HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道南部地方の森および函館におけるチカの成長の比較
Author(s)	柳川, 弘行
Citation	北海道大學水産學部研究彙報, 31(4), 327-338
Issue Date	1980-11
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23733
Type	departmental bulletin paper
File Information	31(4)_P327-338.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北大水産彙報
31(4), 327–338. 1980.

北海道南部地方の森および函館における チカの成長の比較

柳川弘行*

Comparisons of the Growth of the Chika (*Hypomesus pretiosus japonicus*) between Mori and Hakodate, Southern Hokkaido

Hiroyuki YANAGAWA*

Abstract

Chika, *Hypomesus pretiosus japonicus* (Brevoort), is a small shore fish which belongs to the family Osmeridae, Salmoniformes. Chika is found in almost all of the sea shores of Hokkaido, Mutsu Bay and Sanriku Beach of the Tohoku region. Many studies on growth have been done in osmerid fishes, but there is no report concerning population discrimination based on growth equations.

Specimens of the chika were collected periodically from Mori and Hakodate in southern Hokkaido during the period from July 1973 to April 1976. Growth in body length and weight of the chika were well fitted in Logistic growth equations in sex distinction and in each age. The Logistic growth equations are expressed as follows, $Lt=\frac{L_\infty}{1+e^{-k(t-t_0)}}$ and $Wt=\frac{W_\infty}{1+e^{-k(t-t_0)}}$, where Lt is the body length in mm, Wt is the body weight in g and t is the age in month. Growth constants are summarized in Tables 2 and 3.

When growth equations at Mori are compared with those at Hakodate, coefficients of growth for females at Mori are higher than for males except for body weight of 1+, and those for males are higher than for females at Hakodate. Also, there are clear differences between the periods occurring in growth inflections between the two stations. Therefore, these differences of growth equations in fish the same year class between the two stations suggest that there are different populations at Mori and Hakodate.

Growth rates become lower in both sexes as the age proceeds, but the values of females are observed to be slightly higher than males in each age.

緒　　言

チカはサケ目，キュウリウオ科のワカサギ属に属する小型の沿岸性魚類である。日本における本種の分布は北海道のほぼ全沿岸域および東北地方の陸奥湾と三陸海岸地方に認められる。

時間を基準として成長を究明する絶対成長は，種のもつ遺伝的な制約を受けるとともに水温や餌料などの環境要因および生息密度などによっても影響を受けることなどから，成長に及ぼす要因は極めて複雑である。また，海域による魚類の成長度の相違については多くの研究があり，なかでも高田[1]のニシン，Kohler[2]のタラ，Hamai[3]のサケ，および橘本・小谷地[4]とIwata[5]のスケトウダラについ

* 北海道大学水産学部水産動物学講座
(*Laboratory of Marine Zoology, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)

ての研究は，成長度を海域あるいは系群間の相違と関連づけている。一方，キュウリウオ科魚類の成長については McKenzie[6], Burbidge[7], Saunders and Power[8] などを始めとして多くの研究があるが，成長式の検討が行われているのは白石他[9]，白石[10] によるワカサギのみである。しかし，成長と系統群との関連性を論じた報告はない。

本研究は北海道南部地方の森町と函館におけるチカの同一年級群による成長の検討を行った。その結果，両地域に異った系統群の存在が示唆された。さらに，本種の成長率についても併せて検討した。

謝　　辞

本研究の御指導および原稿の御校閲を賜りました北海道大学水産学部五十嵐孝夫教授に深謝の意を表する。また，多くの有益な助言を賜りました北海道大学水産学部久新健一郎教授，浜田啓吉教授および三島清吉教授に心より謝意を表する。さらに，本研究を進める上で多くの助言を頂きました北海道大学水産学部尼岡邦夫助教授および木下哲一郎助教授に深謝する。標本の採集にあたっては森町漁業新田喜一郎氏および藤野正氏，さらに上磯町漁業坂本亀作氏に大変お世話になり，心より謝意を表する。

材 料 と 方 法

本研究に使用したチカは北海道茅部郡森町および函館市（上磯郡上磯町を含む）において，1973年7月から1976年4月までの3年間定期的に周年採集したものから成長式の検討には1973年級群の個体を抽出して使用した（図1，表1）。標本は主として小定置網および曳網により採集し，10% フォルマリン液により固定した後，計測および測定を行った。

体長および体重の成長を検討するためには月毎の各平均値を使用した。体長は下顎先端から尾鰭の基部までとし，キャリパーにより0.1 mm の単位まで計測を行った。体重は体表面の水分を十分に取り去った後，ザートリウス直示天秤により0.01g の単位まで測定を行った。体長および体重の成長は Ricklefs[11] の graphical method に従い，Logistic, Gompertz および Bertalanffy の各成長式を検討したが，この graphical method では Bertalanffy 式に三乗式が用いられているため体長の成長式には不適切であり，体長には Bertalanffy 式を除く2成長式を検討した。

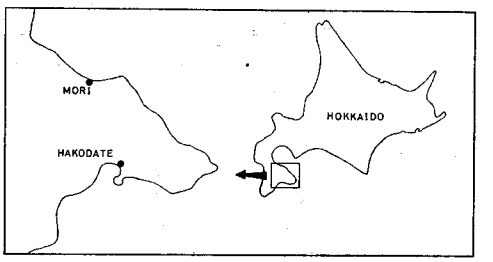

Fig. 1. Map showing the sampling localities of the chika, *Hypomesus pretiosus japonicus*.

各月の体長および体重の平均値の変化は，0+ から 2+ までを一括して成長式を求めることはできず，各年令ごとに成長式の検討を行った。極限体長および極限体重は各年令の最終月令の平均値をもって最初の値とし，Ricklefs[11] の graphical method でその適合性を検討し，その値が不適な場合には新たな値を設定して適切と思われる極限値を決定した。

月令の基準は次のように設定した。チカの産卵盛期は年度により変動が認められるが，1973年級群については生殖腺指数の最大期が森では4月上旬，函館では3月下旬であり，チカ卵の孵化には11°Cで15日間を要する（柳川，未発表[12]）ことから，孵化盛期は4月下旬頃と推定し，各月の20日をもってその月の月令とした。年令の表示は1年未満魚を 0+ とし，以下同様とした。また，成長率についての年令表示には満年令を用いた。

Table 1. *Sampling data for a study of the growth in 1973 year class chika at Mori and Hakodate.*

Mori					Hakodate				
Month	Sample size	Total	♂	♀	Month	Sample size	Total	♂	♀
1973. July	3	223	115	108	1973. July	3	231	111	120
Aug.	2	122	57	65	Aug.	2	226	105	121
Sep.	1	120	73	47	Sep.	2	198	96	102
Oct.	2	156	76	80	Oct.	2	212	109	103
Nov.	2	189	87	102	Dec.	1	131	70	61
Dec.	2	151	65	86	1974. Mar.	1	102	67	35
1974. Jan.	1	9	6	3	Apr.	2	119	58	61
Mar.	1	32	15	17	May	2	84	21	63
Apr.	1	47	16	31	June	1	56	16	40
May	2	178	92	86	July	1	86	41	45
June	2	214	111	103	Oct.	2	70	32	38
July	2	183	95	88	1975. Mar.	1	12	8	4
Nov.	2	61	28	33	Apr.	1	36	15	21
Dec.	1	2	1	1					
1975. Mar.	1	45	5	40					
Apr.	2	80	25	55					
May	1	11	6	5					
June	1	37	12	25					
Oct.	2	20	8	12					
1976. Feb.	2	18	0	18					
Apr.	2	9	2	7					

結　　果

I. 体長の成長型

1973 年級群の 0+ から 2+ までの体長について，成長型の検討を行った。先ず，森および函館における各年令の雌雄について Logistic と Gompertz の conversion factor を算出して，その適合性を検討した。その結果，表 2 に示した各極限体長ですべて Logistic 式がよく適合し，その一例として森における 0+ の雄の結果を図 2 に示した。Logistic 成長式とは $Lt=\frac{L\infty}{1+e^{-k(t-t_0)}}$ であり，Lt は体長 (mm)，$L\infty$ は極限体長 (mm)，k は成長係数，t は月令，t_0 は変曲点の現われる月令である。

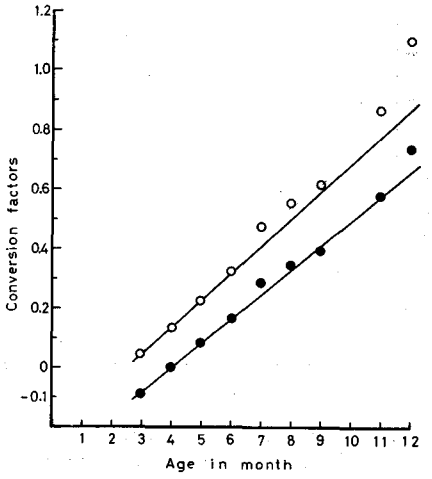

Fig. 2. The Gompertz and Logistic conversion factors for 0+ male chika at Mori, based on the asymptote (100 mm in body length). Open circles and closed circles represent the Gompertz and Logistic conversion factors respectively.

森

成長式から算出した各年令および雌雄別の計算体長と実測値を比較したところ，両者はよく一致した (図 3, 4)。極限体長は 0+ では雌雄ともに 100 mm であったが，1+ では

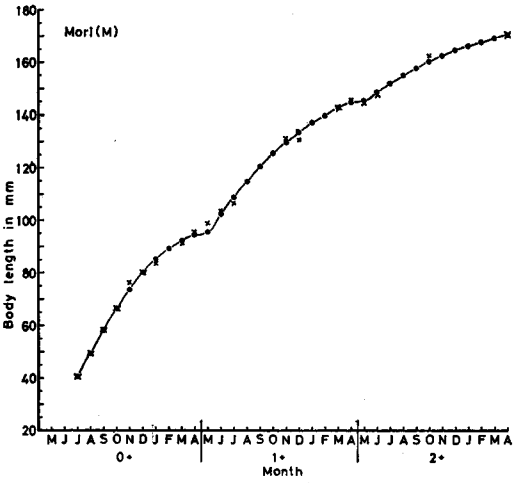

Fig. 3. Distribution of calculated body length from Logistic growth equations and mean body length in each month of male chika in each age at Mori. Closed circles and crosses represent the calculated body length and mean body length respectively.

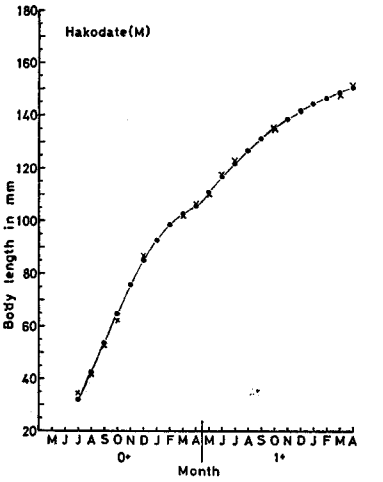

Fig. 5. Distribution of calculated body length from Logistic growth equations and mean body length in each month of male chika in each age at Hakodate. Marks are the same as those in Fig. 3.

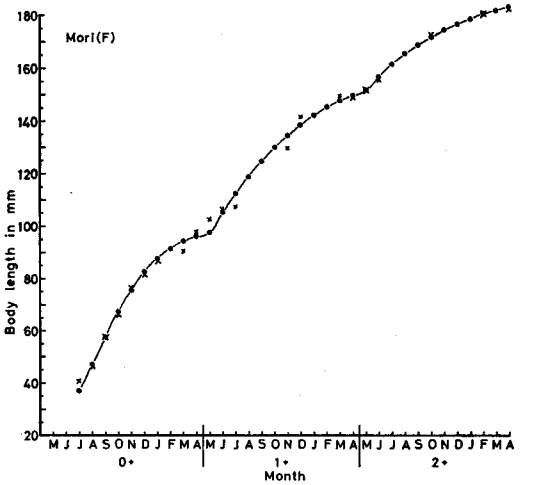

Fig. 4. Distribution of calculated body length from Logistic growth equations and mean body length in each month of female chika in each age at Mori. Marks are the same as those in Fig. 3.

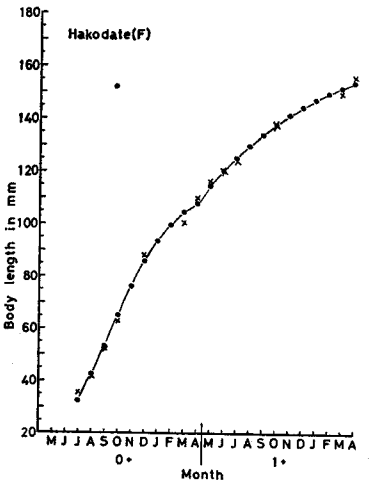

Fig. 6. Distribution of calculated body length from Logistic growth equations and mean body length in each month of female chika in each age at Hakodate. Marks are the same as those in Fig. 3.

Table 2. *Constants of growth equations in body length at Mori and Hakodate. L_∞, asymptote; k, growth coefficient; to, age in month when growth inflection has appeared*

Age	Sex	Mori			Hakodate		
		L_∞	k	to	L_∞	k	to
0+	♂	100	0.356	4.08	112	0.412	5.22
	♀	100	0.416	4.28	115	0.404	5.34
1+	♂	155	0.196	−1.37	160	0.176	−3.59
	♀	160	0.204	−1.18	165	0.160	−4.13
2+	♂	180	0.132	−9.82			
	♀	190	0.172	−7.05			

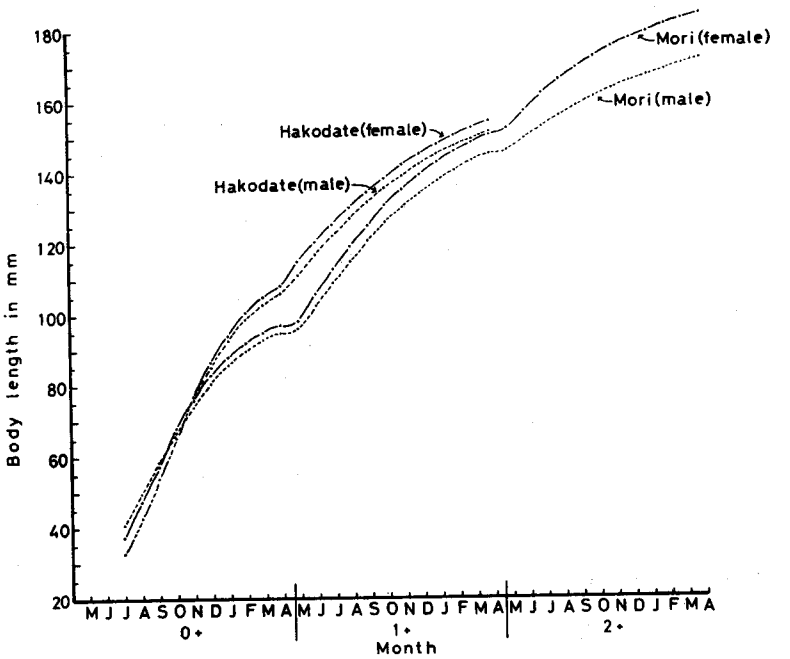

Fig. 7. Distributions of calculated body length from Logistic growth equations of each sex, age, and station.

雄より雌の方が 5 mm 大きくなり，2+ ではその差はさらに大きくなって雌雄間には 10 mm の差が認められた。k の値は 0+ では 1.17 倍，2+ では 1.30 倍雌の値の方が大きく，1+ ではほぼ等しい。t_0 の値は 0+ および 1+ では雌雄間の差は少いが 2+ では 2.77 の差が認められた。体長は 0+ では顕著でないが 1+ 以上では常に雌の方が大きく，この差は時間経過とともに大きくなる (図7)。

函館

成長式から算出した各年令および雌雄別の計算体長と実測値を比較したところ，両者はよく一致した (図 5, 6)。極限体長は 0+ では 3 mm, 1+ では 5 mm の雌雄間の差があり，雌の方がより大きい。

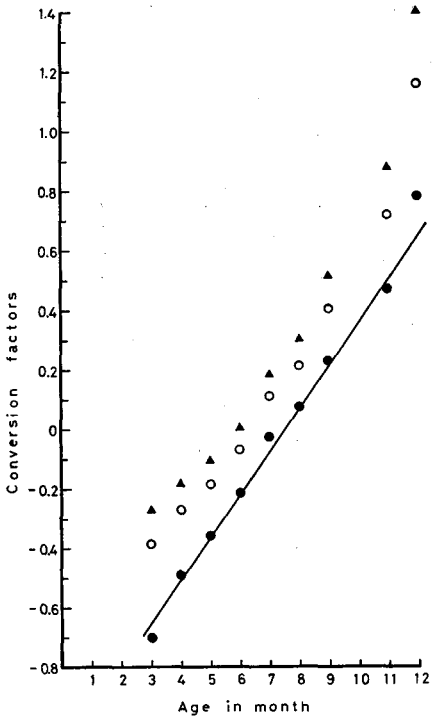

Fig. 8. The Bertalanffy, Gompertz and Logistic conversion factors for 0+ male chika at Mori, based on the asymptote (9.5 g in body weight). Triangles, open circles and closed circles represent the Bertalanffy, Gompertz and Logistic conversion factors respectively.

k の値は 0+ ではほぼ等しいが，1+ では 1.10 倍雄の方が大きい。t_0 の値は 0+ では雌雄間の差はわずかであり，1+ でもその差は 0.54 であった。体長は 1+ では常に雌の方が大きいが，この差は比較的小さい (図 7)。

II. 体重の成長型

1973 年級群の 0+ から 2+ までの体重について，成長型の検討を行った。先ず，森および函館における各年令の雌雄について Logistic, Gompertz および Bertalanffy の conversion factor を算出して，その適合性を検討した。その結果，表 3 に示した各極限体重ですべて Logistic 式がよく適合し，その一例として森における 0+ の雄の結果を図 8 に示した。Logistic 成長式とは $Wt=\frac{W_\infty}{1+e^{-k(t-t_0)}}$ であり，Wt は体重 (g)，W_∞ は極限体重 (g)，k は成長係数，t は月令，t_0 は変曲点の現われる月令である。

森

2+ の雌については月令 10 から 12 までに急激に体重が増加することで Logistic 成長型にはあてはまらず，また資料数が少いために平均値のみを図 10 に示した。成長式から算出した各年令および雌雄別の計算体重と実測値を比較したところ，両者はよく一致した (図 9, 10)。極限体重は 0+ では 1 g 雌の方が大きいのみであるが，1+ ではその差は 10 g となり，雌雄間の体重差はより明瞭に示された。k の値は 0+ ではほぼ等しいが，1+ では 1.09 倍雄の方が大きい。t_0 の値は 0+ では雌雄間の差は少いが，1+ では 1.02 の差が認められた。体重は 0+ では顕著でないが，1+ 以上では常に雌の

Table 3. *Constants of growth equations in body weight at Mori and Hakodate. W_∞, asymptote; k, growth coefficient; to, age in month when growth inflection has appeared*

Age	Sex	Mori			Hakodate		
		W_∞	k	to	W_∞	k	to
0+	♂	9.5	0.612	7.39	16	0.680	9.41
	♀	10.5	0.620	7.66	18	0.656	9.92
1+	♂	40	0.284	4.87	43	0.264	3.45
	♀	50	0.260	5.89	58	0.256	4.75
2+	♂	65	0.268	0.66			

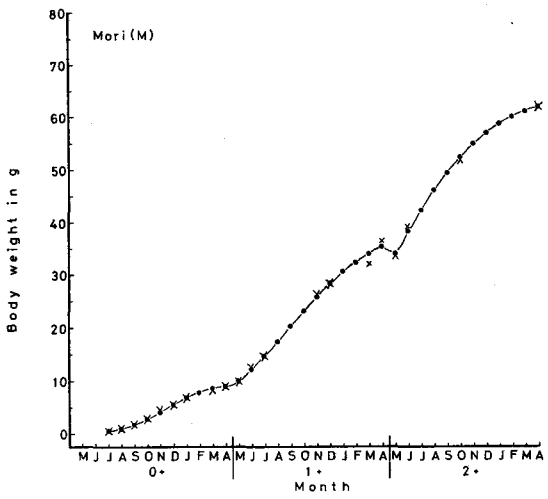

Fig. 9. Distribution of calculated body weight from Logistic growth equations and mean body weight in each month of male chika in each age at Mori. Closed circles and crosses represent the calculated body weight and mean body weight respectively.

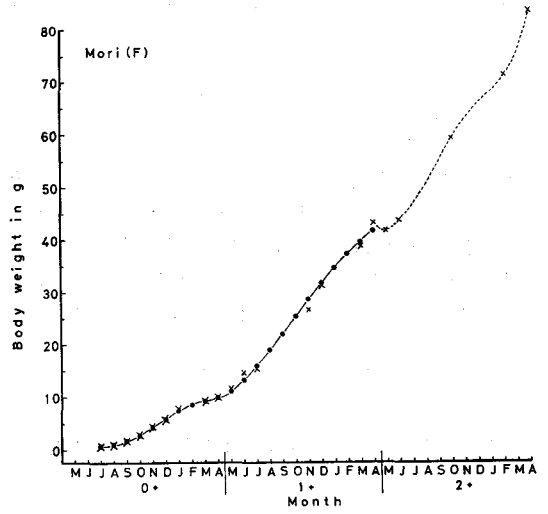

Fig. 10. Distribution of calculated body weight from Logistic growth equations and mean body weight in each month of female chika in each age at Mori. Marks are the same as those in Fig. 9.

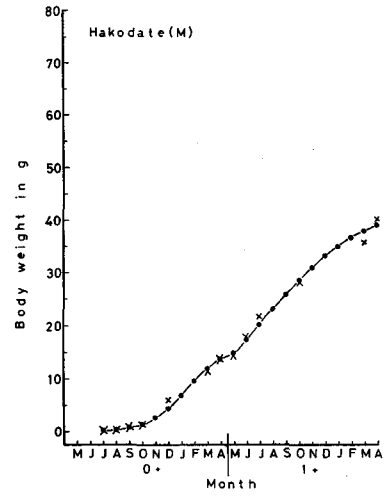

Fig. 11. Distribution of calculated body weight from Logistic growth equations and mean body weight in each month of male chika in each age at Hakodate. Marks are the same as those in Fig. 9.

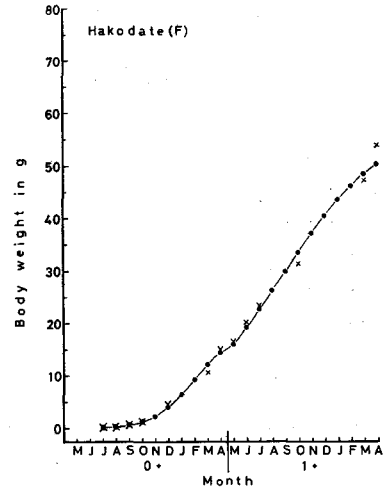

Fig. 12. Distribution of calculated body weight from Logistic growth equations and mean body weight in each month of female chika in each age at Hakodate. Marks are the same as those in Fig. 9.

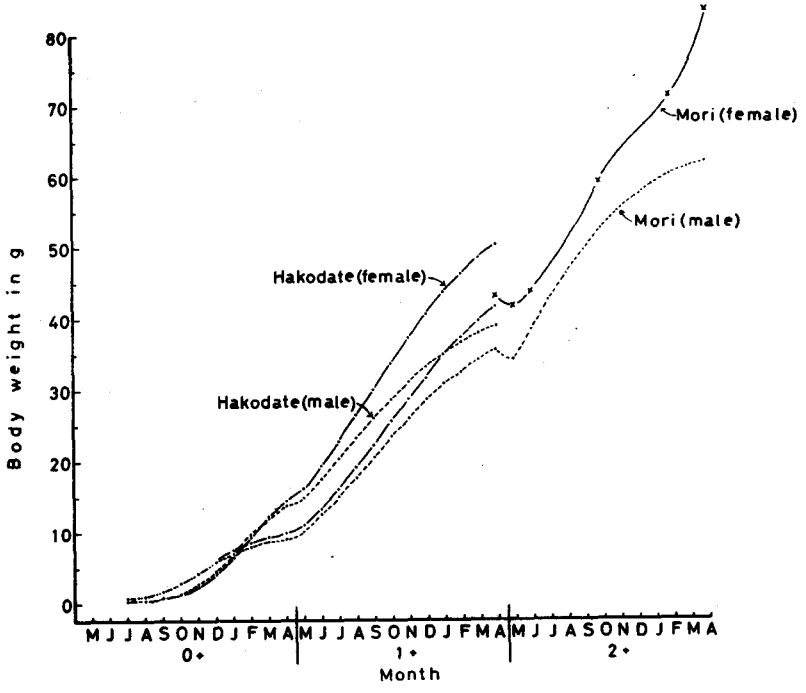

Fig. 13. Distributions of calculated body weight from Logistic growth equations of each sex, age, and station.

方が大きく，この差は時間経過とともに大きくなる(図13)。

函館

成長式から算出した各年令および雌雄別の計算体重と実測値を比較したところ，両者はよく一致した (図11，12)。極限体重は0+ では2g雌の方が大きいだけであるが，1+ ではその差は15gとなり，雌雄間の体重差はより明瞭に示された。k の値は0+ と1+ ともにわずかに雄の値が大きい傾向が認められるのみで雌雄でほぼ等しい。to の値は0+ では雌雄間の差が0.51であるが，1+ では1.30の差が認められた。体重は1+ では常に雌の方が大きく，この差は月令とともに急激に大きくなる(図13)。

III. 成 長 率

森および函館における体長および体重については，両地点ともに各年令群で雌の方が平均体長および体重の大きい傾向が認められ，その差は体重の方がより明瞭である。

次に成長率について発生年を無視すると，森では1年魚と2年魚間には体長では50.2～70.2%，体重では240.8～524.4%まで大きく変化するが，2年魚と3年魚間では体長が13.1～21.8%まで，体重が44.5～106.1%までの変化となり，3年魚と4年魚間では体長と体重ともにさらに成長率が低下する傾向が明瞭に認められた。函館では1年魚と2年魚間には体長では36.8～56.0%，体重では158.1～440.6%まで大きく変化し，2年魚と3年魚間では森と同様に成長率の低下が認められた。

年成長率を発生年級群ごとに比較した結果(表4)，1年魚と2年魚間における森と函館の1973年級群では体長で41.5～52.5%，体重では210.9～338.2%まで変化し，1974年級群では体長で50.3～

Table 4. *Annual growth rates of body length (B. L.) and weight (B. W.) in each year class chika at Mori and Hakodate.*

Locality	Year class	Sex	Age	Growth rate (%)	
				B. L.	B. W.
Mori	1971	Female	3—4	12.8	49.3
	1972	Female	2—3	15.4	79.8
		Female	3—4	8.3	32.2
	1973	Male	1—2	52.5	299.8
		Female	1—2	52.4	338.2
		Male	2—3	17.1	59.7
		Female	2—3	22.4	105.5
	1974	Male	1—2	61.9	390.4
		Female	1—2	65.4	431.2
Hakodate	1971	Female	3—4	13.1	21.9
	1973	Male	1—2	42.4	219.1
		Female	1—2	41.5	210.9
	1974	Male	1—2	50.3	300.3
		Female	1—2	53.0	340.4

65.4%，体重では300.3～431.2%まで変化した。また，体長および体重ともに雌の成長率が雄より若干良好である傾向があった。2年魚と3年魚間では1年魚と2年魚間に比べて急激に体長と体重ともに成長率が低下し，3年魚と4年魚間ではさらに成長率が低下する傾向が認められた。

考　　察

キュウリウオ科魚類の成長については McKenzie[6], Burbidge[7], Saunders and Power[8] などを始めとして多くの研究があるが，成長式の検討が行われているのは白石他[9]と白石[10]によるワカサギのみであり，さらに成長に基づく系統群に関する報告はない。白石他[9]は体長および体重の成長を Logistic 曲線とみなして成長式を求めているが，白石[10]は定差図により体長および体重の各成長曲線の適合性を検討している。本研究では先ず，体長および体重の成長型の検討は12ケ月間の中でデータが欠如している月があるため，この欠如を無視できる方法として Ricklefs[11]に従って各成長曲線の適合性を検討した。その結果，チカの体長および体重の成長式には森における2+の雌の体重の成長を除いて，森と函館における各年令および雌雄ともにすべて Logistic 曲線がよく適合したが，各年令でそれぞれ異った成長式を示し，年令により成長の異ることが示された(図7，13)。このように各年令により S 字曲線の繰り返しによる成長を示す例としては，コイの体長の成長を検討した Hamai[13]の報告がある。また，体長および体重ともに計算値と実測値はよく一致したため，チカの成長曲線には Logistic 式を用いることが有効であると判断した。

森と函館における体長および体重の各成長式について考察する。先ず森においては，0+の体長は7月には雄の方が雌より大きいが，成長係数 k の値は雌の方が1.17倍大きいことから，その成長速度は雌の方が大きく，月令6の10月以降には雌雄の体長は逆転し，雌の体長の方が大きくなる。しかしながら，月令12での雌雄の体長差はわずかであり，これは極限体長が等しく，成長屈曲の出現時期も8月下旬で同様であることなどによるためと考えられる。0+の体重については12月までは雌雄の体重はほぼ同じであるが，月令9の1月以降は雌の体重の方が大きくなる。しかしながら，月令12での雌雄の体重差は少く，これは体長と同様に極限体重の差がわずかであること，成長屈曲の起こる月令がほぼ同じであることによるためと考えられる。従って，0+では体長の成長屈曲が8月下旬に現われ，10月に雌雄間の体長が逆転して雌の体長が大きくなるが，その差は体重の差としてはすぐには現

われず，体重の成長屈曲の生じる12月までは雌雄間の体重差はほとんど認められない。一方，1月以降には生殖腺の発達がより活発となり，徐々に雌雄による体重差が生じるものと考えられる。1+ の体長については，極限体長が雌の方が5mm大きいが，成長係数 k の値はほぼ同様で成長屈曲も雌が5月下旬であり，雄ではその直後であることから，1+ においては雌の方が大きく，雌雄間の体長差が認められるが，その成長には大きな差異はないものと考えられる。1+ の体重については，極限体重は雌の方が10g大きくなるが，成長係数 k の値は1.09倍雄の方が大きく，成長屈曲は雄の方が1ケ月早く起こる。このように，1+ では体長の成長よりも体重の成長の方が雌雄間変異がより明瞭に認められ，成長屈曲は0+ と同様に体長の成長屈曲が先に生じた。その時期は産卵期の約2ケ月後の6月であることから，産卵による体の消耗の回復期から成長期に移る時期であると考えられ，体重の成長屈曲は活発な成長を示す9月から10月に認められた。2+ の体長については，極限体長と成長係数ともに雌雄間の差が最も大きくなり，成長屈曲の生じる月令にも約2ケ月半の相違が認められた。従って，雌雄間の体長差は最も大きくなり，さらに図13から体重ではより明瞭にその雌雄差が認められる。

次に函館においては，0+ の体長は11月まで雌雄間の体長差はほとんどないが，12月からわずかずつ雌の体長の方が大きくなり始める。しかしながら，月令12での体長はわずかであり，これは極限体長に3mmの相違があるが，11月までは雌雄間には体長差がほとんどなく，成長係数および成長屈曲の生じる時期もほとんど違いがないためであり，森における0+ よりも雌雄による成長の相違は少いと考えられる。0+ の体重については10月までは雌雄の体重はほぼ同じであるが，若干雄の方が大きい傾向が認められ，さらに月令7の11月から2月まではその体重差はわずかながら明瞭となるが，月令11の3月には雌雄間の体重は逆転して雌の体重の方が大きくなる。これは極限体重は2g雌の方が大きいが，成長係数は多少雄の方が大きい傾向にあり，さらに成長屈曲も雄の方が半月早く生じることなどによるためと考えられる。1+ の体長については極限体長の雌雄間の差は森と同様に雌が5mm大きいが，成長係数は雄の方が大きく，さらに成長屈曲の生じる月令は半月雄の方が早い。従って，各月令での計算体長の雌雄間での差が比較的小さい成長曲線となる。1+ の体重については，極限体重は15g雌の方が大きく，成長係数は雄がわずかに大きいだけであり，さらに成長屈曲は雄の方が約1ケ月早く生じることなどから，雄の成長屈曲の生じる8月上旬以降には雌雄間の体重差は急激に大きくなった。

以上の森と函館における成長は，極限体長および体重が0+ では雌雄間でほぼ等しいが，年令が大きくなるに従い雌の値の方がより大きくなることが明瞭に示された。年令別の k の値は両地点ともに年令が大きいほどその値は小さくなり，成長速度が低下することが体長および体重の両成長に認められた。また，成長屈曲は森と函館ともに主として体重よりも体長で先に生じることが多く，これは白石[10]が報告したワカサギと同様に体長が先ず成長し，その後に体重が増大することが示されており，体重の増大は体長に規制されていることが示唆された。

次に，同一の成長型を示す森と函館間のチカの体長と体重の成長式を検討した。体長については，極限体長は0+ と1+ で森より函館の方が雌雄ともに大きい。成長係数 k の値については森では0+ と2+ で雌の値が大きいが，函館では逆に1+ では雄の値の方が大きく，成長速度は森では雌が，函館では雄がそれぞれ速い傾向が認められた。成長屈曲の生じる月令は0+ では森が雌雄ともに8月下旬であるのに対して，函館では約1ケ月遅く雄が9月下旬，雌が10月上旬に成長屈曲が生じている。さらに1+ ではその差は顕著となり，森では雌が5月下旬，雄が6月上旬であるが，函館では雄が8月上旬，雌では8月下旬となり極限体長が大きい函館の方がより遅い時期に成長屈曲が認められた。体重の成長式について2地点間を比較したところ，極限体重は体長と同様に函館の方が大きく，明らかにチカは森より函館の方が魚体が大きくなることが示唆された。成長係数 k の値は0+ では雌雄ともに函館の方が明らかに大きいが，1+ では逆転して森の方が大きくなっている。従って，0+ では

函館の方が成長速度はより速いが，1+ では森の方がわずかに速いと考えられる。また，0+ での極限体重は函館の値が森の雄の 1.68 倍，雌では 1.71 倍であるのに対して，1+ では雄が 1.08 倍，雌が 1.16 倍となって，その比率は小さくなるが，体重は雌雄ともに明らかに函館の方が大きい。成長屈曲の生じる月は 0+ では森が雌雄ともに 12 月上旬，函館では雄が 2 月上旬，雌が中旬となり，両地点間に約 2 ケ月の相違が認められた。また，1+ においては雄では森が 9 月中旬であるのに対して函館では 8 月上旬であり，雌では森の 10 月中旬に対して函館では 9 月中旬であって，各々 1 ケ月の相違が認められた。以上のように，森と函館間では成長式に相違が認められたが，特に成長係数 k の値が森では体重の 1+ 以外は雌の成長速度が大きいが，函館では逆にすべて雄の成長速度が速いこと，さらには成長屈曲の生じる月令に相違があることが明らかとなった。従って，同一年級群におけるこれらの成長の違いは両地点に異った系統群が存在することを示唆するようである。

成長率については，Saunders and Power[8] はキュウリウオの若年魚では雄がわずかに大きく，この傾向は高年令では逆転すると報告しているが，チカでは体長と体重ともに雌の方が大きい傾向が認められた。これは，キュウリウオでは 8 年魚まで存在し，性成熟に達するまでに 2～3 年を要するが，チカでは 4 年魚までしか存在せず満 1 年で性成熟に達するための相違と考えられる。つまり，これはチカでも 2 年魚で雌より雄の方が体長と体重が大きい年度がある一方，キュウリウオでは性成熟に達する年令あるいはその翌年頃から雌が雄よりも体が大きくなることが Saunders and Power[8] により報告されていることからも推測される。

次に年令間の成長率を比較すると，チカでは年令が進むに従って年間の成長量および成長率が低下する傾向が認められ，キュウリウオについても McKenzie[6], Bailey[14], Saunders and Power[8] が特に 3+ 以上で同様な傾向を認めている。これは Saunders and Power[8] が指摘したように，性成熟に関連しているものと考えられる。各年級群別の雌雄間の成長率は年度別と同様に雌が若干大きい成長率を示す傾向が認められ，これは雌が雄に比べてより大型に成長するためと考えられる。

文　献

1) 高田幸二 (1930). 本邦近海産鰊の年齢と体長との関係を示す実験式に就て. 水産学雑誌 **(33)**, 1-8.
2) Kohler, A.C. (1964). Variations in the growth of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *J. Fish. Res. Board Can.* **21**, 57–100.
3) Hamai, I. (1967). Regularity of correlative variations in animal bodies. *Sci. Rep. Tohoku Univ. Ser. IV (Biol.)* **33**, 475–485
4) 橋本良平・小谷地栄 (1969). 東北海区および北海道襟裳漁場以南太平洋岸のスケトウダラについて. 第 I 報 外部形態による異型群の識別と他漁場群との比較. 東北水研々報 **(29)**, 37–92.
5) Iwata, M. (1975). Population identification of walleye pollock, *Theragra chalcogramma* (Pallas), in the vicinity of Japan. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* **22**, 193–258.
6) McKenzie, R.A. (1958). Age and growth of smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), of the Miramichi River, New Brunswick. *J. Fish. Res. Board Can.* **15**, 1313–1327.
7) Burbidge, R.G. (1969). Age, growth, length-weight relationship, sex ratio, and food habits of American smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), from Gull Lake, Michigan. *Trans. Amer. Fish. Soc.* **98**, 631–640.
8) Saunders, L.H. and Power G. (1970). Age, growth, maturity, and sex composition of American smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), from Matamek Lake, Québec. *Naturaliste can.* **97**, 511–516.
9) 白石芳一・北森良之介・北森真栄 (1955). 諏訪湖産ワカサギの成長並びにその鱗に関する研究. 淡水研報 **4**, 17–32.
10) 白石芳一 (1961). ワカサギの水産生物学的ならびに資源学的研究. 同誌 **10**, 1–263.
11) Ricklefs, R.E. (1967). A graphical method of fitting equations to growth curves.

Ecol. **48**, 978–983.

12) 柳川弘行 (未発表), チカの胚発生と仔稚魚の形態.

13) Hamai, I. (1941). A study of the growth of the fish, *Cyprinus carpio* L. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.* (*Biol.*) **16**, 17–89.

14) Bailey, M.M. (1964). Age, growth, maturity, and sex composition of the American smelt, *Osmerus mordax* (Mitchill), of western Lake Superior. *Trans. Amer. Fish. Soc.* **93**, 382–395.