HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	津軽海峡産カタクチイワシの0才魚の成長曲線について
Author(s)	木下, 哲一郎
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 31(2), 149-160
Issue Date	1980-06
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23711
Type	departmental bulletin paper
File Information	31(2)_P149-160.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北大水産彙報
31(2), 149–160. 1980.

津軽海峡産カタクチイワシの0才魚の成長曲線について

木下 哲一郎*

Fitting Equations to the Growth Curve for the First Year of Life of the Japanese Anchovy, *Engraulis japonica*, Caught in the Tsugaru Strait

Tetsuichiro KINOSHITA*

Abstract

In each of the samples taken from 1967–1973 and in 1975, specimens were divided into components of length frequency distribution in terms of the relation of head length to body length. Then mean body length was estimated in each component. The mean body lengths were plotted against sampling dates and were classified into groups to which the names, A,B, etc. through J, were given with the help of growth curves from 1955–1957. The mean sizes for corresponding groups were also compiled.

Fitting examination was carried out on seven compiled groups, B,C,D,E,F, G and H, using the mean values in the samples taken during mid-August to December. Quadratic, bth power, logistic, Gompertz and von Bertalanffy equations were considered here. Among these equations, the quadratic, the logistic and the Gompertz equations fit every curve in the seven groups. Within the existing range of data, there were few differences among curves expressed by these three equations for each group. However, it is concluded that the Gompertz equation is the most suitable formula in terms of the following matters: having or not having an inflection point; body length and date at the inflection point; growth pattern in the larval stage; etc.

Sizes at the inflection point of the Gompertz curve in the respective groups are comparable to the mean size, 35 mm, of metamorphosing postlarvae. Judging from the sizes and the dates at the inflection point, the postlarvae of 20–30 mm in body length in the period from March to May undoubtedly belong to any one of the groups, B, C and D. Hence it follows that these postlarvae grow up to 9–10 cm in body length at the end of a year. This result agrees with those reported previously by many authors.

By the method of extending the Gompertz curve, the birthday of the fish and its age in days at the time the larva reaches a body length of 21 mm and 35 mm was estimated for each group. But further investigation is required to reach a conclusion because no data was available for the larval stage.

It is believed that the following facts support the previous results based on the number of gill-rakers obtained for the anchovy populations in this striat: components under 10 cm among the length frequency distributions in 1971 first occurred in mid-August; lower limits in the distribution of sizes of the smallest fish

* 北海道大学水産学部資源生物学講座
(*Laboratory of Biology of Fish Population, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)

differed between the samples taken during June to early August and during mid-August to December.

緒　　言

カタクチイワシ (*Engraulis japonica*) の成長に関しては，相川[1)2)] が平均脊椎骨数を参考にした体長の時期的推移から，春仔・秋仔を区別してその成長を論じて以来，20編をこす報告がなされている。これらの報告の多くは，例えば，Hayashi and Kondo[3)] あるいは久保[4)] によって図または表にして示されているが，必ずしも一致した結果は得られていない。また，これらは主として本州中部以南のカタクチイワシについてなされている。北海道附近のものについては，渡辺[5)6)] が日本海産のものに陸奥湾と津軽海峡の標本を含め，Hayashi and Kondo[3)] が陸奥湾の標本を伊勢湾以北の太平洋産のものに含めたほかは，木下[7)] が津軽海峡および噴火湾産のものについて成長の推定を試み，竹下・塚原[8)] が鱗を用いて年輪形成時の体長を求めているに過ぎない。

木下[9)10)] は，北日本産のカタクチイワシについて，鰓耙数が系群形質として使える可能性のあることを報告したが，この中では成長を加味した分析は行ない得ないままで残された。鰓耙数における差異は体長 10 cm 以下で明瞭であるし，体長組成の時期的推移も平均体長約 10 cm までは比較的容易に追跡できる。それで，津軽海峡において漁期内に平均体長約 10 cm 以下の体長群として現われる魚群について，その平均体長の時期的推移に成長曲線をあてはまることを試みたところ，若干の興味ある結果を得たので報告する。

材料および方法

津軽海峡におけるカタクチイワシの漁期は 6 月から 12 月までの約 7 ケ月である。標本は 1967 年～1973 年および 1975 年の 8 年間にわたって，函館湾内の上磯町地先の定置網漁獲物からとった。1967 年～1973 年の標本は漁期全般にわたっているが，1975 年には 6 月～ 8 月の採集を行なっていない。

これらの標本についての測定値のうち，体長，頭長，脊椎骨数を使用した。体長は吻端から尾部の肉質部末端までを mm 単位で，頭長はディバイダーを用いて吻端から鰓蓋骨後端までを 0.1 mm 単位で測定した。脊椎骨数は尾部棒状骨を含めて算定した。

Table 1. *Number of samples and total number of components which were separated from the length frequency distributions in the respective samples excluding large sized fish.*

Year	Number of samples	Number of components	
		(a)*	(b)*
1967	26	12	43
1968	20	10	54
1969	17	7	49
1970	22	15	45
1971	18	0	52
1972	16	7	51
1973	11	2	24
1975	10	—	23
Total	140	53	341

* (a): From June to early August
(b): From mid-August to December

津軽海峡およびその周辺においてはシラスを対象にした漁業はなく，定置網漁獲物中にはシラスは，時たま，極く少量混在しているのに過ぎない。この報告にはこれらのシラスは全く含めなかった。

上磯町の定置網で漁獲されるカタクチイワシは，同一網の1回の漁獲物中に複数の体長群が混在し，それらの体長範囲は部分的に重複することが多い。しかし，頭長—体長関係を用いることによって，それぞれの体長群に属する個体を分離するこが可能である[11]。この方法によって，各標本に含まれて

Table 2. *Number of individuals divided into size-classes for the respective samples taken in the 1971 early fishing season.*

B.L.(mm) \ Date	June 30	July 8	July 17	July 27	July 27	Aug. 5	Aug. 18
～ 50	0	0	0	0	0	0	360
51～ 60	0	0	0	0	0	3	261
61～ 70	0	0	0	0	0	2	74
71～ 80	0	0	0	0	0	2	10
81～ 90	0	0	2	1	0	1	1
91～100	0	0	22	17	1	15	2
101～	11	133	103	109	73	305	95
Total	11	133	127	127	74	328	803

いる体長群を分離し，原則として属する個体が20尾以上のものについて，体長範囲の中央値（以下に平均値と記す）を求めて体長の代表値とした。体長群のもつ体長範囲は，平均体長5cm前後で約2cm，平均体長約10cmで3cm程度である[11]。属する個体が10～20尾であっても，体長範囲が十分に広くて平均値の推定が可能な場合には体長群として扱った。

8年間の採集回数は140回，分離された平均体長約10cm以下の体長群は394である（表1）。しかしながら，津軽海峡産のカタクチイワシは，8月中旬～12月に出現する魚群とそれ以前に現われる魚群とでは鰓耙数が異なり，前者は太平洋から，後者は日本海北部から補給される魚群であるとみられる[9][10]。さらに，10cm以下の小型・中型魚は大部分が8月中旬以降に漁獲される。特に1971年には，8月上旬までの6標本中には10cm以下の小・中型魚はほとんどみられず，体長群として出現するのは8月18日の標本からである（表2，図1）。このことは，8月中旬以降とそれ以前とでは魚群が異なることの一つの示唆とも考えられる。これらのことから，成長曲線の計算は太平洋型魚群である8月中旬以降の341体長群（表1）を用いて行なった。

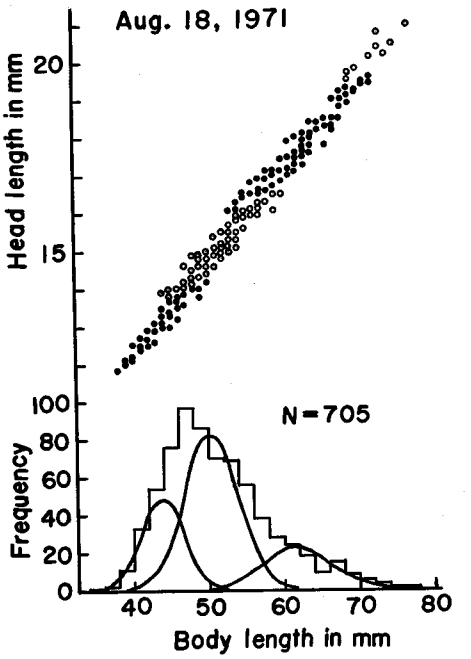

Fig. 1. Relationship between head length and body length (above) and adaptation of the theoretical normal curve to length frequency distribution (below).

結果と考察

平均体長の時期的推移

各体長群の平均体長を採集日ごとに図示すると，1968年と1969年の例にみられるように，時期の経過に従って体長が曲線的に増大するいくつかのグループに分けることができる（図2）。これらを体長の大きい方から順に，グループA，グループB，…，グループJとする。これらのグループの体長増大傾向は，1955年～1957年の標本の体長組成のモードの時期的推移から推定した成長傾向（B_2, B_3, C_1, C_2, C_3）[7] とほぼ並行である。さらに，1968年，1969年の両年とも，グループAとBはB_2とB_3の間にあり，グループCはB_3とC_1の間に，グループDとEはC_1とC_2の間に，グループF, G, HはC_2とC_3の間に，グループIとJはC_3の下に位置する。ただし，グループJは1969年には出現していない。また，この両年の対応するグループ間には出現時期のずれや体長の多少の差異がみられるが，全般的には平均体長の時期的推移の傾向は似ていると判断される。

1955年～1957年の成長傾向を基準として，この両年と同様にして各年のグループ分けを行なうと，調査した8年ともほぼ同じように対応するグループが出現する（表3）。1967年のグループE′はグループFに，以下順に，FはGに，GはHに，HはIに相当するグループであるかも知れないし，また，1973年のグループEはグループDに，FはEに，F′はFに属すべきであるかも知れない。しかし，この報告ではそのような調整は行なはなかった。

8年間の資料をこみにしてみると，各グループの体長の増大傾向における平均値の散らばりは，例

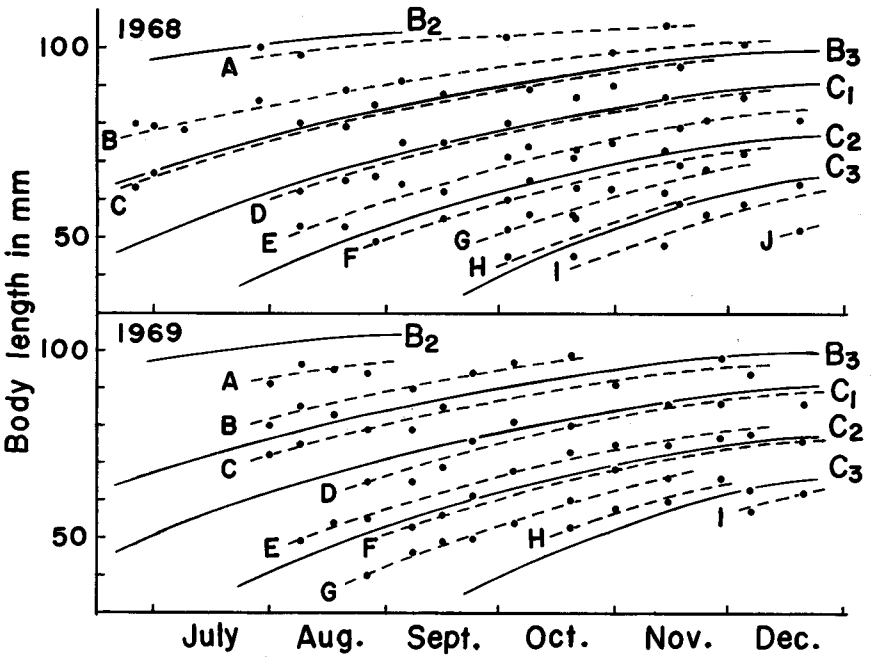

Fig. 2. Distribution of mean body lengths separated from length frequency distribution and classifications of these values into groups. Names are common to respective groups for different years. B_2, B_3, etc. through C_3, shown by solid lines, represent the seasonal modal changes of length frequency distributions for 1955–1957. Broken and solid lines were drawn freehand.

Table 3. *Occurrence of groups in the respective years.*

Year	Groups occurred									
1967	A	B	C	D	E, E′	F	G	H	—	—
1968	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1969	A	B	C	D	E	F	G	H	I	—
1970	—	B	C	D	E	F	G	H	I	—
1971	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1972	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1973	—	B	C	—	E	F, F′	G	H	I	—
1975	—	—	C	D	—	F	G	H	—	J

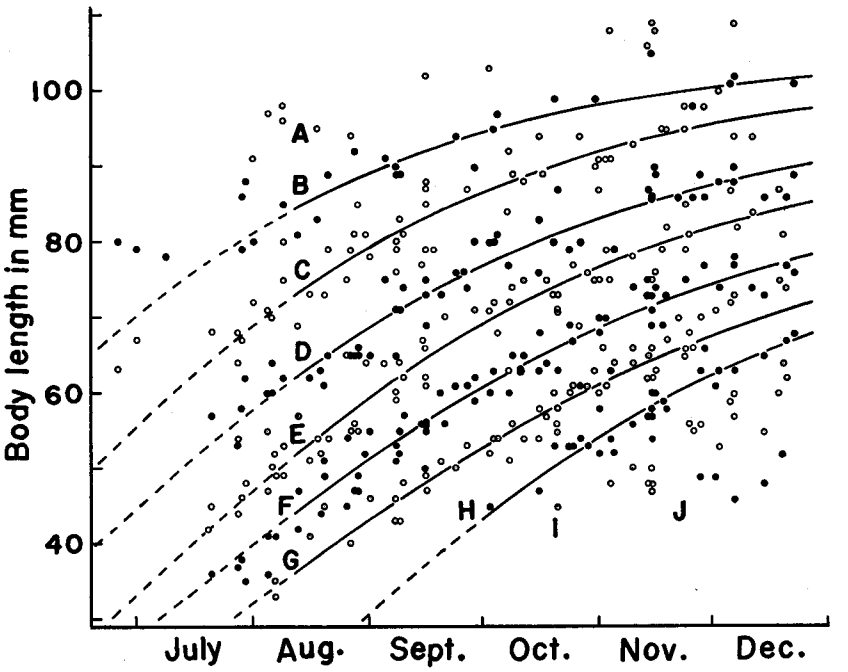

Fig. 3. Distribution of mean lengths compiled for the corresponding groups. The Gompertz curve is fitted to these values. The original names, A,B, etc. through J, were given to the respective compiled groups. In each Gompertz curve, the solid portion represents the range of the data used for the estimation of the equation and the broken portion shows the extension of the curve.

外的ないくつかの点を除くと，幅 1 cm 以内であって（図3），それ程大きな散らばりではない。

曲線のあてはめ

そこで，この8年間こみにした資料について，平均体長の時期的推移をカタクチイワシの成長を示すものとみなし，グループごとに曲線をあてはめることを試みた。ただし，分離された体長群の数が多く，出現期間の長い B～H の7グループを対象とした。カタクチイワシの成長に関する多くの報告のうち，成長曲線式が示されているものに，1) 横田・古川[12]，渡辺[5] による b 次函数式，2) 横田・

浅見[13], Hayashi and Kondo[3] による von Bertalanffy 式, 3) 相川[14] による logistic 式がある。前川[15] は周防灘における研究結果を引用して b 次函数式と logistic 式の両方を示している。これらの三つの曲線式のほかに，2元2次函数式（以下に2次曲線式と記す）と Gompertz 式を加えて，五つの曲線を検討した。

b 次函数式，$l_t=at^b$，は対数変換によって，2次曲線式，$l_t=a+bt-ct^2$，は最小二乗法によって，von Bertalanffy 式，$l_t=l_\infty[1-e^{-k(t-t_0)}]$ は Allen の方法[16] によって，logistic 式，$l_t=l_\infty/[1+e^{-k(t-t_0)}]$，および Gompertz 式，$l_t=l_\infty e^{-e^{-k(t-t_0)}}$，は Ricklefs の方法[17] によって検討した。変数，t，には日数を使用した。Ricklefs の方法を用いる場合には極限体長，l_∞，の値を決めることが重要な事項となる。Hamai[18] がコイ (*Cyprinus carpio*) の成長について示しているように，一般に魚類の成長には成長速度の増大する時期と停滞する時期があって，1年周期でこれを繰返しながら次第に体長を増大していく。カタクチイワシ属についても例外ではなく，オーストラリア産 (*Engraulis australis*)[19]，ペルー産 (*E. ringens*)[20] および黒海産 (*E. encrasicolus*)[21] のアンチョビーについては冬期に成長速度の停滞する成長曲線が示されている。日本産のカタクチイワシについても，相川[14]，中井ら[22] によって冬期の成長速度の停滞が指摘されている。ここでは発生年末後の冬期に第1年目の極限体長を想定し，最小二乗法によって求めた2次曲線の冬期の体長を参考にしつつ，体長の変換値と日数との関係が最も直線的となる最大体長を試行錯誤を繰返して求め，極限体長とした。

曲線あてはめの検討結果を表4に示す。B～Hの7グループすべてにあてはまるのは，logistic, Gompertz および2次の三つの曲線である。ただし，2次曲線の場合，G, Hの2グループにおいて2次係数，c，は有意ではない。あてはまりの程度は，von Bertalanffy 曲線をもあてはめることのできるグループEについて例示したように，資料の範囲内においては，最小二乗法を用いた2次曲線とほかの曲線との間にほとんど差異はみられない（図4）。従って，各曲線のあてはまりは良好であると判断される。

b 次曲線はどのグループにもあてはまらないし，von Bertalanffy 曲線のあてはまるのはグループE, Fの二つだけであるので，これらの二つの曲線は以下の検討から除外する。

logistic 曲線，Gompertz 曲線および2次曲線の比較

1. 変曲点における体長

資料の範囲内ではほとんど差異のみられなかった上記の三つの曲線は，外挿部分ではそれぞれの特徴を示す。資料は12月までであり，これ以後の成長速度停滞期を経ての成長は，第2年目の成長として扱われるべきものであるので，ここでは問題にしない。体長の小さい方に曲線を外挿すると，logistic

Table 4. *Suitability of the five different types of growth curves to the mean body lengths in the respective groups.*

Group	Fitness of curves expressed by:				
	Power equation	Von Bertalanffy equation	Logistic equation	Gompertz equation	Quadratic equation
B	unfit	unfit	fit	fit	fit
C	unfit	unfit	fit	fit	fit
D	unfit	unfit	fit	fit	fit
E	unfit	fit	fit	fit	fit
F	unfit	fit	fit	fit	fit
G	unfit	unfit	fit	fit	fit*
H	unfit	unfit	fit	fit	fit*

* Coefficient of the second order term is not significant statistically ($P>0.05$).

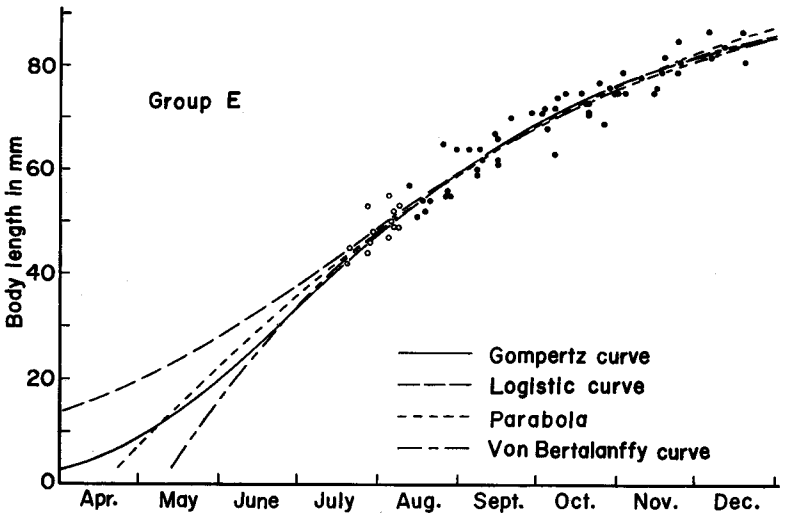

Fig. 4. Four types of growth curves fitted to the distribution of mean sizes in group E as an example. Solid cricles represent the values used for estimation of the equations. The values shown by open circles were not included in the calculations because they were obtained from fish which belonged to another population related to the number of gill-rakers.

Table 5. *Body lengths and dates at the respective inflection points of logistic and Gompertz curves in each group.*

Group	Logistic cruve		Gompertz curve	
	B.L. (mm)	Date	B.L. (mm)	Date
B	52.5	May 10	38.6	Apr. 29
C	51.5	June 18	37.9	May 26
D	48.0	July 4	36.1	June 11
E	47.0	July 26	34.6	July 3
F	44.0	Aug. 9	33.1	July 14
G	43.0	Aug. 30	31.6	July 30
H	40.5	Sept. 20	29.8	Aug. 29

曲線と Gompertz 曲線の二つは変曲点をもつ。変曲点における体長はそれぞれ 40.5～52.5 mm, 29.8～38.6 mm である（表5）。内田[23]はシラス形から稚魚期に移る大きさは全長で 37～40 mm ぐらいであるとし，加藤・本田[24]および近藤[25]は後期仔魚期（シラス）と稚魚期（カエリ）を体長 3.5 cm で区切っている。この値は Gompertz 曲線の変曲点における体長と近似している。

いま，1967年から1973年までの標本について，各標本における最小個体のうち体長 6 cm 以下のものの体長を採集日ごとに図示すると（図5），最小個体の体長下限は，7月下旬～8月上旬では 25～27 mm，8月中旬以降では 31～36 mm であって，8月中旬以降の太平洋型魚群の体長下限はそれ以前の日本海北部型魚群のものよりも大きい傾向を示す。この太平洋型魚群の体長下限 31～36 mm は，上に引用した著者らの示したカエリに移る体長と一致することから，津軽海峡における太平洋型魚群のシラスからカエリに移る体長とみることができよう。そうすると，Gompertz 曲線の変曲点におけ

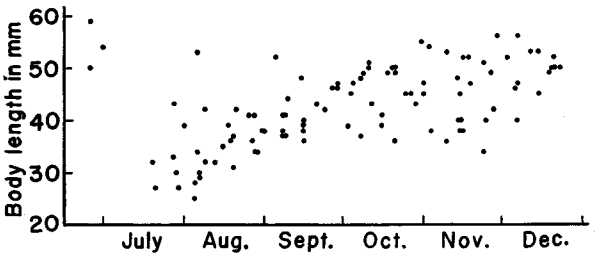

Fig. 5. Distribution of the sizes of the smallest fish for the respective samples taken during 1967–1973. Values over 6 cm were eliminated.

る体長はシラスからカエリに変態する時の大きさを示していることになり，生物学的に意味をもつことになる。このような例は大西洋ニシン (*Clupea harengus*) でみられる。Blaxter[26] の 1964 年の飼育実験結果では，後期仔魚（シラス）から稚魚に変態する時期である孵化後 13 週に変曲点のみられる成長傾向が示されている。

ただし，Gompertz 曲線の変曲点の日付は，B～G の 6 グループにおいては 4 月～7 月である（表 5)。津軽海峡に出現する太平洋型魚群が，この時期においても 8 月中旬以降と同様の体長下限を示すかどうかは不明である。しかしながら，Hayashi[27] が示したような例外的な大きさのものを除くと，シラスの測定値はほとんどの場合平均体長 35 mm 以下であり，前述の著者らのカエリとなる体長についての記載とあわせて考えると，8 月以前においても，太平洋型魚群のカエリとなる体長を 35 mm 前後と推定して大きな誤りはないであろう。

2. 孵化日およびシラス期の成長の推定

カタクチイワシの仔魚の孵化時の大きさは研究者によって違いがみられる[23)28)29]。これは，個体差，仔魚の状態，あるいは浅見の報告[30] にみられるような卵径の季節的変動によるものと考えられる。卵黄吸収時については，仔魚の全長約 3.6 mm，孵化からの経過日数は水温 18°～20°C で約 3 日である[23)29)31] ことで一致している。シラス期の成長については，石山[32] は全長 20～40 mm の期間では 30 日間に 4.5～6.5 mm の成長度を持つとしたが，その後，横田・古川[12] が体長 3.6 cm 以下のシラスは発生後 1 ケ月を経過したものと仮定し，発生水温と平均脊椎骨数との関係からカタクチイワシの成長式を求めて以来，一般に 3 cm 前後のシラスは孵化後 1 ケ月を経過したものとされている[5)15)33)34) ect.]。これと異なるものに，雨宮・羽生[35] の 1～2 ケ月とする仮定，Hayashi[27] による，脊椎骨数や背鰭・臀鰭条数の平均値と漁獲時およびその 4 ケ月前までの水温・塩分との相関に基いての，全長 25～40 mm のシラスは 1～2 ケ月を経過したものとする結果があり，さらに，服部[31] の，後期仔魚は放卵後 41 日で全長 10 mm，68 日で 20 mm，25 mm となるには 76 日を要するという報告がある。近藤[25] はこの服部の知見を紹介するとともに，後期仔魚期の全長を 4～35 mm あるいは 40 mm，これらの大きさになるまでの経過月数を 1～3 ケ月としている。

卵黄吸収時の仔魚の全長 3.6 mm を内田[23] の図を使って体長に換算すると 3.4 mm となる (Pl. 16, Fig. 7, 全長 3.6 mm を使用)。また，全長 25 mm の後期仔魚は体長 21 mm と推定される (Pl. 17, Fig. 15, 全長 27 mm を使用)。logistic 曲線，Gompertz 曲線および 2 次曲線について，これらを外挿することにより，孵化日並びに体長 21 mm に成長するに要する日数を推定してみた（表 6)。孵化日は，体長 3.4 mm を基準として卵黄吸収時の日付を計算し，その 3 日前として求めた。

推定孵化日についてみると，logistic 曲線の場合にはグループ B についての前年の 9 月 27 日からグループ H の 3 月 17 日まで 2 年にまたがり，Gompertz 曲線の場合には 1 月 31 日から 6 月 7 日まで順

Table 6. *Birthday of the fish and age in day when larva body length has reached 21 mm.*

Group	Birthday estimated by:			Age in day estimated by:		
	Logistic equation	Gompertz equation	Quadratic equation	Logistic equation	Gompertz equation	Quadratic equation
B	Sept. 27*	Jan. 31	Mar. 4	155	55	29
C	Nov. 17*	Feb. 25	Mar. 20	128	57	32
D	Dec. 4*	Mar. 5	May 9	132	64	27
E	Dec. 18*	Apr. 1	Apr. 20	138	63	38
F	Jan. 4	Apr. 2	May 14	140	71	37
G	Jan. 14	Apr. 16	Apr. 30	148	75	52
H	Mar. 17	June 7	June 8	125	62	46
Mean				138	64	37

* Date in the preceding year

に並び，2次曲線の場合には3月4日から6月8日までの範囲にあるが順番は乱れている。カタクチイワシの平均脊椎骨数は主に水温と関係があり，卵期が低温であれば平均値は高く，高温の場合には低いことは一般に認められている。B～I の各グループについて示した平均脊椎骨数（図6）と推定孵化日を比較してみると，水温の資料は無いが，少なくとも logistic 曲線による推定孵化日の配列と平均脊椎骨数の変化傾向とは一致しない。

体長 21 mm に成長するまでに要する期間についてみると，logistic 曲線の場合には約4ケ月半，Gompertz 曲線の場合には約2ケ月，2次曲線の場合には約1ケ月となる。logistic 曲線の4ケ月半は前述した種々の説と比較しても長過ぎると考えられる。なお，Gompertz 曲線と2次曲線の二つについて体長 35 mm に成長するに要する日数を計算すると，前者は平均 96 日，後者は平均68日となる。

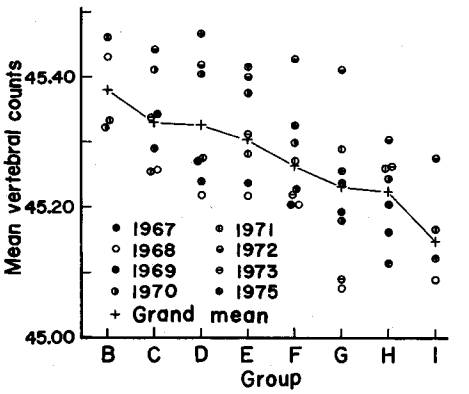

Fig. 6. Mean number of vertebral counts in the respective groups. Mean values for groups containing less than 50 specimens for each year are not shown in this figure.

ここでのシラス期の成長期間の推定は，シラス期とそれ以後の成長が同一の曲線式で表わされるという前提にたち，しかも，シラス期の資料を用いない外挿値としての計算であるから，結果には危険が伴う。しかし，Gompertz 曲線による推定は服部[31]，近藤[25]の知見に近似し，2次曲線の場合には雨宮・羽生[35]，Hayashi[27] の推定に似ている点で興味を覚える。さらに，近縁種のノーザン・アンチョビー (*Eagraulis mordax*) の仔魚の飼育結果[36][37] についてみると，主として天然プランクトンを餌として与えた最も成長のよい実験では，水温 17°C で，孵化後 28 日で平均体長* 15.3 mm，34 日で 17.4 mm となっている。この実験結果をそのまま適用することはできないが，カタクチイワシのシラス期の成長期間を1ケ月とするのは短か過ぎるのではなかろうか。

* 孵化仔魚の平均の大きさが，Lasker et al.[37] の記載による孵化時の標準体長の分布の中央値よりもわずかに小さいことから，体長の測定値であると判断した。

3. 仔魚期の成長傾向

一般に，仔魚期の成長傾向は下に凸型の曲線で示される。カタクチイワシについての服部のデータ[31]やノザン・アンチョビーの飼育結果[36]もこのような傾向を示している。

Gompertz 曲線はS字曲線の一つであるから，この曲線の変曲点よりも前の仔魚期に相当する部分は下に凸である。これに対して，2次曲線の場合には仔魚期に相当する部分においても上に凸型であって，仔魚の成長傾向の実情に合わない（図4）。

結局，カタクチイワシの年内の成長を孵化時から連続した一本の曲線で示そうとすると，Gompertz 曲線が最も良いことになる。

Gompertz 曲線のあてはめ

B～H の各グループについて求めた Gompertz 式は，計算体長 (l_t) を mm，変数 (t) を日数で示すと，

グループB： $l_t=105e^{-e^{-0.01459(t+104.13)}}$；ただし，8月11日を $t=0$ としてある。
グループC： $l_t=103e^{-e^{-0.01397(t+76.17)}}$； 同上
グループD： $l_t=98e^{-e^{-0.01275(t+60.71)}}$； 同上
グループE： $l_t=94e^{-e^{-0.01327(t+38.64)}}$； 同上
グループF： $l_t=90e^{-e^{-0.01194(t+28.18)}}$； 同上
グループG： $l_t=86e^{-e^{-0.01153(t+12.27)}}$； 同上
グループH： $l_t=81e^{-e^{-0.01449(t+32.12)}}$； ただし，9月30日を $t=0$ としてある。

である。これらの式で示される曲線は，8日中旬以降に津軽海峡に現われる太平洋型魚群の成長傾向によくあてはまる（図3，実線）。B, C, D, E, F, G, H の各グループの年末の体長は，それぞれ，102, 98, 91, 86, 79, 73, 68 mm と計算される。既に述べたように，Gompertz 曲線の変曲点における体長はシラスからカエリに移る時の体長とほぼ一致するから，これに変曲点の日付（表5）をつけ加えて考えると，3月～5月に体長 20～30 mm で漁獲されるシラスはグループ B, C, D のいづれかに属することは明らかで，年末には体長 9～10 cm に成長することになる。同様にして，6月のシラスは 8～9 cm に，7月のシラスは約 7 cm に成長するという結果が得られる。3月～5月のいわゆる春仔のシラスの年末の体長を従来の研究結果と比較すると，鱗による年令査定の結果[3)8)]と一致するし，ほかの方法を用いた結果でも春のシラスの年末の体長を 9～10 cm とするものは多い[1)2)5)7)12)34)etc.]。

6月の漁期初めから8月上旬までの間に漁獲される日本海北部型の魚群の平均体長に対するこの曲線のあてはまりは，必ずしも良好とはいえない（図3，破線）。この時期における漁獲物は，ほとんど体長 10 cm 以上の大型産卵魚で占められていて，10 cm 以下の魚群については資料が乏しいし，出現期間も短いため，現時点ではこの魚群の成長を論ずることはできない。しかし，8月中旬以降の太平洋型魚群と連続させて同一の成長曲線で示すことには検討の余地があると考えられる。

要　　約

1967年～1973年および1975年に上磯町地先の定置網漁獲物から採集したカタクチイワシの中・小型魚について，頭長—体長関係を用いて標本中に含まれる体長群を分離し，その平均体長の時期的推移を成長とみなして成長曲線をあてはめることを試みた。分離された体長群は毎年の出現状態から，グループA～グループJの10グループに分類される。このうち，資料の揃っている B～H の7グループについて，太平洋型魚群に属する8月中旬～12月の標本から得た資料を用いて成長曲線を検討した。

用いた曲線式は，b 次函数式，2元2次函数式，von Bertalanffy 式，logistic 式および Gompertz 式の五つである。このうち，資料の範囲内ではどのグループにもあてはまる曲線は，2次曲線，logistic

曲線，Gompertz 曲線の三つである。あてはまりの程度は，最小二乗法によって求めた2次曲線とほかの二つの曲線との間にはほとんど差異はみられない。しかし，これら三つの曲線を比較すると，変曲点の有無，変曲点における体長と日付，仔魚期の成長傾向などから，Gompertz 曲線が最も適当であると判断された。

Gompertz 曲線をあてはめた場合，変曲点における体長は後期仔魚期から稚魚期に移る時の体長に相当し，変曲点が生物学的に意味を持つ。変曲点の日付を併せて考えると，3月～5月のいわゆる春仔のシラスはグループ B, C, D のいづれかに属することは明らかで，これらの年末の体長は9～10 cm となって従来の成長に関する研究結果の多くのものと一致する。

Gompertz 曲線を外挿して求めた仔魚の孵化からの経過期間は，体長 21 mm となるまでに約2ケ月，35 mm となるには約3ケ月を要するという結果になった。推定孵化日と平均脊椎骨数との間にも矛盾はみられないが，このような見解をもつ研究者は極く少数である。この推定は仔魚期の資料を全く用いないで外挿値として得られたものであるから，結果には危険を伴う。従って，ここでは問題提起に止める。

今回の資料のうち，1971年の中・小型魚の出現時期と標本中の最小個体の体長の時期的分布の下限にみられた差異は，前に報告した鰓耙数に基づいての津軽海峡における太平洋型魚群と日本海北部型魚群の出現状態についての知見を補強するものであると考えられる。

文　　献

1) 相川広秋 (1948). 魚族の脊椎骨数の変異と其の意義. 農学 **2**, 316–322.
2) Aikawa, H., Hayashi, T. and Furuno, Y. (1950). Vertebral count and growth of Japanese anchovy, *Engraulis japonicus* Temminck and Schlegel. *J. Fac. Agri., Kyūshū Univ.* **9**, 255–269.
3) Hayashi, S. and Kondo, K. (1957). Growth of the Japanese anchovy – IV. Age determination with the use of scales. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* **17**, 31–64.
4) 久保伊津男 (1961). 水産資源各論. 396 p. 恒星社厚生閣，東京.
5) 渡辺和春 (1955). カタクチイワシの脊椎骨数の変異と若年魚の月成長について. 日水研年報 **2**, 23–36.
6) 渡辺和春 (1958). 日本海におけるカタクチイワシの成長について. 同誌 **4**, 147–152.
7) 木下哲一郎 (1962). 津軽海峡および噴火湾におけるカタクチイワシ群について. 北大水産彙報 **13**, 63–81.
8) 竹下貢二・塚原 博 (1971). カタクチイワシの種族に関する研究. 九大農・学芸雑誌 **25**, 201–232.
9) 木下哲一郎 (1977). 鰓耙数からみた北日本産のカタクチイワシ群. I. 上磯における季節ならびに年変動. 北大水産彙報 **28**, 118–126.
10) 木下哲一郎 (1977). 同上. II. 地域間の比較. 同誌 **28**, 127–136.
11) 木下哲一郎 (1969). カタクチイワシの同一漁獲物中にみられるいくつかの体長群について. 同誌 **20**, 25–35.
12) 横田滝雄・古川一郎 (1952). 日向灘イワシ類資源の研究. 第III報. カタクチイワシの脊椎骨の変異と生長について. 日水誌 **17**(8/9), 60–64.
13) 横田滝雄・浅見忠彦 (1956). 昭和28年鰯資源協同研究経過報告. 117 p. 南海区水産研究所，高知.
14) 相川広秋 (1954). カタクチイワシの資源生物学的研究. 20 p. 九大農・水産資源学教室(謄写).
15) 前川兼佑 (1961). 瀬戸内海特に山口県沿岸における漁業の管理と資源培養に関する研究. 山口内海水試調研業績 **11**, 1–483.
16) Allen, K.R. (1966). A method of fitting growth curve of the von Bertalanffy type to observed data. *J. Fish. Res. Bd. Can.* **23**, 163–179.
17) Ricklefs, R.E. (1967). A graphical method of fitting equations to growth curves. *Ecol.* **48**, 978–983.

18) Hamai, I. (1941). A study of the growth of the fish, *Cyprinus carpio* L. *Sci. Rep. Tohoku Univ.* **16**, 17–89.
19) Blackburn, M. (1950). A biological study of the anchovy, *Engraulis australis* (White), in Australian waters. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* **1**, 3–84.
20) Saetersdal, G. and Valdivia, J.E. (1964). A study of growth, size and recruitment of the anchovy (*Engraulis ringens* J.) based on length frequency data. *Bol. Inst. Invest. Recurs. mar., Callao* **1**, 85–136.
21) Demir, N. (1965). Synopsis of biological data on anchovy *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus). *FAO Fish. Synopsis* **26**, Revision 1.
22) 中井甚二郎・宇佐美修造・服部茂昌・本城康至・林 繁一 (1955). 昭和24～26年鰯資源協同研究経過報告. 84 p. 東海区水産研究所, 東京.
23) 内田恵太郎 (1958). カタクチイワシ *Engraulis japonica* (Houttuyn). p. 17–18. Pls. 16–17, 日本産魚類の稚魚期の研究. 89 p. 86 Pls. 九大農・水産第2教室, 福岡.
24) 加藤 孝・本田耕造 (1956). 橘湾に於けるシラスの資源生態学的調査. 徳島水試調研業績 **2**, 30–35.
25) 近藤恵一 (1969). カタクチイワシの資源学的研究. 東水研報 **60**, 29–81.
26) Blaxter, J.H.S. (1968). Rearing herring larvae to metamorphosis and beyond. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* **48**, 17–28.
27) Hayashi, S. (1961). Fishery biology of the Japanese anchovy *Engraulis japonica* (Houttuyn). *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* **31**, 145–268.
28) 西川藤吉 (1901). ひしこ調査報告. 水産調査報告 **10**, 1–16.
29) 神谷尚志 (1916). 館山湾における浮性魚卵並に其の稚児. 水講試験報告 **11**, 1–92.
30) 浅見忠彦 (1953). カタクチイワシ *Engraulis japonicus* T.et S. の浮游卵に関する研究. 南水研業績集 **1**, 1–7.
31) 服部茂昌 (1966). 遠州灘・駿河湾を中心とするシラス, カタクチイワシ成魚の漁況変動について. 2. カタクチイワシの産卵の変動と漁況. 水産海洋研究会報 **8**, 54–62.
32) 石山礼蔵 (1950). イワシ類シラスの研究. 水産研究誌 **40**, 1–21.
33) 加藤 孝・本田耕造・片山やすえ・丸岡 登 (1956). カタクチイワシの資源生態学的調査. 徳島水試調研業績 **2**, 12–27.
34) 浅見忠彦・花岡松子 (1957). 「いわし類」の脊椎骨数の変異について. 南水研報告 **5**, 59–73.
35) 雨宮育作・羽生 功 (1957). 伊勢湾周辺水域に於けるカタクチイワシ *Engraulis japonicus* Temminck & Schlegel の生態. p. 603–610. 水産学集成. 890 p. 東大出版会, 東京.
36) Kramer, D. and Zweifel, J.R. (1970). Growth of anchovy larvae (*Engraulis mordax* Girard) in the laboratory as influenced by temperature. *Calif. Mar. Res. Comm., CalCOFI Rept.* **14**, 84–87.
37) Lasker, R., Feder, H.M., Theilacker, G.H. and May, R.C. (1970). Feeding, growth, and survival of *Engraulis mordax* larvae reared in the laboratory. *Mar. Biol.* **5**, 345–353.