第 17 卷 第 1 期　　水 生 生 物 学 报　　Vol. 17, No. 1
1993 年 3 月　　ACTA HYDROBIOLOGICA SINICA　　Mar., 1993

卡特拉鱼形态、食性和生长的研究*

谢 刚　范 阳　杨红波　祁宝伦
(珠江水产研究所，广州　510380)

提　　要

观测卡特拉鱼的形态特征和 1—3 龄鱼主要可量性状及其比例的变动。1—3 龄鱼除主食商品饲料外，同时也食较大比例的浮游生物。着重对浮游生物的种类和比例进行了分析。肠长与体长呈直线相关。$Y = 6.38X - 89.95$。

1—4 龄鱼体长和体重相对生长率和生长指标都随年龄增加而逐渐下降。体长与体重呈曲线相关。$W = 0.00002261L^{3.0569}$。采用 Von. Bertalanffy 生长方程分析其生长特性。方程参数 $L_\infty = 821.2$mm，$W_\infty = 19616.6$g，$t_0 = 0.6$ 年，$K = 0.3$。体长生长不具拐点，生长速度随年龄增加而递减；体重生长具拐点，其值 4.3 年。此时体重生长速度达最大值。4、3 龄前是生长旺盛期，此后进入生长缓慢期。

关键词　卡特拉鱼，形态，食性，生长

卡特拉 (*Catla catla*) 中文学名厚唇鲃，它在分类学上属鲤科，鲤亚科，Catla 属。卡特拉是引进后按其音译成的名。该鱼原产恒河流域，是南亚次大陆国家主要淡水养殖鱼类之一。1983 年首次从孟加拉国引进我国。据报道卡特拉鱼在印度鲤科鱼类中生长较快，个体较大。关于该鱼的一些生物学特性，国外曾有报道[1]。为对此新引进鱼有较全面的认识，并为它在我国推广养殖提供理论依据，几年来作者对该鱼部分生物学特性进行了较系统的研究。

材 料 与 方 法

材料　取自 1983 年引进的当年鱼苗及其后在本所连续饲养的 2—6 龄鱼。其中用于形态和食性观察的是 1—3 龄鱼。固定标本 42 尾，取样即用 2—5% 甲醛液固定。形态特征各项可量性状量度精度 0.1 mm。食性分析取前、后肠食物团稀释后分别进行定性和定量。浮游生物计算各种类的数量百分比。将食物团分为浮游植物、浮游动物和商品饲料(含少量无法分辨的杂物)三大类。采用打分法 (Point method)[2] 在显微镜下任意观察 20 个视野，按它们在视野中所占体积的相对比例推算出其百分比值。用于生长研究的是 1—6 龄活体鱼，其中 1—3 龄鱼于每年 3—11 月每隔 30—50d 随机取样测量体长和体重；4—6 龄鱼于饲养中期测量(缺 5 龄)。每次测量 10—20 尾。体长从吻端量至尾鳍起点。

* 承本所钟麟和陈福保两位研究员审阅文稿，谨致谢意。
1990 年 1 月 9 日收到；1992 年 5 月 9 日修回。

饲养生态条件　除 1 龄鱼养于 200m² 小土池外，2—6 龄鱼先后养于同一鱼塘（1/3 ha）。生态-环境和饲养管理基本一致。充分疏养不抑制生长。密度 1 龄鱼 170 尾/100m²，2—6 龄鱼 900—240 尾/ha。以人工投喂商品饲料（花生饼）为主，饲料充足。

结　　果

（一）形态特征及主要可量性状

卡特拉鱼体略呈三角形，体高背厚。头大，口大且上翘，口裂深，下唇褶厚。眼颇大且间距宽。尾鳍深分叉。两侧由上而下灰渐变白。无腹棱，鳞片中等大。各鳍无硬棘。背鳍 3，14—16，胸鳍 1，15—16，腹鳍 2，8，臀鳍 3，5。侧线完全。鳞式 $40—41\frac{7}{5\frac{1}{2}—6}$，鳔大分两部分。咽喉齿式 2、4、5/5、4、2，齿面扁平且具细纹。1—3 龄鱼主要可量性状及其比例变化见表 1。鱼体随年龄增加，头部、尾柄长、体高和体宽的增长速度都相对慢于体长，而躯干却快于体长。鳃耙数随年龄增长而渐增，鳃耙间彼此分离，有一定间隙。

表 1　1—3 龄卡特拉鱼主要可量性状及其比例的变动

Tab. 1　Changes in the major measurable characters and their ratios in 1—3 year-old *Catla catla*.

年龄 Age	1	2	3
体长范围 (mm) Range of body length(Average)	72.0—104.0 (90.0)	210.0—254.0 (244.0)	315.0—372.0 (359.0)
性状或比例 Characters or ratios (%)			
头长/体长 Head Length/body Length	58.3	32.7	29.2
躯干长/体长 Trunk Length/body Length	56.2	66.4	69.1
体高/体长 Body height/body Length	37.4	36.9	33.7
体宽/体长 Body width/body Length	29.4	18.4	14.8
尾柄长/体长 Caudal peduncle Length/body Length	13.0	12.7	12.5
尾柄高/体长 Caudal peduncle height/body Length	14.1	15.6	12.3
体宽/体高 Body width/body height	52.9	48.9	43.8
吻长/头长 Snout Length/head Length	17.0	33.8	29.5
眼径/头长 Eye diameter/head Length	11.9	11.5	10.5
眼间距/头长 Eye Interorbital distance/head Length	31.4	55.0	52.4
口角间距/头长 Mouth width/head Length	24.5	42.5	43.8
咽喉齿 Pharyngeal teeth	2、4、5/5、4、2	2、4、5/5、4、2	2、4、5/5、4、2
鳃耙(外/内) Gill rake (inside/outside)	125/133	198/213	242/272
肠长/体长 Intestine Length/body Length	5.5	6.1	6.2

（二）食性

1. 食物的组成　在塘养人工投喂商品饲料的条件下，1—3 龄卡特拉鱼都主要摄食商品饲料（主要是花生饼），分别占食物团体积比的 61.0%、64.5% 和 70.4%。同时也摄食较大比例的浮游生物，主要是浮游动物。其中 1 龄后期多食小型浮游动物轮虫类，较少枝角

类。浮游植物也占一定比例，主要是硅藻和绿藻；2 龄鱼仍以较小型浮游动物轮虫类占优势，但已出现少量桡足类。浮游植物的比例明显下降；3 龄鱼同样摄食较多浮游动物。不

表 2 食物团中浮游生物的数量百分比

Tab. 2 Percentages of number of plankton in the food content.

种类 Taxa / 百分比 Percentage (%) / 年龄 Age	浮游植物 Phytoplankton					浮游动物 Zooplankton		
	硅藻 Bacillariophyta	绿藻 Chlorophyta	裸藻 Euglenophyta	甲藻 Pyrrophyta	蓝藻 Cyanophyta	轮虫类 Rotifera	枝角类 Cladocera	桡足类 Copepoda
1	42	35	15	3	5	89	11	0
2	46	38	4	3	9	75	21	4
3	65	14	5	4	12	32	35	33

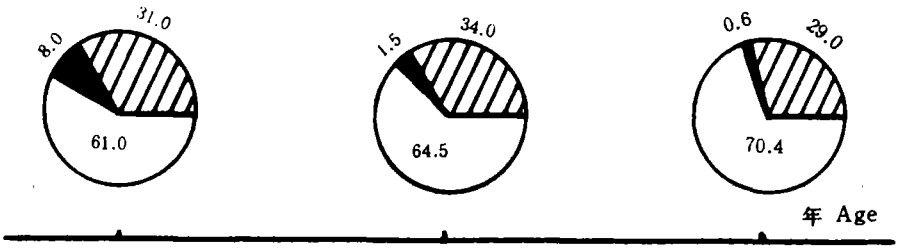

图 1 食物团中各大类食物的体积百分比

Fig. 1 Percentages of volumes of various foods in the food content.

△商品饵料 ▲浮游动物 ▲浮游植物

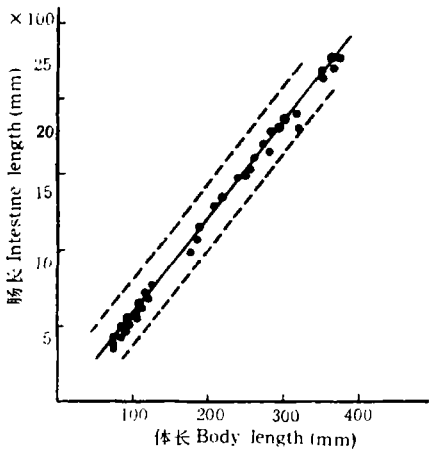

图 2 卡特拉鱼肠长与体长的回归关系

(实线是回归直线，虚线为 95% 的可信限)

Fig. 2 Regression between intestine length and body length of *Catla catla*. (Solid line stands for fitted regression curve and dotted lines are 95% confidence limits)

过轮虫类的比例相对减少，而枝角类和桡足类的比例却有较大幅度增加。浮游植物很少。此外在后肠食物团往往仍见一些未被消化的蓝藻类如微囊藻、颤藻等的完整藻体。三个龄组个体食性分析的结果列入表 2 和图 1。

2. 肠长与体长的关系　卡特拉鱼肠长与体长呈线性相关。据三个龄组(72—372mm)实测值求得肠长对体长的回归方程 $Y = 6.38X - 89.95$ (X 体长、Y 肠长、单位 mm)。相关系数 $r = 0.999(r_{0.01} = 0.385)$，表明直线相关关系非常显著。另由 $Y' = 6.38X - 89.95 \pm 1.96S$ (S 标准差)求得回归线的 95% 可信限。并绘成图 2。卡特拉在 1 龄后期开始，肠长虽然随体长而增长，但两者基本保持相对稳定，呈直线回归关系。

(三) 生长

1. 相对生长率和生长指标　从相对生长率和生长指标可反映卡特拉鱼个体的阶段生长差异性。采用体长和体重相对生长率和生长指标公式 $\frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100\%$、$\frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\%$ 和 $\frac{\lg L_2 - \lg L_1}{0.4343(t_2 - t_1)} \cdot L_1$，据各龄实测均值计算结果列入表 3。体长和体重相对生长率都随年龄增加而明显下降。从生长指标看也得到相同的趋势。

表 3　卡特拉鱼体长、体重相对生长率和生长指标

Tab. 3　The relative growth rate and growth index in body length and body weight of *Catla catla*.

年龄 Age	体长均值 Meanbody Length (mm)	体长相对生长率 Relative growth rate in body Length (%)	体重均值 Mean weight (g)	体重相对生长率 Relative growth rate in body weight (%)	生长指标 Growth index
1	91.0		31.7		
		221.98		2821.77	106.42
2	293.0		926.2		
		43.34		198.53	105.46
3	420.0		2765.0		
		21.90		70.27	83.27
4	512.0		4708.0		

2. 体长与体重的关系　卡特拉鱼的体长与体重呈指数曲线相关，可用 $W = aL^b$ 表示。W为体重 (g)，L 为体长 (mm)。由 360 尾鱼 (28—694mm，0.5—8500g) 的体长和体重实测值计算得 $W = 0.00002261L^{3.0669}$ ($\lg W = 3.0669 \lg L - 5.3543$)。上式经曲线回归方差[3]分析求得 $F(3344.5) > F_{0.01}(7.81)$，表明曲线相关关系非常显著，并绘成相关曲线如图 3。

3. 生长特性的分析　上文的$W = aL^b$ 中指数 b 值约等于 3，故可用 Von. Bertalanffy 生长方程 $L_t = L_\infty[1 - e^{-k(t-t_0)}]$ 和 $W_t = W_\infty[1 - e^{-k(t-t_0)}]^3$ 进一步讨论卡特拉鱼体长、体重与年龄的关系。据各龄实测均值，采用最小两乘法计算上述方程各参数值[4] $W_\infty = 19616.6$g，$L_\infty = 821.2$mm，$t_0 = 0.6$ 年，$k = 0.3$，并求得理论生长方程 $L_t = 821.2[1 - e^{-0.3(t-0.6)}]$；$W_t = 19616.6[1 - e^{-0.3(t-0.6)}]^{3.0669}$。据上式计算各龄理论值列入表 4。体长和体重的理论值与实测值都较为接近，并分别经差异显著性 t 检验均为 $p > 0.05$，即理论值与实测值均无显著差异。表明生长方程能表达卡特拉鱼的生长规律。据

此绘成体长和体重生长曲线(图 4)。卡特拉鱼的体长生长与年龄呈非线性关系，其曲线为渐近曲线，不具拐点。生长开始快，以后逐渐转慢，趋向一个极限；体重生长与年龄也呈非线性关系，其曲线为渐近曲线，具拐点$\left(t_r = t_0 + \frac{\ln 3}{k} = 4.3\right.$年$\left.\right)$。生长由慢到快，再逐渐转慢，趋向一个极限。

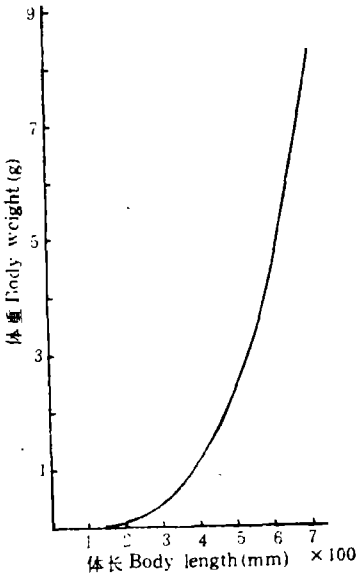

图 3 长特拉鱼体长与体重回归关系

Fig. 3 Regression between body length and body weight of *Catla catla*.

上述体长和体重生长方程反映卡特拉鱼生长过程的累积情况。为探讨各龄生长速度的变化特征，可进一步采用生长速度和加速度(速度变化率)方程分析。将上述生长方程分别对年龄 t 求导数得如下各方程:

体长生长速度方程

$$\frac{dL}{dt} = 0.3 \times 821.2e^{-0.3(t-0.6)}$$

体长生长加速度方程

$$\frac{d^2L}{dt^2} = -0.09 \times 821.2e^{-0.3(t-0.6)}$$

体重生长速度方程

$$\frac{dW}{dt} = 3.0669 \times 0.3 \times 19616.6e^{-0.3(t-0.6)} \cdot [1 - e^{-0.3(t-0.6)}]^{2.0669}$$

体重生长加速度方程

$$\frac{d^2W}{dt^2} = -3.0669 \times 0.09 \times 19616.6e^{-0.3(t-0.6)} \cdot [1 - e^{-0.3(t-0.6)}]^{1.0669} \cdot [1 - 3.0669e^{-0.3(t-0.6)}]。$$

据上述方程求得各龄理论值列入表 5，并绘成图 5—7。卡特拉鱼的体长生长速度越低龄越高，也就是随年龄增大而递减。导致其体长生长速度逐龄呈减速变化，乃因体长生长加速度为负值，因而体长生长速度亦随着年龄增加而递减。

表 4 卡特拉鱼各龄体长和体重实测值和理论值 (unit: mm; g)

Tab. 4 The practical and theoretical values of body length and body weight of *Catla catla* at various ages.

年龄 Age / 体长与体重 Body length and body weight	1	2	3	4	5	6
实测平均体长 Observed body length	91.4	293.2	419.8	512.0		664.0
理论体长 Theoretical body length	92.9	281.7	421.4	525.1	601.9	658.7
实测平均体重 Observed body weight	31.7	926.2	2765.0	4708.0		8133.0
理论体重 Theoretical body weight	24.5	736.6	2536.4	4806.7	7562.5	9974.8

体重生长速度于 4.3 龄前渐快，以后渐慢。之所以如此，乃因 4、3 龄前体重生长加速

表 5　卡特拉鱼各龄体长和体重生长速度和加速度理论值 (unit:mm; g)

Tab. 5　Theoretical values of growth rate and growth acceleration in body length and body weight of *Catla catla* at various ages.

生长速度和加速度 Growth rate and growth acceleration rate	年龄 Age	1	2	3	4	5	6	7
体长 Body length	dL/dt	218.5	161.9	119.9	88.8	65.8	48.8	36.1
	d^2L/dt^2	−65.6	−48.6	−36.0	−26.7	−19.7	−14.6	−10.8
体重 Body weight	dw/dt	176.9	1298.7	2213.4	2582.4	2535.9	2264.3	1906.6
	d^2w/dt^2	807.0	1152.9	637.7	128.4	−187.7	−332.9	−368.9

生长速度和加速度 Growth rate and growth acceleration rate	年龄 Age	8	9	10	12	14	16	18
体长 Body length	dL/dt	26.8	19.8	14.7	8.1	4.4	2.4	1.3
	d^2L/dt^2	−8.0	−5.9	−4.4	−2.4	−1.3	−0.7	−0.4
体重 Body weight	dW/dt	1545.5	1221.6	947.4	551.0	312.9	174.2	96.5
	d^2W/dt^2	−346.9	−300.2	−246.9	−153.7	−90.3	−51.2	−28.6

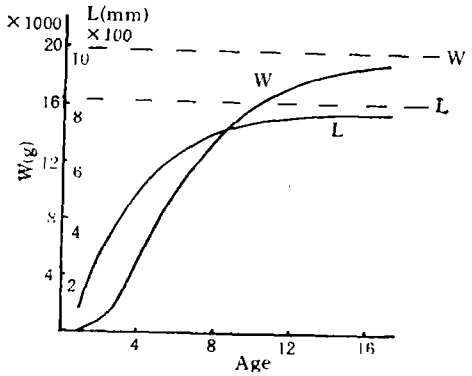

图 4　卡特拉鱼体长和体重生长曲线

Fig. 4　The growth curves in body length and body weight of *Catla catla*.

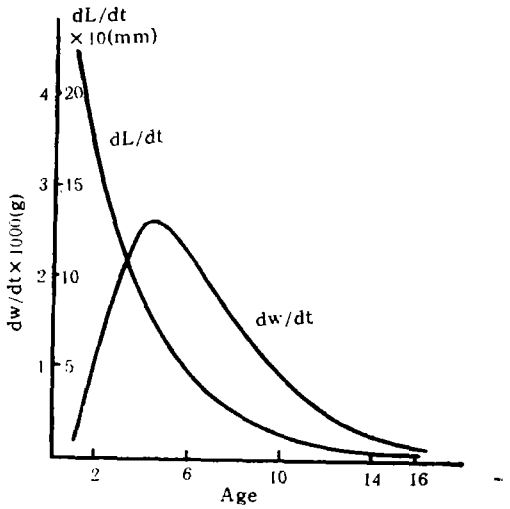

图 5　卡特拉鱼体长与体重生长速度曲线

Fig. 5　The growth rate curves in body length and body weight of *Catla catla*.

度为正值，其后为负值。4、3 龄时体重生长速度达最大值。同时也可认为 4、3 龄前是卡特拉生长旺盛期，之后就逐渐进入生长缓慢期。至一定年龄，生长速度和加速度的绝对值都将趋向零，即到达衰老期[5,6]。

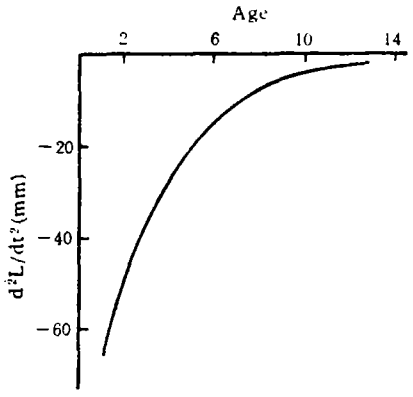

图 6 卡特拉鱼体长生长加速度曲线

Fig. 6 The curve of growth acceleration in body length of *Catla catla*.

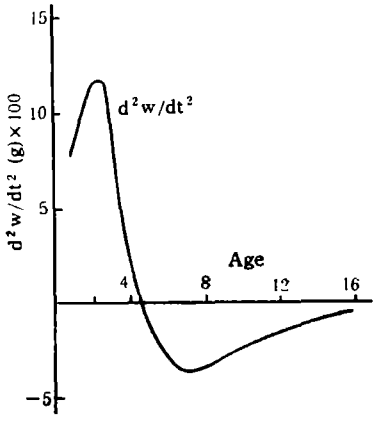

图 7 卡特拉鱼体重生长加速度曲线

Fig. 7 The curve of growth acceleration in body weight of *Catla catla*.

讨 论

1. 卡特拉鱼在塘养投喂商品饲料的条件下，除主要摄食商品饲料外，也摄食较多浮游动物，这与其鳃耙结构密切相关。鳃耙之间彼此分离，有一定间隙，与我国鳙（*Aristichthys nobilis*）的鳃耙较相似[7]。这种鳃耙适于滤食浮游动物，而对细小的浮游植物则不易滤得。2 龄鱼摄食浮游动物以轮虫类占优势，3 龄鱼以枝角类和桡足类占优势，作者认为可能主要与取样时间有关。因为不同年份及季节塘水中浮游动物各种类的多寡会有不同，因此鱼体摄食它们的量也就会有差异。由于本食性分析未同时对塘水浮游生物定量分析，故对此还有待进一步研究。在卡特拉鱼后肠食物团中往往见有未被消化的蓝藻类的完整藻体，作者认为这些蓝藻应属难以消化的种类。此外卡特拉鱼喜食商品饲料如花生饼等，这是它对生活环境的一种适应。

据国外学者报道卡特拉鱼摄食多种浮游生物。体长 20mm 以上者开始食少量浮游植物，而水蚤和其他小型浮游动物是它们整生的重要食料。作者对上述三个年龄组个体食性的观察结果与报道的基本相似，但在食物种类比例上有所差别。

2. 卡特拉鱼体重生长速度曲线在 4,3 龄前上升，4,3 龄时达最高峰。其后曲线逐渐下降。拐点位于 4,3 年处。之所以在此值前后生长速度转折变化，作者认为从理论上分析，与性成熟关系密切。当鱼体进入性成熟阶段，它从外界摄入养分的相当部分用于性腺发育，因而生长速度比前下降。据此分析，本文推算的拐点值 4,3 年，可看作是卡特拉鱼进入性成熟阶段的年龄标志。从作者培育亲鱼的初步实践，卡特拉鱼在我国南方的性成熟年龄约为 4—5 龄。因此理论推算与实际是相近的。

由于卡特拉鱼在 4,3 龄前是生长旺盛期，此后进入生长缓慢期，而 4,3 龄附近是体重生长速度达最大值的时期。因此在天然水域中(江河、湖泊、水库等)，为使渔业资源得到合理利用，卡特拉鱼到 4 龄阶段才起捕是较为适宜的。不过在塘养条件下，从充分利用鱼塘生产潜力和市场需求考虑，只要达到优级售价的最低重量便应起捕了。

生长是物种的属性，不同种的鱼具有各自的生长特性。而每种鱼生长快或慢，除与种的特性有关外，也与多种环境因素(如水温、水质、密度、管理技术等)有关。本文采用 Von. Bert. 生长方程推算的各龄生长速度值，倘若环境因素有别，各速度值也将有所差异。但采用该生长方程所反映卡特拉鱼整个生长过程的变化特点，或者说生长趋向特性则应该是一致的。本研究采用同批鱼连续饲养结果，各龄的环境条件基本相同，密度小，不会抑制生长。因此本文所推算的各理论生长方程应能反映卡特拉鱼种的生长特性。

参　考　文　献

[1] Alikunhi K H. Fish Culture in India. New Delhi: Indian Council of Agricultural Research, 1957: 26—27.

[2] Hynes H B N. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studied of the food of fishes. *The Jounal of Animal Ecology*, 1950, **19**(1): 35—58.

[3] 中国科学院数学研究所。常用数理统计方法。北京：科学出版社，1979。

[4] 仇玉林。最小二乘法在 Von. Bertalanffy 生长公式参数值计算中的应用。淡水渔业，1981，(4)：41—45。

[5] 黄宗强。台湾海峡南部黑鲷生长特性的研究。鱼类学论文集(第 4 辑)。北京：科学出版社，1985：155—166。

[6] 潘炯华。广东北江南方白甲鱼的生物学研究。水产学报，1986，**10**(4)：419—431。

[7] 钟麟等。家鱼的生物学和人工繁殖。北京：科学出版社，1965：9—10。

STUDIES ON THE MORPHOLOGY, FEEDING HABIT AND GROWTH OF *CATLA CATLA*

Xie Gang Fan Yang Yang Hongbo and Qi Baolun

(*Pearl River Fisheries Research Institute, Guangzhou* 510380)

Abstract

This paper describes the morphology and changes in the major measurable characters and their ratios in 1—3 year-old *Catla catla*. 1—3 year-old fish feed chiefly on artificial food, they also eat a large part of plankton. The taxes and ratios of plankton have been analysed. There existed a linear correlation between intestine length (Y) and body length (X): $Y=6.38X-89.95$.

Relative growth rates and growth index in body length and body weight decreased gradually with increases in age over the range of 1—4 years. The relationship between body length(L) and body weight(W) was: $W = 0.00002261L^{3.0669}$. The characters of growth were analysed using Von. Bertalanffy growth equation. The estimated parameters were: $L_\infty=821.2$ mm; $W_\infty=19616.6$g; $t_0=0.6$year; $k=0.3$. There was no turning point in the growth of body length. The growth rate decreased gradually with increased age. In the growth of body weight, a turning point was found at the age of 4.3 years, at which the weight growth rate reached the maximum. The fish exhibited rapid weight growth before the age of 4.3 years; afterwords, weight growth slowed down.

Key words *Catla catla*, Morphology, Feeding habit, Growth