124)}\}$$

$$\text{W型群の雄} \quad l_n = 369.9 \{1 - e^{-0.487(n+0.818)}\}.$$

ところで、Fig. 3に示したように若狭湾西部海域では1981年、1982年とも9月と10月にAL 40～50 mmにモードをもつN型群が出現した。同海域におけるタチウオの産卵期は6月下旬から9月上旬で、その盛期は7月上旬から8月下旬であった。⁹⁾したがってFig. 3の想定成長図から判断してこれらのN型群が同海域の産卵期である6月下旬から9月上旬の期間に発生したと考えることに無理はないであろう。一方、W型群では1981年、1982年とも10月にAL 130～140 mmにモードがみられた。これらのW型群の発生時期は若狭湾西部海域におけるタチウオの産卵期と対応しないと考えられる。阪本⁵⁾は紀伊水道産タチウオの成長について報告する中で、同海域における発生時期の異なる2つの群の月別肛門長組成を図示している。彼の図によれば4～6月に発生した群の肛門長組成は11月にAL 150～180 mmにモードをもつ。したがって、発生からそのモードに至るまでの経過時間は5～7ヶ月と推定される。一方、Fig. 3に示したように若狭湾西部海域においても、11月のW型群の肛門長組成のモードはAL 160～180 mmである。若狭湾西部海域のW型群の成長速度が紀伊水道の4～6月発生群と同じであると仮定すると、W型群の発生時期は4～6月となる。

前述のように、本個体群は発生時期と耳石輪形成時期

Fig. 7. Relationship between radius of otolith and anal length. Open circles and triangles indicate females of the narrow and wide type of broods, respectively. Open squares and closed circles indicate males of the narrow and wide type of broods, respectively.

Table 2-1. Average radius of each annulus on otolith for narrow type of brood

Sex	Number of rings	Number of individuals	Radius of ring in mm					
			r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6
Female	1	253	1.49					
	2	190	1.54	3.51				
	3	85	1.68	3.45	3.99			
	4	9	1.57	3.48	3.97	4.30		
	5	3	1.63	3.57	4.10	4.12	4.45	
	6	1	1.34	3.35	3.83	4.14	4.67	4.75
	Mean		1.59	3.49	3.99	4.25	4.57	—
Male	1	207	1.45					
	2	89	1.54	3.43				
	3	38	1.62	3.36	3.76			
	4	12	1.51	3.14	3.85	3.94		
	5	2	1.77	3.42	3.66	3.94	4.13	
	Mean		1.55	3.39	3.78	3.94	4.13	

との間に時間的ずれがある。N 型群と W 型群の発生時期をそれぞれ 8 月と 5 月、両型群の耳石輪形成時期を 2 月とする。先に求めた輪形成時の肛門長を表す Von Bertalanffy¹¹⁾ の成長式を、この時間差によって補正することにより、満 2 歳魚以上の満年齢時の肛門長を表

す成長式は次のように決定された:

$$\text{N 型群の雌 } L_t = 465.5 \{1 - e^{-0.821(t+1.884)}\}$$

$$\text{N 型群の雄 } L_t = 365.7 \{1 - e^{-0.822(t+1.181)}\}$$

$$\text{W 型群の雌 } L_t = 464.6 \{1 - e^{-0.807(t+1.874)}\}$$

Table 2-2. Average radius of each annulus on otolith for wide type of brood

Sex	Number of rings	Number of individuals	Radius of ring in mm					
			r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6
Female	1	162	2.47					
	2	87	2.42	3.55				
	3	60	2.31	3.45	4.04			
	4	12	2.30	3.53	3.94	4.26		
	5	1	2.31	3.50	3.88	4.14	4.28	
	6	7	2.30	3.41	4.00	4.35	4.60	4.79
Mean			2.42	3.51	4.02	4.29	4.56	4.79
Male	1	101	2.49					
	2	42	2.40	3.46				
	3	18	2.21	3.48	3.89			
	4	9	2.27	3.42	3.79	4.01		
	5	5	2.35	3.16	3.53	3.87	4.10	
	6	1	2.38	3.65	3.94	4.30	4.34	4.38
Mean			2.42	3.45	3.81	3.98	4.15	—

Table 3. Calculated anal length in mm at time of ring formation

Type	Sex	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6
Narrow type	Female	95.9	284.0	334.0	359.8	391.5	—
	Male	91.9	274.4	313.1	329.0	347.8	—
Wide type	Female	188.1	286.3	336.9	363.7	390.5	413.3
	Male	188.1	280.4	316.1	333.0	349.8	—

Fig. 8. Walford's finite difference diagrams of anal length. Closed circles with solid line and open circles with dotted line indicate the narrow and wide type of broods, respectively.

W 型群の雄 $L_t = 369.9 \{1 - e^{-0.487(t+1.89)}\}$.

これらの成長式を用いて、型群別・雌雄別に満年齢時の肛門長を求め、Table 4 に示した。なお、前述のように満 1 歳時の成長は、Von Bertalanffy⁽¹⁾ の成長式に適合しない。そこで、N 型群では 8 月の標本を用い、W 型群では 5 月の標本を用いて、型群別、雌雄別に 1 輪魚群の満年齢時における耳石径の平均値を求めた。さらに、この値を先に求めた耳石径に対する肛門長の回帰式に代入することによって満 1 歳時の肛門長を求めた。

Table 4 から、N 型群と W 型群間の各満年齢時の肛門長を比較すると雌雄とも N 型群の方が W 型群よりわずかに成長が良い傾向がみられる。前述のように第 2 輪形成時以降では両型群間の成長差はほとんど認められない。両型群の発生時期と輪形成時期の差は、N 型群では約 6 ヶ月、W 型群では約 3 ヶ月である。したがって、上述の現象は両型群の発生時期と輪形成時期の差が異なることによって生じるものと考えられる。

次に、各満年齢時における雌雄間の肛門長を比較す

Table 4. Estimated anal length in mm at full age

Sex	Type	Full age				
		1	2	3	4	5
Female	Narrow type	207.0* ¹	315.8	356.9	386.7	408.3
	Wide type	204.0* ²	299.7	343.3	375.4	398.9
Male	Narrow type	205.0* ¹	295.5	324.0	341.0	351.0
	Wide type	206.0* ²	290.7	321.3	340.0	351.5

*¹: Back calculated anal lengths of 1-ring fish derived ring radius at August.*²: Back calculated anal lengths of 1-ring fish derived ring radius at May.

Table 5. Comparison of anal lengths in mm at full age estimated at four fishing grounds

Fishing ground	Sex	Full age					
		1	2	3	4	5	6
East China Sea and Yellow Sea ¹⁾	—	81* ¹	206* ¹	289* ¹	345* ¹	382* ¹	407* ¹
Kii-Channel ²⁾ (Spring broods)	—	198	283	348	399	—	—
Kumano-Nada ³⁾ (Spring broods)	—	209	299	359	400	—	—
(Autumn broods)	—	175	282	347	384	407	—
Western Wakasa Bay	Female* ²	206	308	350	381	404	—
	Male* ²	206	293	325	341	351	—

*¹: Estimated by Suzuki and Kimura⁶⁾.*²: Average anal lengths at full age of the narrow and wide type of broods.

る。満2歳時までは雌雄間に大きな成長差は認められない。しかし、満3歳時以降では雌の方が雄より成長が良くなり、高年齢になるほど雌雄間の成長差が大きくなる。なお、本研究の中で得られた雌の最大肛門長は492 mm、雄のそれは380 mmであった。

考 察

今回得られた若狭湾西部海域産タチウオの年齢と成長の結果を、他海域産の主だった研究結果と比較検討する(Table 5)。

若狭湾西部海域産タチウオでは、満3歳時以降、雌雄間に成長差が生じ、雌が雄より大きくなる。この雌雄間の成長差の結果、当海域産では肛門長350 mm以上の雄は極めて少なく、肛門長400 mm以上の雄はまったく出現しない。⁹⁾ このように、若狭湾西部海域産タチウオでは、雌雄間の成長差は明らかである。Table 5に示したように、東海・黄海産¹⁾、紀伊水道産²⁾ および熊野灘産³⁾の研究では、いずれも雌雄間の成長差が考慮されていない。しかし、これら他海域産タチウオにおいても、若狭湾西部海域産と同様に、肛門長350 mm以上の個体では雄がほとんど出現しない。⁸⁻⁹⁾したがって、これら他海域産タチウオにおいても雌雄間に成長差が存在している可能性が高い。今後、これらの海域についても雌雄別の年齢と成長の解析が必要であろう。なお、Table 5に示した東海・黄海産¹⁾の成長は阪本,⁵⁾ 鈴木および木村⁹⁾によって1年齢分小さく見積られていることが指摘されている。

前述のように、N型群とW型群との間には成長の補償作用、すなわち、第1輪形成時から第2輪形成時までの期間に、N型群の成長がW型群のそれに追いつく現象が認められた。魚類の成長の補償作用については、古くから漁業生物学の分野で注目され、多くの研究がある。¹²⁻¹⁵⁾ これまでに考えられている成長の補償作用の機構として、次の2つに大別することができる。1つは、最大体長に近づくと、体長の増加に伴って成長速度が減少するという成長特性に基づくという考え方である。^{12,13,15)} 他は、性成熟の影響による成長速度の減少に起因するという考え方である。¹⁴⁾

若狭湾西部海域産タチウオでは、成長の補償作用がみられるのは第1輪形成時から第2輪形成時までの期間である。N型群に成長が追いつかれるW型群は、この期間にはまだ成長の途上にある。したがって、上述の前者の機構によってN型群とW型群との成長差を多少小さくすることができるとしても、第2輪形成時にN型群がW型群の魚体の大きさにほぼ追いつくという現象まで説明できない。一方、魚類では再生産活動の開始とともに成長速度が低下することがよく知られている。^{14,18-19)} 若狭湾西部海域産タチウオでは、W型群の約83%とN型群の約21%が満1歳で成熟し、満2歳で両群ともほぼすべての個体が成熟する。¹⁹⁾ すなわち、W型群では大部分の個体が満1歳で成熟し、N型群では大部分の個体が満2歳で成熟する。したがって、上述のように性成熟に達することによって成長速度が低下するとすれば、大部分の個体が満1歳で成熟するW

型群では、成熟後は群全体としては成長速度が低下する。一方、大部分の個体が満1歳で成熟しないN型群では、群全体では成長速度がほとんど低下しない。結果的に第2輪形成時までにN型群の成長はW型群のそれに追いつくことは可能である。以上のことから、第1輪形成時期から第2輪形成時期にかけてN型群とW型群との間に現れる成長の補償作用は、両群の繁殖開始年齢の差と繁殖開始に伴う成長速度の低下によって起こると考えられる。

前述のように、N型群ではその発生時期が若狭湾西部海域における本種の産卵期と対応しているが、W型群の場合はその対応がみられない。すなわち、W型群はその発生場所が若狭湾西部海域とその周辺ではない可能性が強く示唆される。そこで、N型群とW型群の由来について以下に検討してみる。上述のように若狭湾西部海域におけるタチウオの産卵期は6月下旬から9月上旬である。しかし対馬周辺海域では、本種の産卵期は4~11月*とされている。若狭湾西部海域と比較して同海域以西の山陰沖合海域では本種の産卵期が早くから始まり遅く終ると推定される。また、若狭湾西部海域に定着するタチウオ仔稚魚の一部については兵庫県以西の山陰沖合海域から補給されていること、および若狭湾西部海域周辺で発生した本種卵であっても、水塊による拡散、輸送を考慮すると、その全てが同海域周辺でふ化、発育後定着するとは限らないことが指摘されている。²⁰⁾ 以上のことから判断して、N型群の由来は若狭湾西部海域とその周辺および兵庫県以西の山陰沖合海域と推定することができる。同様に、W型群についてもその由来は若狭湾西部海域である可能性は低く、少なくとも兵庫県以西の山陰沖合海域にあるものと推定される。

本報告をまとめるにあたって、御指導と御助言を賜わった、京都府立海洋センター前所長、塩川 司博士、同所所長、篠田正俊博士に心から厚くお礼を申し上げる。

要 約

1981年6月から1982年12月までの期間に、若狭湾西部海域において漁獲されたタチウオ2,347尾を用いて、その耳石輪により本個体群の年齢と成長の解析を行った。

1. 若狭湾西部海域産タチウオには2つの発生群が存在し、耳石第1輪 r_1 が2.0mm未満のものをN型群、 r_1 が2.0mm以上のものをW型群として分離した。両群の発生時期は、N型群が6月下旬から9月上旬、

W型群が4~6月と推定された。

2. 両型群とも満3歳以上で雌雄間に成長差が認められ、雌が雄より大きくなる。

3. 両型群の満2歳以上における雌雄の成長は、次の各式で表される：

$$N \text{ 型群の雌 } L_t = 465.5 \{1 - e^{-0.821(t+1.584)}\}$$

$$N \text{ 型群の雄 } L_t = 365.7 \{1 - e^{-0.822(t+1.161)}\}$$

$$W \text{ 型群の雌 } L_t = 464.6 \{1 - e^{-0.807(t+1.874)}\}$$

$$W \text{ 型群の雄 } L_t = 369.9 \{1 - e^{-0.487(t+1.108)}\}$$

4. 耳石第1輪形成時から第2輪形成時にかけて、N型群とW型群との間に、成長の補償作用が認められる。この原因は、両群の繁殖開始年齢の差と繁殖開始に伴う成長速度の低下によるものと推察された。

5. N型群の由来は若狭湾西部海域とその周辺および兵庫県以西の山陰沖合海域、W型群のそれは兵庫県以西の山陰沖合海域とそれぞれ推定された。

文 献

- 1) 三栖 寛：西水研報，15，1-13 (1958)。
- 2) 三栖 寛：西水研報，32，1-57 (1964)。
- 3) 浜田律子：西水研報，41，53-62 (1971)。
- 4) 小坂昌也，小椋将弘，白井秀機，前地道義：東海大紀要 海洋学部，2，131-146 (1967)。
- 5) 阪本俊雄：日水誌，42，1-11 (1976)。
- 6) 鈴木 清，木村清志：三重大水产研報，7，173-192 (1980)。
- 7) 山田梅芳：西水研報，41，63-81 (1971)。
- 8) 阪本俊雄：栽培技研，4，9-20 (1975)。
- 9) 宗清正廣，桑原昭彦：日水誌，50，1279-1284 (1984)。
- 10) L. A. Walford: *Biol. Bull.*, 90, 141-147 (1946)。
- 11) L. V. Bertalanffy: *Human Biol.*, 110, 181-213 (1938)。
- 12) W. Hodgson: *Min. Agr. Fish., Fish. Invest., Ser. II*, 11, 1-75 (1929)。
- 13) E. Ford: *J. Mar. Biol. Assoc. UK.*, 19, 305-384 (1933)。
- 14) S. Runnström: *Rept. Norw. Fis. Mar. Invest.*, 5, 3-103 (1936)。
- 15) S. D. Gerking: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23, 1923-1956 (1966)。
- 16) C. L. Hubbs: *Amer. Nat.*, 60, 57-81 (1926)。
- 17) P. A. Larkin, J. G. Terpening and R. R. Parker: *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 86, 84-96 (1957)。
- 18) G. V. Nikolskii: 魚類生態学，第2版，(亀井健三訳)，新科学文献刊行会，米子，1965，pp. 129-250。
- 19) 宗清正廣，桑原昭彦：日水誌，54，1315-1320 (1988)。
- 20) 宗清正廣，桑原昭彦：日水誌，52，805-810 (1986)。

* 花刈 (未発表)