

長良川下流域におけるフナ属魚類の成長

鈴木 清・木村 清志

Growth of the Crucian Carps Belonging to the Genus *Carassius* in the Lower Reaches of the Nagara River, Central Japan

Kiyoshi Suzuki and Seishi Kimura

(Received July 26, 1977)

The present report deals with a study of the age and growth estimations based on the ring marks of scales for each of three subspecies of *Carassius auratus*: *ginbuna*, *Carassius auratus langsdorfi* Temminck et Schlegel, *gengorobuna*, *C. a. cuvieri* T. et S., and *nagabuna*, *C. a. buergeri* T. et S. The materials used in this study consist of 463 individuals of *ginbuna*, 270 individuals of *gengorobuna*, and 175 individuals of *nagabuna*. They were collected in the lower reaches of the Nagara River, central Japan, during one year from May 1976. For examination of the scales, six scales, from 8th to 13th, of the row just above the lateral line of the left side of the fish were taken, and three scales among them which are revealed to be subject to regular in shape were employed for measurement.

The results obtained were summarized as follows:

1) The annual ring marks on scale are formed once a year in the spawning season from May to June in each subspecies.

2) The relationships between the body length (L in mm) and the scale length (R in mm) for each subspecies were shown by the following equations:

$$\begin{aligned} \text{for } \textit{ginbuna} , & \quad \log L = 0.8243 \log R + 1.6120 \\ \text{for } \textit{gengorobuna} , & \quad \log L = 0.7743 \log R + 1.6065 \\ \text{for } \textit{nagabuna} , & \quad \log L = 0.8185 \log R + 1.6245 \end{aligned}$$

3) The body lengths at the time of each ring formation (l_n) were calculated by substituting the mean values of each ring radius into the above equations. The results obtained from the Walford's growth transformation method indicated that the plots of l_{n+1} against l_n fall on straight lines as follows:

$$\begin{aligned} \text{for } \textit{ginbuna} , & \quad l_{n+1} = 0.7915 l_n + 61.76 \\ \text{for } \textit{gengorobuna} , & \quad l_{n+1} = 0.7109 l_n + 66.92 \\ \text{for } \textit{nagabuna} , & \quad l_{n+1} = 0.6835 l_n + 69.75 \end{aligned}$$

4) Applying the Bertalanffy's equation for length increase, the body length (L_t) and the age (t) relationships for each subspecies were represented by the following equations:

$$\begin{aligned} \text{for } \textit{ginbuna} , & \quad L_t = 296.2 (1 - e^{-0.2338 (t+0.1868)}) \\ \text{for } \textit{gengorobuna} , & \quad L_t = 231.4 (1 - e^{-0.3413 (t-0.08125)}) \\ \text{for } \textit{nagabuna} , & \quad L_t = 220.4 (1 - e^{-0.3908 (t-0.03963)}) \end{aligned}$$

(Faculty of Fisheries, Mie University, Tsu-shi, Mie-ken 514, Japan)

フナ属魚類はアジア・ヨーロッパ・北米などに広く分布し、本邦では各地の池・湖沼および河川中下流域に普遍的にみられる淡水魚である (Kafuku, 1958; 中村, 1963; 宮地ら, 1963; 松原・落合, 1965). この研究の供試材料を採集した長良川下流域においても、フナ属魚類はきわめて豊富で、この水域の優占種となっており

(鈴木・木村, 1977)、刺網漁業や遊魚の重要な対象魚種となっている。しかし、フナ属魚類の年齢・成長に関する既往の知見はほとんどが養魚池などにおける飼育記録に基づくもので、自然水域に生息するフナ属を対象とした研究は少ない (内田, 1939; 松井, 1942; 中村, 1969). 著者らの知る限りでは相模湖および琵琶湖における研究

業績があるだけである (淡水区水研相模湖支所, 1957; びわ湖生物資源調査団, 1966).

著者らは長良川下流域で採集したギンブナ *Carassius auratus langsdorfi* Temminck et Schlegel, ゲンゴロウブナ *C. a. cuvieri* T. et S., ナガブナ *C. a. buergeri* T. et S. の3 亜種について年齢を鱗上の輪紋により査定し, さらにこれらの魚の年成長ならびに季節的成長について検討し, その結果若干の知見を得たので報告する.

材料と方法

この研究に用いた材料は, 1976 年5 月から1977 年5 月までの期間に長良川下流域, 具体的には岐阜県海津町から三重県長島町にかけての区域 (河口から25 km 上流までの感潮域) において採集された. 採集には4~6 節の刺網, 17~20 節の投網およびタモ網が使用された. 採

集材料は現場でホルマリン固定し, 研究室内で中村 (1963) に従って分類同定し, 亜種別に魚体測定ならびに採鱗を行なった (Table 1). なお体長は被鱗体長で表わした. 採鱗は体左側側線直上列の第8 から第13 番目について行ない, 特に形態的に相似性の高い3 枚の鱗について万能投影器で20 倍に拡大し観察・測定した. 測定部位は Fig. 1 に示したとおりである. 鱗長および焦点から各輪紋までの距離, すなわち各輪径は3 枚の鱗について得られた測定値の平均をその個体の代表値とした.

結果と考察

フナ属魚類3 亜種の鱗上に現われる輪紋の形状は Fig. 1 のとおりで, いずれも形態的に渡辺 (1955) によるゲンゴロウブナの年輪に類似する. そこでこれらの輪紋の形成周期ならびに形成時期を明らかにするため, 比

Table 1. Collecting data of specimens used in this study.

Date	Ginbuna		Gengorobuna		Nagabuna	
	No. of samples	Range of body length (mm)	No. of samples	Range of body length (mm)	No. of samples	Range of body length (mm)
May 8, 1976	20	122.0~223.0	5	111.4~217.0	0	
22	2	141.1~258.3	0		0	
28	14	125.0~252.0	7	165.3~213.4	0	
29	31	55.4~241.0	25	60.3~221.8	0	
June 6	12	133.5~202.5	15	65.0~193.6	0	
13	11	95.5~237.4	1	214.5	0	
14	6	59.8~78.2	2	100.4~132.6	0	
15	6	125.2~198.0	7	142.1~191.0	0	
19	7	165.4~253.4	0		0	
20	28	24.2~263.2	3	44.7~240.5	4	68.4~218.2
27	14	31.5~154.2	2	96.0~124.6	32	59.0~204.0
July 4	17	62.5~267.0	4	63.7~206.5	0	
18	18	28.7~224.2	2	146.1~199.0	4	83.7~211.0
24	7	94.0~202.0	14	87.9~149.1	0	
29	7	34.9~85.0	2	69.8~182.5	0	
Aug. 2	19	61.2~255.1	6	97.9~184.0	11	135.6~221.9
19	18	98.6~192.2	39	81.2~198.6	2	124.8~203.5
22	9	123.2~275.0	11	181.0~205.0	2	158.0~184.0
Sep. 7	15	68.5~222.7	0		1	84.7
19	14	66.0~202.0	29	41.5~231.0	13	41.5~203.5
Oct. 17	10	64.5~197.8	9	118.0~208.2	14	77.6~170.0
Nov. 17	11	113.5~212.0	18	119.5~180.1	18	79.5~235.2
Dec. 15	18	122.2~245.0	2	173.0~200.7	6	145.9~203.3
Jan. 14, 1977	21	134.5~223.5	1	169.8	6	135.2~217.0
Feb. 10	25	123.5~215.7	12	123.3~187.5	16	128.8~175.5
Mar. 12	43	41.9~209.2	17	122.4~211.5	11	134.2~200.9
Apr. 13	34	45.6~257.8	8	101.2~250.0	25	46.4~214.0
24	7	209.0~278.5	12	184.0~256.3	2	45.0~50.9
May 8	19	133.5~211.8	17	155.5~256.7	8	152.0~237.5
Total	463	24.2~278.5	270	41.5~256.7	175	41.5~237.5

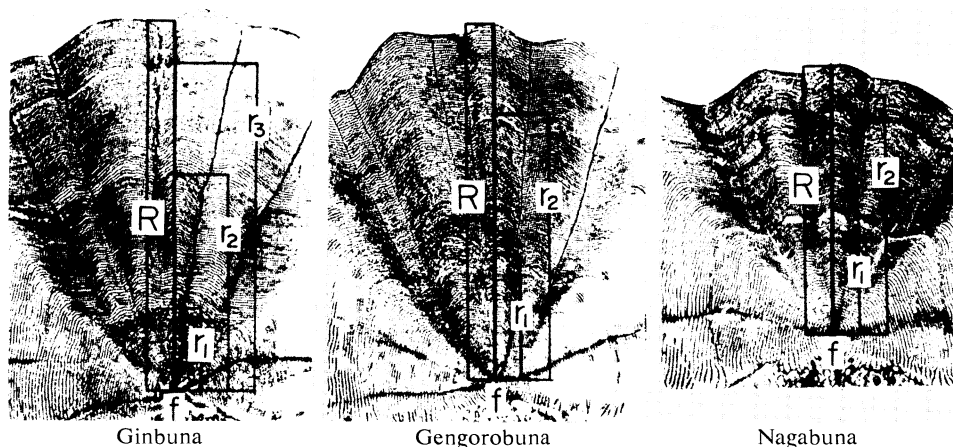


Fig. 1. Scales of three subspecies of *Carassius auratus*. Ginbuna, 206.5 mm in body length; gengorobuna, 177.4 mm in body length; nagabuna, 155.8 mm in body length. f, focus; $r_1 \sim r_3$, each ring radius; R, scale length.

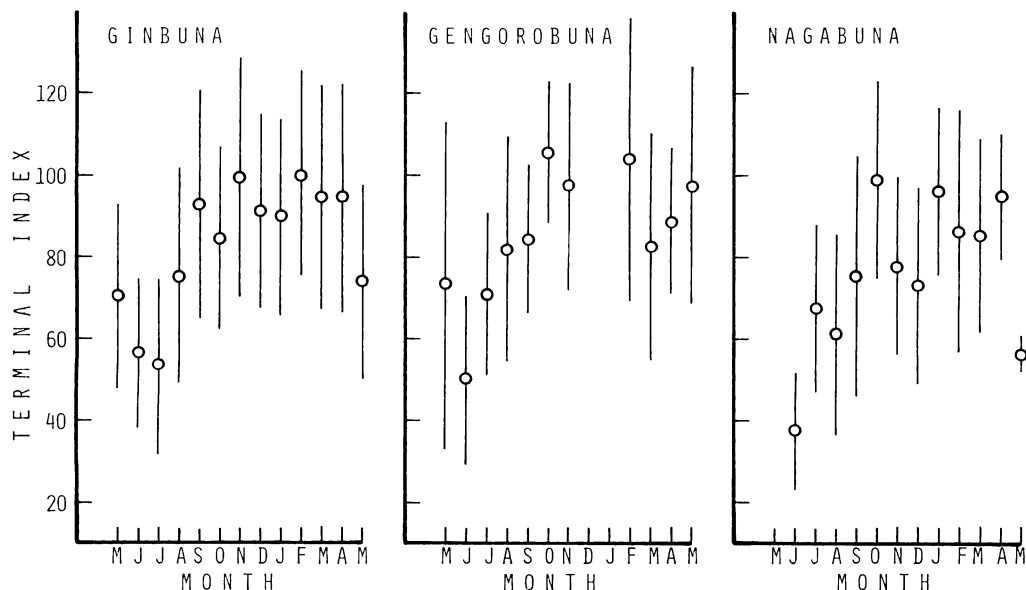


Fig. 2. Seasonal changes of terminal indices $\frac{(R-r_n)/R}{\frac{\sum \{(r_{n+1}-r'_n)/r'_{n+1}\}}{m}}$ of scales for one to four ring groups. Circles show the mean values and lines the standard deviations.

較的個体数が多く、かつ輪紋が明瞭である第1～第4輪群について縁域指数を求め、平均値および標準偏差の月変化を Fig. 2 に示した。縁域指数は久保・武藤 (1952) の式

$$T_n = \frac{(R-r_n)/R}{\frac{\sum \{(r'_{n+1}-r'_n)/r'_{n+1}\}}{m}} \times 10^2$$

T_n , n 輪魚の縁域指数; R , n 輪魚の鱗長; r_n , n 輪

魚の第 n 輪径; r'_{n+1} , $n+1$ 輪魚以上の第 $n+1$ 輪径; r'_n , $n+1$ 輪魚以上の第 n 輪径; m , $n+1$ 輪魚以上の総個体数

を用いて算出した。

Figure 2 から明らかなように縁域指数は各亜種とも5月から減少し、6月～7月に最小になり、その後再び増加し、10月～翌年4月まではほぼ一定の高い値を示し

ている。この指数は輪紋完成直前に最大になり、直後に最小を示すことから、これらの輪紋は年1回、5月から6月にかけて定期的に形成されることが明らかになった。したがってフナ属魚類3亜種の鱗上に現われる輪紋は年輪であると考えることができる。

輪紋すなわち年輪が鱗上に形成された時の魚体の大きさを推定するために、体長 L (mm) と鱗長 R (mm) を両対数グラフにプロットし、両者の関係を求めた (Fig. 3)。最小二乗法により得られた回帰式は次の各式で表わされる。

ギンブナ $\log L = 0.8243 \log R + 1.6120$
 $(r = 0.9893)$ (1)

ゲンゴロウブナ $\log L = 0.7743 \log R + 1.6065$

$(r = 0.9786)$ (2)

ナガブナ $\log L = 0.8185 \log R + 1.6245$
 $(r = 0.9884)$ (3)

次に年輪数を異にする魚体群毎に計算した各年輪半径の平均値を図示すると Fig. 4 のようになる。すなわち、各年輪半径の平均値は年輪数を異にする魚体群によって異なり、ギンブナの r_4 以上を除くと、他は若年魚の年輪半径が高年魚のそれよりも大きくなる傾向、すなわち Lee 現象が認められた。このような現象は琵琶湖産のニゴロブナについても存在することが報告されている (びわ湖生物資源調査団, 1966)。各年輪半径の代表値あるいは年輪形成時の計算体長を決定するに際し、厳密には Lee 現象に対する補正を考慮すべきであるが、現在この

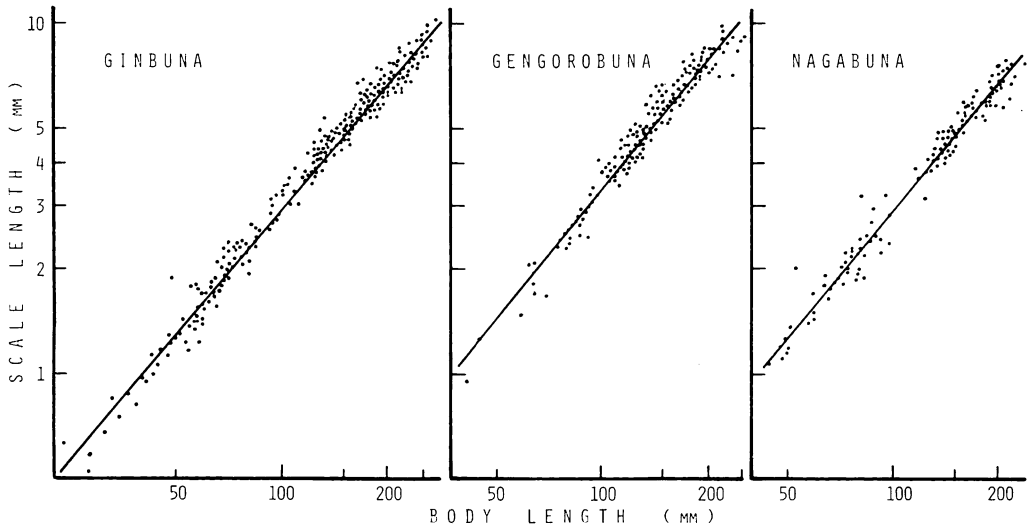


Fig. 3. Relationships between the body length and the scale length.

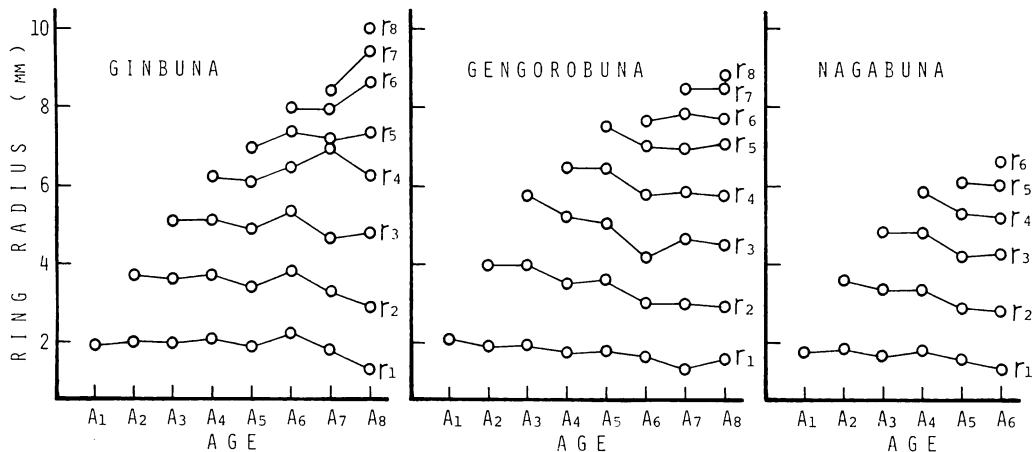


Fig. 4. Mean values of ring radius in each age.

現象に対して十分な解明がなされていない。したがってこの研究では Lee 現象を一応無視して全個体について求めた各年輪半径の平均値をその代表値とし、これらの値を(1)~(3)の各式に代入し、各年輪形成時の計算体長を算出した (Table 2)。これらの計算体長値によって Walford の定差図を描くと、各点はほぼ同一直線上に並び (Fig. 5)、体長の成長率は次の直線式で表わされる。

ギンブナ $l_{n+1}=0.7915 l_n+61.76$
 $(r=0.9990)$ (4)

ゲンゴロウブナ $l_{n+1}=0.7109 l_n+66.92$
 $(r=0.9962)$ (5)

ナガブナ $l_{n+1}=0.6835 l_n+69.75$
 $(r=0.9973)$ (6)

l_n : 第 n 輪形成時の計算体長 (mm)

Table 2. Mean values and standard deviations (σ) of ring radii and calculated body lengths at the time of each ring formation.

	Age	N	Ring radius (mm)		Calculated body length (mm)	
			Mean	Mean $\pm\sigma$	Mean	Mean $\pm\sigma$
Ginbuna	1	410	1.98	1.52~2.44	71.9	57.8~ 85.4
	2	317	3.66	3.07~4.25	119.3	103.2~134.9
	3	217	5.08	4.47~5.69	156.3	140.6~171.6
	4	107	6.22	5.61~6.83	184.7	169.6~188.6
	5	46	7.76	6.36~7.76	205.0	188.1~221.6
	6	17	8.00	7.33~8.67	227.2	211.4~242.8
	7	5	8.61	8.05~9.17	241.4	228.4~254.3
	8	1	10.03		273.0	
Gengorobuna	1	254	1.90	1.42~2.38	66.4	53.0~ 79.1
	2	199	3.85	3.18~4.52	114.7	98.9~129.9
	3	106	5.42	4.61~6.23	149.5	131.9~166.5
	4	52	6.37	5.77~6.97	169.4	156.9~181.7
	5	22	7.35	6.67~8.07	189.3	175.6~203.5
	6	7	7.74	7.47~8.01	197.0	191.7~202.3
	7	5	8.48	8.21~8.75	211.5	206.2~216.7
	8	2	8.79	8.63~8.95	217.4	214.3~220.5
Nagabuna	1	160	1.74	1.37~2.11	66.3	54.5~ 77.6
	2	104	3.39	2.86~3.92	114.4	99.5~128.8
	3	56	4.67	4.07~5.27	148.7	132.9~164.2
	4	40	5.63	4.96~6.30	173.3	156.2~190.0
	5	14	6.07	5.39~6.75	184.3	167.2~201.0
	6	3	6.61	5.70~7.52	197.6	175.0~219.6

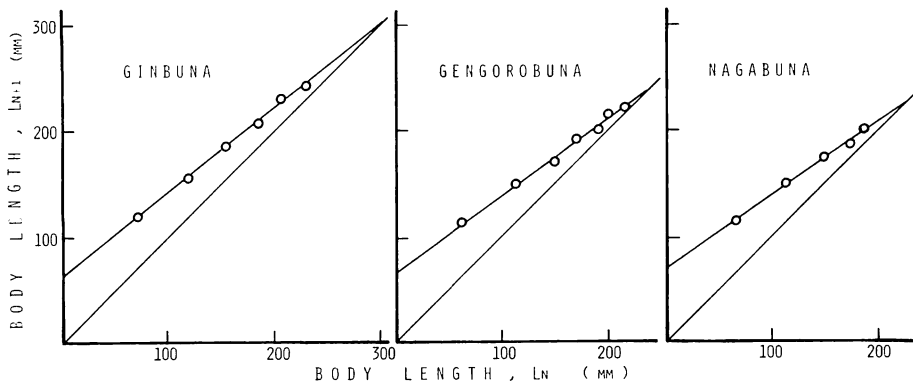


Fig. 5. The Walford's growth transformations of the calculated body length.

(4)~(6)の各式に $l_{n+1}=l_n$ を代入すると、理論的極限体長として、ギンブナでは 296.2 mm, ゲンゴロウブナでは 231.4 mm, ナガブナでは 220.4 mm が得られた。

満年齢時における体長を推定する場合には産卵期と年齢形成時期の時間的ずれを考慮する必要がある。一般にフナ類の産卵期は4月~7月、盛期は5月~6月とされており(宮地ら, 1963; 松原・落合, 1965; 中村, 1969), この時期は前述の年齢形成時期にほぼ一致するので、輪数 n と満年齢 t とは等しいと考えてさしつかえない。

したがって満年齢時の推定体長 L_t (mm) は Bertalanffy の式を用いると次のように表わされる。

$$\text{ギンブナ} \quad L_t = 296.2 (1 - e^{-0.2388(t+0.1861)}) \quad \dots (7)$$

$$\text{ゲンゴロウブナ} \quad L_t = 231.4 (1 - e^{-0.3413(t+0.08125)}) \quad \dots (8)$$

$$\text{ナガブナ} \quad L_t = 220.4 (1 - e^{-0.3806(t-0.03063)}) \quad \dots (9)$$

なお長良川下流域における3亜種の体長-体重関係については、次の各式が求められている(鈴木・木村, 1977)。

$$\text{ギンブナ} \quad \log W = 3.01210 \log L - 4.52160 \quad \dots (10)$$

$$\text{ゲンゴロウブナ} \quad \log W = 2.93946 \log L - 4.37763 \quad \dots (11)$$

$$\text{ナガブナ} \quad \log W = 3.16039 \log L - 4.85918 \quad \dots (12)$$

W : 被鱗体長 (mm)

L : 体重 (g)

以上の各式により求めたギンブナ・ゲンゴロウブナ・ナガブナの満年齢時の推定体長と推定体重は Table 3 に示すとおりである。

この表に示した推定体長は、さきに著者らが報告した値と比較して、ギンブナ, ナガブナおよび4年魚以下のゲンゴロウブナでは若干小さく、5年魚以上のゲンゴロウブナでは逆に大きな値になっている(鈴木・木村,

Table 3. Estimated body lengths and weights by the Bertalanffy's equation at each age.

Age	Estimated body length (mm)			Estimated body weight (g)		
	Ginbuna	Gengorobuna	Nagabuna	Ginbuna	Gengorobuna	Nagabuna
1	71.7	62.3	67.5	11.7	7.9	8.4
2	118.5	111.2	115.9	53.0	43.3	46.1
3	155.6	145.9	149.0	120.5	96.3	102.1
4	184.9	170.7	171.6	202.6	152.7	159.5
5	208.1	188.2	187.0	289.2	203.5	209.3
6	226.5	200.7	197.6	373.3	245.8	249.1
7	241.0	209.6	204.8	450.1	279.3	278.9
8	252.5	215.9		517.9	304.7	
9		220.4			323.7	

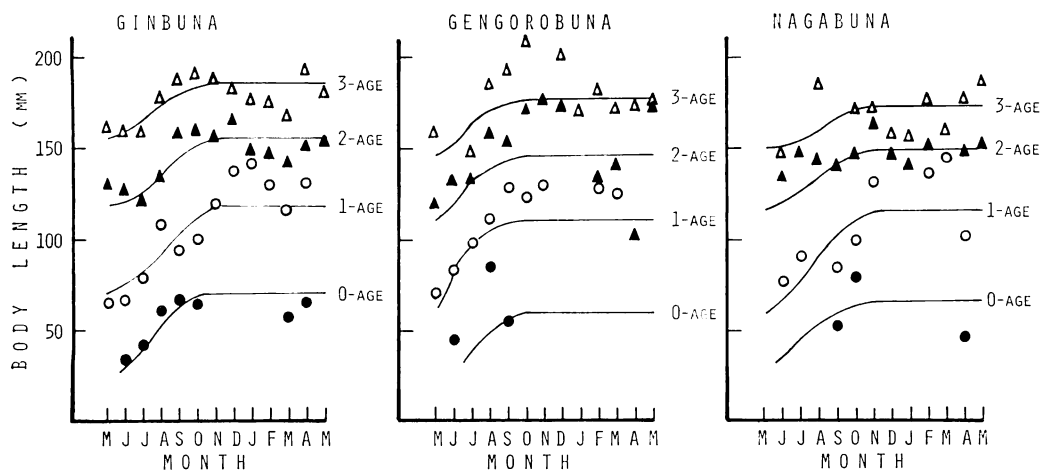


Fig. 6. Seasonal changes in the mean values of actual body length. Black circles show the zero-age groups, white circles the one-age groups, black triangles the two-age groups and white triangles the three-age groups.

Table 4. Mean values and standard deviations (σ) of actual body lengths at the time of each ring formations.

Age	Ginbuna			Gengorobuna			Nagabuna		
	N	Mean	Mean $\pm\sigma$	N	Mean	Mean $\pm\sigma$	N	Mean	Mean $\pm\sigma$
1	40	63.1	52.1~74.1	3	70.6	61.4~79.8	36	73.2	59.0~87.4
2	36	126.9	112.8~141.1	26	123.8	115.3~132.3	18	132.4	110.6~154.2
3	46	151.7	136.5~166.7	31	148.2	130.1~166.3	30	150.3	139.0~161.6
4	58	178.7	165.5~191.9	25	178.8	161.1~196.5	10	171.2	155.2~187.2
5	32	203.1	184.0~222.2	18	190.5	176.9~204.1	20	196.6	186.4~206.6
6	16	219.4	195.8~243.0	13	208.1	194.9~221.3	9	204.0	189.2~218.8
7	6	251.1	234.6~267.6	3	228.4	216.9~239.9	3	218.3	204.6~233.0
8				3	253.2	250.0~256.4			
9				2	248.4	240.0~256.8			

1977). このことに関しては、前報以降に採集した材料中に大型個体が多数含まれていたため Lee 現象によって計算体長が小さく算出されたものと思われる。また5年魚以上のゲンゴロウブナについては、算出された極限体長値が大きくなったので、推定体長値も大きくなったと考えられる。

次に体長の季節的变化を調べるために、採集個体数が比較的多く、かつ年間の成長の大きい0年~3年魚について各月の平均体長を求め、Fig. 6に示した。なお図中の曲線は前記の推定体長を基本にして描いた。Fig. 6から明らかのようにギンブナでは7月から10月までの間で急激な成長がみられ、11月以降翌年の5月まで体長はほぼ一定で、成長は休止している。またゲンゴロウブナおよびナガブナでは成長は5月から始まり、ギンブナと同じように成長は10月で停止し、11月から休止期に入る。したがって3亜種とも、5月~6月頃から体長の成長が始まり、10月には停止し、以後翌春まで休止するようである。このような季節的成長は琵琶湖産のホンコロコヤハス(びわ湖生物資源調査団, 1966)、仙台湾産のスズキ(小坂, 1969)でもみられる。温帯性魚類の成長における一般的傾向と考えられる。

以上の季節的成長を参考にすると、年輪形成時の実測体長は成長休止期と年輪形成直後(5月)の標本を一まとめにした資料についての年齢別体長平均値で表わすことができる(Table 4)。これらの実測体長と推定体長とを比較すると、ギンブナとナガブナでは各年齢とも推定体長は実測体長の平均値±標準偏差の範囲内にあり、ほぼ一致している。しかしゲンゴロウブナでは1年~2年魚および7年魚以上で実測値と推定値とが一致せず、後者の方が小さく算出されている。この原因としては次のように考えることができる。ゲンゴロウブナではLee現象が最も強く現われるが、このほかに Fig. 3に示した

体長—鱗長関係をみると、体長約100mm以下と体長約200mm以上の部分ではプロットされた各点は直線の下側に多く、このためこれらの体長範囲では各年輪半径に対する体長の値が実際よりも小さく算出される可能性がある。したがってゲンゴロウブナの場合、体長に対する鱗長の相対成長を単一の直線で代表させることに無理があるようである。また体長100mm附近および200mm附近に成長屈折点が存在することも考えられる。しかしながらこの研究では体長100mm以下および200mm以上の個体数が充分でなかったため、単一の直線で表わした。

最後にこの研究で得られた結果を現在までに報告されているフナ類の成長と比較した。中村(1969)による飼育池におけるギンブナの成長は1年で全長77.9~95.5mm, 2年で138.5~150.8mmである。これらを淡水区水研相模湖支所(1957)による全長—体長関係を使用して体長に換算すると、1年で62.2~76.6mm, 2年で109.7~122.0mmとなり、この研究で得られた結果とほぼ一致する。

松井(1942)によると、ゲンゴロウブナの養魚池における成長は1年で体長11.51cm, 2年で12.87cmである。宮地ら(1963)は1年で体長9~11cm, 2年で15cm, 3年で23~25cm, 4年~6年で30cmに成長すると述べている。びわ湖生物資源調査団(1966)は琵琶湖産ゲンゴロウブナについて鱗の年輪に基づいたFraserの式から、1年で体長4.5cm, 2年で9cm, 3年で14cm, 4年で19.5cm, 5年で23.5cm, 6年で27cm, 7年で29cm, 8年で30.5cm, 9年で31.5cm, 10年で32cmと推定した。中村(1969)によれば、飼育池では1年に全長112.5~138.5mmに成長するとされている。これを淡水区水研相模湖支所(1957)による全長—体長関係で体長に換算すると89.6~109.3mmとなる。以上

述べたゲンゴロウブナについての既往研究の結果は琵琶湖産の3年魚以下を除いて、いずれも著者らの求めた体長値より大きな値を示している。このことに対する理由としては、著者らの扱った標本が河川下流域(感潮域)産であるのに対し、既往研究はすべて池あるいは湖などの止水域におけるゲンゴロウブナを対象としてなされているので、当然水域間にみられる餌プランクトン量、溶存酸素量、塩素量などの環境条件のちがいが成長に影響し、具体的には体長の差として現われたと考えることができる。また琵琶湖産の3年魚以下、とくに1年魚が著者らの体長値より小さな値を示しているのは、上述の環境条件のちがいに加えて成長解析法のちがいが影響していると思われる。Kafuku (1958) はフナ類の中でゲンゴロウブナが最も成長がよいと述べているが、著者らの結果ではギンブナの方が良好な成長を示している。このことは河川下流域という環境に対してギンブナはゲンゴロウブナよりも、より生態的に適応しているためであると考えられる。

ナガブナについては成長に関する既往の報告がないので、比較検討することができなかった。

謝 辞

この研究を行なうに際し、貴重なる文献の貸与、ならびに有益な助言を頂いた本学水産学部名越誠助教授に謝意を表します。

引用文献

- びわ湖生物資源調査団. 1966. びわ湖生物資源調査団中間報告(一般調査の部). 近畿地方建設局, ii + 1121 pp., 165 figs.
- Kafuku, T. 1958. Speciation in cyprinid fishes on the basis of intestinal differentiation, with some references to that among catostomids. *Bull. Freshwater Fish. Res. Lab.*, 8 (1): 45~78, figs. 1~20, pls. 1~8.
- 小坂昌也. 1969. 仙台湾産スズキの生態. 東海大学紀要海洋学部, (3): 67~85, figs. 1~9.
- 久保伊津男・吉原友吉. 1969. 水産資源学, 改訂版. 共立出版, 東京, xi+482 pp., 211 figs.
- 久保雄一・武藤康博. 1952. 太平洋側サンマの漁業生物学的研究—1. 年齢査定について—1. 茨城県水産試験場試験報告, (昭和27年度): 56~71, figs. 1~12, pls. 1~3.
- 松原喜代松・落合明. 1965. 魚類学(下). 水産学全集恒星社厚生閣, 東京, iii+xxi+616 pp., 546 figs.
- 松井魁. 1942. 養殖魚類の生長度の研究. 第4報 鯉及び鮒の年齢と体長, 体重との関係. 水産研究誌, 37 (9): 157~162, figs. 1~2.
- 宮地伝三郎・川那部浩哉・水野信彦. 1963. 原色日本淡水魚類図鑑. 保育社, 大阪, xii+275 pp., 44 pls.
- 中村守純. 1963. 原色淡水魚類検索図鑑. 北隆館, 東京, 258 pp., 175+16 figs.
- 中村守純. 1969. 日本のコイ科魚類. 資源科学シリーズ4, 資源科学研究所, 東京, viii+iv+455 pp., 19 figs., ii+149 pls.
- 鈴木清・木村清志. 1977. 長良川下流域におけるコイ・フナ類の産卵生態および分布に関する調査報告. 河川魚類研究会, 33 pp., 29 figs.
- 淡水区水産研究所相模湖支所. 1957. 人工湖相模湖の性格と魚類生産. 水産増殖, 5(2): 13~28, figs. 1~5.
- 内田恵太郎. 1939. 朝鮮魚類誌 第一冊, 絲顎類, 内顎類. 朝鮮総督府水産試験場報告, (6): viii+458 pp., 45 figs., 47 pls.
- 渡辺宗重. 1955. 源五郎鮒の鱗に現われる年輪に於いて. 北海道大学水産学部研究彙報, 6(2): 176~184, figs. 1~5.
- (514 三重県津市江戸橋 2-80 三重大学水産学部)