

指数による魚類の成長の比較

三 尾 真 一

The Comparative Study on the Growth of Fishes based on Growth Rate Indices

SHIN-ICHI MIO

Abstract

(1). The y intercept (β) and the slope (α) of the fitted straight line in the WALFORD graphic method is used from comparison of the published growth data of marine teleost.

(2). The value of the slope of the fitted straight line in the WALFORD plot indicate the velocity of growth during the period of life in the part above the inflection point in the growth curves, that is, the "self-inhibiting" phase. The y intercept of the line indicate the theoretical value of growth at one year since spawning.

(3). Each growth data for six species obtained from various localities is transformed to the straight line and the linear regressions are compared in each locality (Table 1). It is found that the value of the slope (α) is approximately constant in every locality but the length of the y intercept (β) change according to localities. Hence, the difference in growth of one species at various localities result from the difference of growth during the period of life until the growth rate becomes constant after spawning, that is, before growth it can be transformed by a straight line in the WALFORD graphic method. Therefore, the growth in the same species at various localities can be quantitatively compared by the y intercept of the fitted straight line.

(4). The published growth data on 129 species were tested with the WALFORD graphic method, in which the points of 39 species growth data fall along a straight line (Table 3). The data of the remaining 90 species failed to produce a straight line because they widely deviate from the line or are too shorter in life span or not complete of growth data. Plotting the y intercept (β) on the x axis against the slope (α) of the fitted straight line on the y axis, these points compose three groups which are represented by three linear regressions respectively (Fig. 1). From this fact it is guessed that the growth curves of each type are approximately similar to each other. Among these types there are is a general tendency to change from a flattened form to torpediform and to change from the sedentary and coastal migration to oceanic migration.

魚類の年令と成長に関する研究は、古くから多くの研究者によつて行なわれ、現在ではその知見も多くの魚種に及ぶとともに内容もまた豊かになつてゐる。その結果、年令と成長の知見は個々に示されるばかりでなく、互に比較検討する必要が生じ、種々の比較が行なわれるようになってきている。しかし、多くの研究者によつて研究され、発表された年令と成長の知見は、研究の目的、資料の内容、年令査定の方法、査定結果の表示法等、諸種の点で相違する場合が多いために、報告された各年令の体長をそのまま比較しても詳しい検討は行ない得ない。すなわち、幾つかの重要魚種については、異なつた地域で採集された資料につい

て別個に年令査定が行なわれ、同一魚種における各地域の年令査定の結果が比較されることが多くなっている。しかし、各結果の査定の方法や精度等が一定せず、比較のための基準が相違するため、それらの比較は単に成長の良否が対比されるのみで、量的に明確な比較が行なわれていない。従つて、成長を量的に比較するためには、年令査定の目的、方法、表示法等に無関係な指数でもつて成長を表わし、その指数に基づいて成長の比較を行なうことが必要である。

成長を指数で表示し比較する研究はほとんど行なわれていないが、最近二、三の研究者によつて試みられている。落合（1956）はウシノシタ類の成長を研究し、極限体長（ L_{∞} ）によつてウシノシタ類を矮小型と巨大型に分けて考察している。TAYLOR（1958）はBERTALANFFYの成長式 $L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$ における時間（ t ）の係数（ K ）の値を用いて、Codの成長と温度との関係を調べ、 K の値が環境水温と比例関係にあると述べている。

成長を表示する指数としては種々のものが考えられ、それぞれ特徴が認められるが、この研究ではWALFORDの定差式における係数（成長率）および常数（初年度成長量）を指数として取りあげることにした。この2つの指数に基づいて海産の硬骨魚類について同一魚種の地域による成長差および魚種間の成長を比較検討した。

用いた年令と成長の研究結果は、主に日本水産学会誌、各水産研究所報告、各大学研究報告、Journal du Conseil, Journal Fishery Research Board of Canada, California Fish and Game から引用した。

この研究を行なうに当り御援助をいただいた九州大学塚原博教授ならびに御校閲をいただいた日本海区水産研究所加藤源治資源部長に厚くお礼申し上げる。

1. 同一魚種に認められる地域による成長差の比較

異なる海域で漁獲され、生息海域を異にしていると考えられる資料を用いて行なわれた同じ魚種についての年令と成長の研究結果を比較すると、各年令にわたつてその成長がよく一致している場合は少なく、特に高年魚においては著るしく相違する場合が多い。それらの査定結果が地域によつて異なっている報告の各計算体長をそれぞれ定差図によつて吟味し、各点が一直線に適合したものについて定差式を求め、地域別に比較した。マダイについては7地域の成長を比較し、その結果は既に報告（1961）した。

年令と成長の研究は数多いが、同一魚種について異なる地域の資料を用い、それぞれ定差図の吟味にたえうような年令査定の結果が求められている魚種は数少なく、この研究で調査された範囲からは6魚種の地域別定差式しか得られなかつた（第1表）。魚種ごとにこれらの定差式の係数（ α ）と常数（ β ）を比較してみた。まず、係数を比較してみると、マイワシでは日本海と北海道沿岸との結果に0.042の差が認められ、地域によつて比較的相違しているが、他の魚種では0.024以下の差しかみられない。この場合、係数に認められるこの程度の差は、年令査定の精度と考え合せて有意の差とは考えられない。従つて、係数は地域に関係なく同じ値を示すとみなし得る。次に常数を比較すると、地域によつて大きな差が認められる。すなわち、マダイの紀伊水道域と佐賀関、codにおけるFlemishほか4地方とLabradorの結果ではそれぞれ前者は後者の2倍に近い大きさを示している。しかし、常数の場合は魚体の長さを計るに際して用いられた部位（頭胴長、尾叉長、全長等）が報告によつて異なつたり、そのいずれを用いたかが明記されていない報告もあつて、算出された値を

第 1 表 各魚種の各地域の定差式と極限体長 (L_{∞} , mm)
Table 1 The expression linear and the limiting length (L_{∞} , mm)
 derived from the published growth data at various locality.

locality	expression	L_{∞}	worker
<i>Lateolabrax japonicus</i>			
Tokyo Bay	$L_{n+1}=0.805 L_n+158$	810	YASUDA et al. (1950)
Sendai Bay	$L_{n+1}=0.818 L_n+130$	714	HATANAKA et al. (1962)
<i>Tunnus alalunga</i>			
Balintang Channel	$L_{n+1}=0.850 L_n+273$	1820	YOKOTA et al. (1961)
North West Pacific	$L_{n+1}=0.860 L_n+210$	1500	YABUTA et al. (1963)
<i>Sardinops melanosticta</i>			
Hokkaido	$L_{n+1}=0.546 L_n+110$	242	SATO et al. (1952)
Hyuga Nada	$L_{n+1}=0.562 L_n+92$	210	YASUDA et al. (1950)
Japan Sea	$L_{n+1}=0.588 L_n+100$	243	ITO (1961)
<i>Taius tumifrons</i>			
East China & Yellow Seas	$L_{n+1}=0.726 L_n+82$	299	SHINDO (1960)
Tokyo	$L_{n+1}=0.740 L_n+87$	335	YASUDA (1950)
Goto Islands	$L_{n+1}=0.750 L_n+100$	400	OTSURU (1949)
<i>Gadus morhua</i>			
Flemish Cap	$L_{n+1}=0.892 L_n+104$	960	
Grand Bank, NE Portion	$L_{n+1}=0.892 L_n+104$	960	
Strait of Belle Isle	$L_{n+1}=0.901 L_n+97$	980	
St. Pierre Bank	$L_{n+1}=0.901 L_n+98$	990	FLEMING (1960)
SW Coast	$L_{n+1}=0.902 L_n+104$	1061	
W Coast	$L_{n+1}=0.902 L_n+104$	1061	
Labrador	$L_{n+1}=0.916 L_n+65$	774	
<i>Chrysophrys major</i>			
North Kyushyu	$L_{n+1}=0.873 L_n+103$	803	MIO (1962)
Kii	$L_{n+1}=0.887 L_n+110$	983	KAWASE (1953)
Hiroshima	$L_{n+1}=0.890 L_n+73$	662	WANG (1941)
Saganoseki	$L_{n+1}=0.891 L_n+56$	514	EBINA (1937)
Izu	$L_{n+1}=0.891 L_n+90$	825	— (1933)
Hiuchi nada	$L_{n+1}=0.892 L_n+84$	778	— (1937)
Wakasa Bay	$L_{n+1}=0.893 L_n+76$	710	AKAZAKI (1960)
East China & Yellow Seas	$L_{n+1}=0.905 L_n+70$	739	OKADA (1964)

そのまま比較できない魚種もあるが、常数には係数の差に較べて非常に大きな地域差が認められることがわかった。

そこで、この現象の意義を考察するために係数 (α) および常数 (β) の持つている生物学的な意味について考察する。係数は時間の函数として示される成長式の時間に関する係数であつて、成長の速度を示すものである。常数はその魚の成長が孵化後直ちに定差式で示しうるような成長に適合して行なわれるものと仮定した場合における孵化後満 1 年の成長量を示す数値である。しかし、成長が定差式に適合するようになるのは孵化後数カ月後であるため、実際には必ずしも満 1 年目の成長とは一致しない。従つて、同一魚種で地域間に認められる

差の指数としては、定差式に適合する成長を示すようになった時点の体長を用いることが生物学的に最も意味のある方法であるが、孵化後定差式に適合するようになるまでの成長過程は非常に複雑で、魚種によつて大きな差があり、その時点を知ることは極めて困難である。常数は非常に明確な数値であり、係数と併せて成長式を決定している理論的な裏付けをもつた数値であることから、ここでは常数を初年の成長量を示す指数として用いることにした。

以上のことから成長を定差式の係数と常数に分けて考えた場合、地域によつて異なるのは常数であつて、係数は地域に関係なく魚種によつて固有の値を示している。これを生物学的意味に基づいて考察すると、地域間に認められる成長の差は孵化後1年間の成長、さらに詳細に限定すると、一定の成長率に基づいた成長を行なうようになるまでの成長量の差によるものであると推定される。

このことを成長曲線について考えてみると、定差式で示されるような成長を行なう魚種では、各年級の成長量は等比級数の累積和として求められるが、地域によつて異なるのはその等比級数における初項と初項に付随する定数のみであつて、公比には変化がなく、初期成長に伴う特殊な変化を除くと、各地域間の成長の比は年令に関係なく一定であると考えられる。つまり、成長曲線において同一魚種に認められる成長の差は縦軸の尺度の差として現われ、曲線の型には変化がない。また、成長式においては時間(t)の係数は魚種によつて一定の値を示し、地域によつて異なるのは L_{∞} 、C等時間に関係のない項のみである。

TAYLOR (1958) は、成長式 $L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$ における時間(t)の係数(K)の値を取りあげ、Codの成長と温度との関係を調べ、(K)の値が環境水温と比例関係にあると述べている。成長式の時間(t)の係数(K)をWALFORDの定差式における傾斜(α)に換算し検討すると、South Icelandの結果を除けば他の結果は明瞭に(α)の値が0.9, 0.8, 0.7に属する3つの群に分離する。各群の(α)の平均値は α_1 ; 0.929, α_2 ; 0.869, α_3 ; 0.754 となり、この平均値を各群の代表値と考えると、各数値の間には明らかに $\alpha_2 = (\alpha_1)^2$, $\alpha_3 = (\alpha_2)^2$ なる関係が認められ、この3つの群の各計算体長算出の基礎となつた年令標示の形成週期は、それぞれ2, 4倍になつていることが分る(第2表)。従つて、これら

第2表 TAYLORの報告(1958)から算出されたCodの係数および常数
Table 2 Growth indice in WALFORD graphic method for cod from various localities estimated from TAYLOR's paper (1958)

locality	source of growth data	C°	K	L_{∞}	α	α'	β
Southern New England	SCHROEDER, 1930	11.5	.281	98.8	.755	.867	13.2
Nova Scotia	MARTIN, 1953	7.5	.118	123.5	.889	.889	13.7
North Iceland		4.6	.064	200.3	.938	.881	23.4
East Iceland		5.4	.096	146.6	.910	.832	24.5
South Iceland	SAEMUNDSSON, 1923	8.0	.219	109.6	.803	.895	11.5
South-west Iceland		6.7	.147	127.6	.864	.864	17.3
North-west Iceland		5.6	.080	188.5	.923	.857	27.0
North Sea	GRAHAM, 1943	9.6	.167	143.5	.846	.846	22.1
Lofoten	KOLLEFSEN, 1934	8.4	.284	95.9	.753	.868	12.7
North Norway	JENSEN & HANSEN, 1931	6.3	.069	154.0	.943	.887	17.1
Barents Sea	TROUT, 1949	5.7	.109	134.0	.897	.897	25.6

The slope (α) and the y intercept (β) derive from expression, $\alpha = e^{-k}$ and $L_{\infty} (1 - e^{-k})$ respectively. The slope (α') computed from (α) after correcting their cycle.

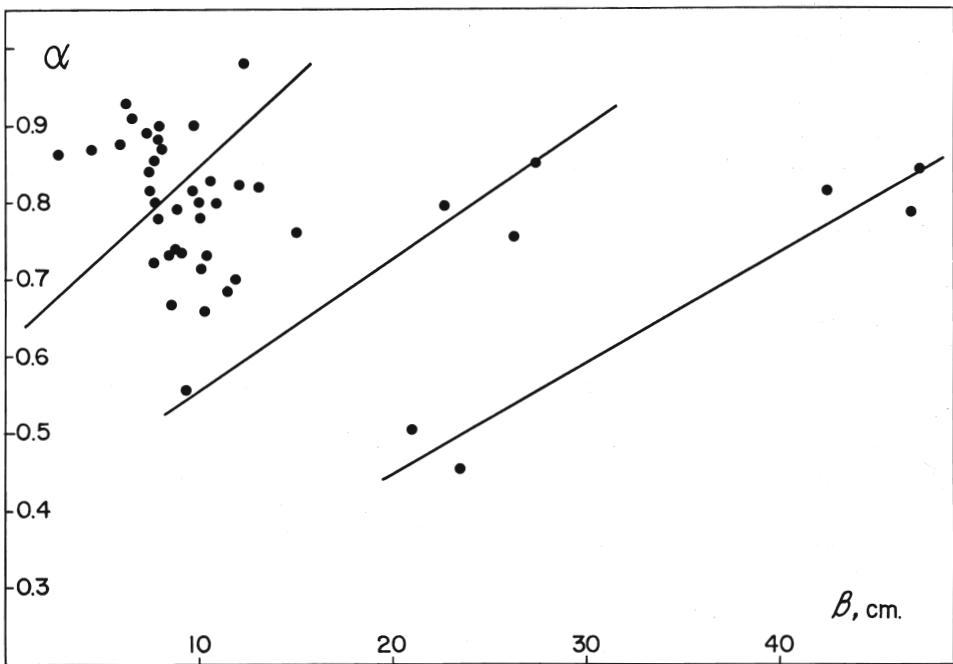
の3つの群は本来同一の成長率を示すものであるが、年令査定に使用した標示の形成週期の吟味が不十分なためにこのような結果が得られたものと推測することが妥当と思われる。

海産の硬骨魚類の成長は、その生息域の環境によつて影響を受け、次第に大きさの差が生じることは当然であるが、その成長過程において環境の影響を大きく受けるのは、孵化直後から一定の成長率に基づいた成長を行なうようになるまでの期間であり、その後は環境に極端な変化がない限り環境の影響よりも、その魚種に固有の成長率に基づいて成長が行なわれるものと考えられる。従つて、成長を定差図でもつて吟味し、係数および常数の2つの要素に分けて検討し、求められた常数を較べることによつて地域によつて認められる成長差を量的に比較することが可能となる。

II. 魚種間における成長の比較

既発表の年令と成長に関する多くの研究結果を定差図によつて吟味した。寿命が短かく定差式を求めるに必要な4時点以上の成長量が求められていない魚種や一直線に適合しないもの、適合しても標示の形成期、または1年間に形成される標示数さえ明記されていないもの等、知見に不備な点のみられる報告もあつて、定差図によつて吟味した129魚種のうち、定差式が求められこの研究に使用し得たのは39魚種であつた。

得られた各魚種の直線からそれぞれ係数(α)、常数(β)および極限体長(L_{∞})を求めた(第3表)。これらの値を個々に比較しても何らの傾向をも見出し得ない。しかし、前述したように成長は係数と常数の2つの要素に分けることができる。従つて、魚種間でこの両者がどのような関係を示すかについて調べた。すなわち、縦軸に係数を横軸に常数をとつて両者の関係をみた(第1図)。



第1図 各魚種の係数と常数との関係

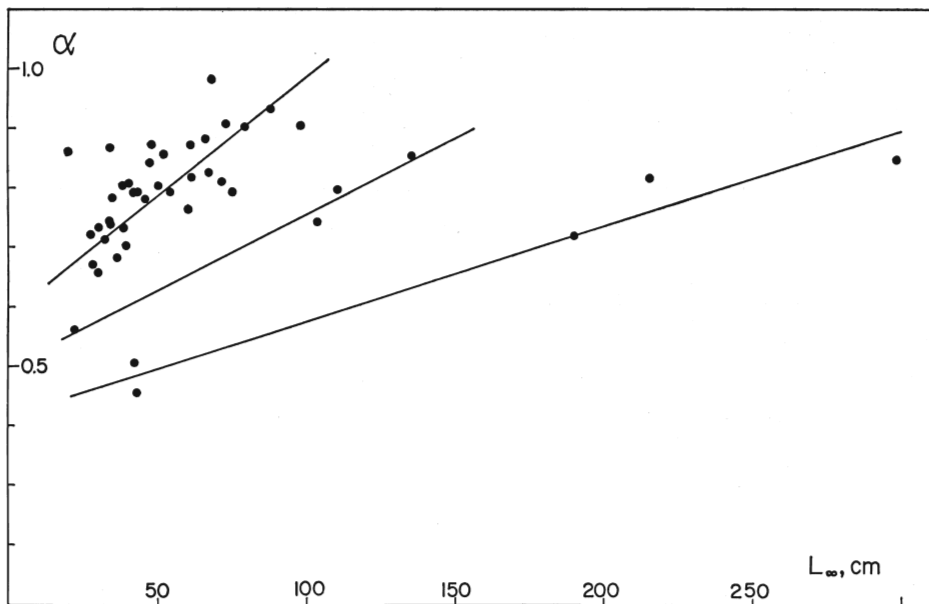
Fig. 1 Relationship between the slope (α) and the y intercept (β) for various species.

第 3 表 各魚種の係数 (α), 常数 (β) および、極限体長 (L_{∞})
 Table 3 The value of the slope (α), the y intercept (β) and the limiting length (L_{∞}) computed from the publish growth data

species	α	β mm	L_{∞} mm	worker	
<i>Scomber tapeinocephalus</i>	0.454	234	430	TAKESHITA	(1958)
<i>Scomber japonicus</i>	0.504	209	422	YONEMORI, et al.	(1956)
<i>Sardinops melanosticta</i>	0.562	92	216	YASUDA, et al.	(1950)
<i>Sillago sihama</i>	0.658	102	301	MIO	(1964)
<i>Sebastes inermis</i>	0.668	85	283	MIO	(1961)
<i>Glyptocephalus cynoglossus</i> (♀)	0.684	114	361	BOWERS	(1960)
<i>Trachurus japonicus</i>	0.700	118	393	MIBUCHI, et al.	(1958)
<i>Branchiostegus japonicus</i>	0.712	101	319	YASUDA, et al.	(1950)
<i>Triacanthus brevirostris</i>	0.722	76	269	OSHIMA, et al.	(1941)
<i>Glyptocephalus cynoglossus</i> (♂)	0.732	83	309	BOWERS	(1960)
<i>Pseudorhombus cinnamomeus</i>	0.732	103	384	MATSUURA	(1961)
<i>Evynnis japonicus</i>	0.735	90	340	MIO	(1961)
<i>Taius tumifrons</i>	0.740	87	335	YASUDA	(1950)
<i>Seriola quinqueradiata</i>	0.746	262	1030	MITANI	(1955)
<i>Theragra chalcogramma</i>	0.760	145	604	OGATA	(1956)
<i>Sebastes marmoratus</i>	0.780	78	345	MIO	(1961)
<i>Areliscus interruptus</i>	0.780	100	455	OCHIAI	(1956)
<i>Neothunnus albacora</i>	0.784	468	2163	YOKOTA, et al.	(1961)
<i>Saurida undosquamis</i> (♂)	0.792	88	423	TATARA	(1953)
<i>Katsuwonus pelamis</i>	0.795	226	1100	YOKOTA, et al.	(1961)
<i>Saurida undosquamis</i> (♀)	0.798	108	535	TATARA	(1953)
<i>Argyrosomus argentatus</i>	0.800	99	495	YASUDA, et al.	(1950)
<i>Muraenesox cinereus</i> (♂)	0.800	76	380	OTAKI	(1961)
<i>Parathunnus mebachi</i>	0.813	424	2149	YUKINAWA, et al.	(1963)
<i>Citharichthys sordidus</i>	0.816	74	402	ARORA	(1951)
<i>Lateolabrax japonicus</i>	0.818	130	715	HATANAKA, et al.	(1962)
<i>Cynoglossus nigropinnatus</i> *	0.822	120	674	OCHIAI	(1956)
<i>Gnathagnus elongatus</i>	0.828	105	612	MIO	(1960)
<i>Microstomus achne</i>	0.842	74	469	ISHIDA, et al.	(1953)
<i>Tunnus thynnus</i>	0.842	472	2980	YOKOTA, et al.	(1961)
<i>Tunnus alalunga</i>	0.850	273	1820	YOKOTA, et al.	(1961)
<i>Clidoderma asperimum</i>	0.854	76	520	ISHIDA, et al.	(1952)
<i>Areliscus itina</i>	0.864	27	198	OCHIAI	(1956)
<i>Tanakius kitaharai</i>	0.870	44	338	HASHIMOTO	(1955)
<i>Muraenesox cinereus</i> (♀)	0.870	80	613	OTAKI	(1961)
<i>Eopsetta grigorjewi</i>	0.876	59	476	OUCHI	(1956)
<i>Eleginus gracilis</i>	0.882	78	660	HAGA, et al.	(1957)
<i>Chrysophrys major</i>	0.890	73	662	WANG	(1941)
<i>Saurida elongata</i>	0.900	79	790	TAKAO	(1953)
<i>Gadus morhua</i>	0.901	97	980	FLEMING	(1960)
<i>Atheresthes evermanni</i> (♂)	0.911	65	730	KASAHARA	(1955)
— (♀)	0.929	62	874	—	—
<i>Pleuronectes platessa</i>	0.982	123	685	BEVERTON	(1956)

* OCHIAI has used *Areliscus* sp. for the species name of this fish in the original paper published in 1956.

各魚種の常数は本来地域によつて相違し、魚種によつて定まつた巾を有するものであり、図表上の各点には実際には横軸に平行なある長さをもつた線として示されるべきものである。この常数の巾を求めるためには各魚種について広範で詳細な研究が行なわれなければならないが、年令と成長の研究はまだそれほど精密かつ豊富ではない。また、常数の巾も係数と常数との間に認められる傾向を変えるほど大きなものではないので、各魚種ともその常数の値は変異の中心から余り離れていないと仮定して考察した。図表上における各魚種の分布をみると、それらは3本の回帰直線で代表されるような3個の集団にわかれる。すなわち、常数が小さく係数の大きい集団(A)はリュウキュウウシノシタ、アブラガレイ、ヤナギムシガレイ、マダイ、Sand Dab、ハモ、カサゴ、シログチ、アオミシマ、ゲンコ、ヒレグロゲンコ、ホシエソ、キダイ、ギマ、コマイ、Plaice、ミツエソ、Cod、ナメタガレイ、Witch、ガンゾウピラメ、アマダイ、メバル、スケトウダラ、スズキ、マアジ、キスが含まれ、中間の集団の(B)にはマイワシ、カツオ、ブリ、ビンナガが入る。常数が大きいのに較べて成長率の小さい集団(C)には、ゴマサバ、マサバ、キハダ、クロマグロが属している。3本の回帰直線の傾斜値はA, B, Cの順に小さくなつていく。また、係数と極限体長との関係を求めると、当然予測されるように係数と常数の関係とほとんど同じ関係が得られた(第2図)。



第2図 各魚種の係数と極限体長との関係

Fig. 2 Relationship between the slope (α) and the limiting length (L_{∞}) for various species.

A集団に属すると考えられる係数も常数もともに小さな値を有する魚種の定差式が得られていないが、この部分を占めるべき魚種は寿命が短かく、定差式を求めるに必要な4時点以上の成長量が求められないためであろう。また、B, C集団に属する魚種数が少なく各点を結び付けるには資料不足ではあるが、この集団の関係をさらに正確なものとするためには大回遊を行なう魚種についての今後の研究を待つよりないであろう。

以上のように資料の不足は認められるが、これらの各集団が3本の回帰直線で代表される

とみなすと、魚類の成長はほぼ3つの型に分けられることになる。すなわち、成長曲線が直線的で成長速度はゆるやかであり、寿命の後半にならなければ極限体長の $\frac{1}{2}$ の大きさに達しない型、成長曲線は極端に上に膨らんだ曲線をなし、若年時に極限体長の $\frac{1}{2}$ を超える型およびこれらの中間型である。各型に属する魚種ではこの成長曲線の形を同じくし、魚種によつて変わるのには単に縦軸と横軸上の目盛のみである。

これらの各点を魚種別に検討してみると、座標の左上から右下に向つて形態的には縦扁、側扁型、さらに紡錘型へと変化し、生態的には沿岸底棲性から沿岸回遊性、遠洋回遊性へと移行する傾向を示している。この事実を明確な法則として提出するにはまだ資料の質・量がともに不足しているが、各回帰直線が各集団をほぼ代表していると推測されよう。以上のことから、海産の硬骨魚が成長し極限体長に達するまでの様式に3つの系列があり、各系列はその生活生態と密接に関連していることがわかる。各系列内における相互関係、各系列間の関係についての研究は今後の問題であろう。

要 約

1. 既発表の年令と成長の報告結果を定差図によつて吟味し、求められた定差式 $l_{n+1} = \alpha l_r + \beta$ の係数 (α) と常数 (β) を指数として用い、海産の硬骨魚類の成長を比較した。

2. 定差式に適合するような成長は係数と常数の2つの指数で規定される。係数は定差式にしたがった成長を行なう期間の成長速度を表示し、常数は孵化後満1年の成長量を指標するものである。

3. 同一魚種間に認められる成長の地域差は常数の差がその原因であり、係数は魚種によつて定まつた値を示す。すなわち、一定の速度に従つて成長が行なわれるようになるまでの成長量に地域差が認められ、それ以後の成長速度には変化がない。従つて、同一魚種の地域による成長の差は常数によつて量的に比較し得る。

4. 魚種間について係数と常数との関係を見ると、各魚種は3本の回帰直線によつて代表されるような3つの集団に分けられる。このことから魚類の成長は代表的な3つの型を持ち、各型に属する魚種の成長曲線はほぼ相似の関係にあるとみなしうる。また、これらの各型は形態的には縦、側扁型から紡錘型へ、生態的には定着性から回遊性へと移行していく傾向が認められる。

文 献

- 赤崎正人 (1960). 若狭湾産マダイの年令と成長. 日水誌, 26 (3).
ARORA, H. L. (1951). An investigation of the California Sand Dab, *Citharichthys sordidus* (GIRARD), *California Fish and Game*, 37 (1).
BEVERTON, R. J. H. and HOLT, S. J. (1956). Theory of fishing. in *Sea Fishery. Their Investigations in the United Kingdom*. London: 372-441.
BOWERS, A. B. (1960). Growth of the Witch (*Glyptocephalus cynoglossus* L.) in the Irish Sea. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 25 (2).
海老名謙一 (1933). 真鯛の成長に就いて. 日水誌, 4 (6).
——— (1937). 瀬戸内海産と外海産 (宮崎県) との比較 (予報). 日水誌, 6 (4).
——— (1940). 真鯛群の系統的研究-III. 日水誌, 8 (6).
FLEMING, A. M. (1960). Age and sexual maturity of Cod (*Gadus morhua* L.) in the Newfoundland Area, 1947-1950. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 17 (6).

- 羽賀 茂・石田昭夫・三上正一・谷野保夫 (1957). コマイの年令と成長について. 北水研報告, (15).
- 橋本良平 (1955). ヤナギムシガレイの年令に関する基礎的研究. 東北水研報告, (4).
- 畑中正吉・飯塚景記 (1962). モ場の魚の群集生態学的研究. 日水誌, 28 (3).
- ・関野清成 (1962). スズキの生態学的研究-II, スズキの成長. 日水誌, 28 (9).
- 伊東祐方 (1961). 日本近海におけるマイワシの漁業生物学的研究. 日水研報告, (9).
- 石田力一・北片正章・石垣富夫 (1952). 北海道産鱈の年令に関する研究, 第2報, サメガレイ. 北水研報告, (3).
- ・————— (1955). 北海道産鱈の年令に関する研究, 第3報, ヒレグロ (ナメタガレイ). 北水研報告, (7).
- 笠原康平 (1955). アブラガレイの年令査定について. 東北水研報告, (4).
- 川瀬 実 (1953). 紀伊水道域に於けるマダイ *Pagrosomus major* について. 内水研報告, (4).
- MATSUURA, S. (1961). Age and growth of flatfish, Ganzo Birame, *Paedorrhombus cinnamomeus* (TEM-MINK et SCHLEGEL). *Records of Ocean. Works in Jap.*, special No. (5).
- 三淵英弘・岸本源治・塩見元晶・相川広秋 (1958). マアジの年令, 成長および成熟. 対馬暖流開発調査報告, 第4輯.
- 三谷文夫 (1955). 若狭湾西部漁場における漁況学的研究-II, プリの鱗と体長. 年令との関係. 日水誌, 21 (7).
- ・佐藤哲哉 (1959). プリの成長と年令に関する研究-II, 鰓蓋骨による年令査定. 日水誌, 24 (10).
- 三尾真一 (1961). 九州における沿岸魚類の資源生物学的研究-I, メバルの年令, 成長および成熟. 九大農学芸誌, 18 (4).
- (1961). 九州における沿岸魚類の資源生物学的研究-II, カサゴの年令, 成長および成熟. 九大農学芸誌, 18 (4).
- MIO, S. (1961). Age and growth of red sea bream, *Erynnis japonica* TANAKA *Records of Ocean. Works in Jap.*, special No. (5).
- 三尾真一 (1962). 九州における沿岸魚類の資源生物学的研究-IV, マダイの年令および成長. 九大農学芸誌, 19 (4).
- 落合明 (1956). 日本産ウシノシタ魚類の成長について. 日水誌, 22 (5).
- 尾形哲男 (1956). 日本海の底魚漁業とその資源, スケソウダラ. 日水研報告, (4): 93-140.
- 大島泰雄・中村中六 (1941). ギマ *Triacanthus brevinostris* TEMMINCK et SCHLEGEL の生活史について. 日水誌, 10 (4).
- 大滝英夫 (1961). ハモ属の資源生物学的研究, ハモ *Muraenox Cinereus* の年令と成長について. 西水研報告, (21).
- 大内 明 (1956). 日本海の底魚漁業とその資源, ムシガレイ. 日水研報告, (4): 225-248.
- 佐藤 栄・加賀吉栄 (1952). マイワシの年令に関する研究-第2報. 北水研報告, (8).
- 真道重明 (1960). 東海におけるレンコダイ資源の研究. 西水研報告, (20).
- 高尾亀次 (1953). 紀伊水道域のミツエソ *Sauridae elongata* について. 内水研報告, (4).
- 多々良 薫 (1953). 紀伊水道域のマエソ属について-III, ホシエソ *Saurida undosquamis* (RICHARDSON) の年令について. 内水研報告, (4).
- TAYLOR, C. C. (1958). Cod growth and temperature. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 23 (3).
- 竹下貢二 (1958). ゴマサバの年令と成長. 対馬暖流開発調査報告, 第4輯: 35-38.
- 王 貽 観 (1941). 瀬戸内海におけるマダイの stock に関する一・二の知見. 日水誌, 6 (3).
- WALFORD, L. A. (1946). A new graphic method of describing the growth of animals. *Biol. Bull.*, 90 (2).
- 藪田洋一・行縄茂理 (1957). 日本近海におけるキハダの年令と成長. 南水研報告, (5).
- ・—————・薬科侑生 (1960). キハダの年令と成長-II, 鱗にみられる輪紋からの検討. 南水研報告, (12).
- 藪田洋一・行縄茂理 (1963). ビンナガの年令と成長. 南水研報告, (19).
- 安田秀明 (1950). 日本産主要魚類の成長, 第3報, レンコダイ. 日水誌, 16 (6).
- ・小池 篤 (1950). 日本産主要魚類の成長, 第2報, スズキ. 日水誌, 16 (6).
- ・小坂昌也 (1950). 日本産主要魚類の成長, 第4報, アマダイ. 日水誌, 15 (12).
- ・————— (1950). 日本産主要魚類の成長, 第5報, シログチ. 日水誌, 15 (12).
- ・小倉通男 (1950). 日本産主要魚類の成長, 第1報, マイワシ. 日水誌, 16 (6).
- 行縄茂理・藪田洋一 (1963). メバチの成長と年令. 南水研報告, (17).

横田 滝雄・通山 正弘・野村 星二・金井富久子 (1961). 魚類の食性の研究. 南水研報告, (14).
米 盛 保 (1956). マサバの年令と成長. 対馬暖流開発調査, 第4回シンポジウム発表論文集.