

低龄草鱼鳞片环纹的增长及幼轮和年轮特征的初步研究*

沈素娟 黄秀

(中国科学院水生生物研究所, 武汉)

提 要

幼草鱼鳞片环纹, 以孵出后第二个月生长最快, 往后生长减慢, 冬季停止生长。幼鱼体长一般在47—70毫米形成幼轮。鳞片的“切割相”是区别年轮和幼轮的标志。幼鱼在饥饿时, 鳞片不仅不增长, 反而出现环片被吸收的现象。鳞片上各种副轮标记的形成与摄食条件的变化有关。计算了体长与鳞径、环纹数以及鳞径与环纹数的回归方程, 它们之间都呈直线正相关, 相关显著性均在99%以上。

鱼类鳞片环纹结构的性状, 是鉴定年龄的重要依据之一。Чугунова (1959)^[1]将秋季生长的密环纹与春夏季生长的稀疏环纹之间的分界线认作年轮, 同时还根据鳞片环纹的排列情况, 规定了幼轮、副轮和年轮之间的鉴别特征。近年来, 田中冒子、石原腾敏等人通过对鲤鱼鳞片环纹生长的试验研究指出, 低龄鱼的年龄与环纹生长总数之间呈直线相关, 而依环纹的疏密结构鉴定鲤鱼年龄是困难的^[2,6]。

草鱼具有幼轮, 邓中彝等(1981)^[1]曾作了描述。但对幼轮与第一个年轮的识别标志仍难以准确辨认。为了解答这一问题, 本文根据对饲养的低龄草鱼鳞片环纹结构及其生长状况的观察, 描述了幼轮与年轮的特征, 统计分析了当年幼鱼体长与鳞径、环纹数, 以及鳞径与环纹数等之间的相关性。

材料与方法

实验鱼取用本所试验场人工繁殖的池养0⁺及1⁺草鱼, 按月或生长季节取样一次, 每次随机取样10—20尾, 测量其体长和体重, 同时取鳞观察。取鳞位置固定在背鳍起点垂直下方, 侧线上第二至四行鳞区, 取鳞4片, 或取背鳍起点垂直下方, 侧线上第二行的1片鳞。并取用了长江野生的0⁺草鱼鳞片进行比较。此外用标志法观察了同一尾幼鱼在越冬前后鳞片环纹的特征。标志鱼放养在0.2亩的鱼池内, 按常规投喂饲料^[4], 并逐日记录水温(表1)。

* 本文承曹文宣和陈佩薰二位副教授审阅, 在撰写过程中邓中彝同志提出宝贵意见, 李普一同志摄制照片, 王丁同志协助计算, 本所试验场和生态学组提供材料鱼, 在此一并致谢。

1985年6月19日收到。

表 1 实验鱼池的水温

Tab. 1 Water Temperatures in test pond

月份 month	1982 年 9	10	11	12	1983 年 1	2	3	4	5
水温变幅(℃) Ranges of water temperature	18.5— 19.5	18.0— 24.0	9.0— 18.0	5.8— 11.0	4.0— 8.5	5.0— 10.0	7.0— 16.8	14.0— 21.8	17.5— 27.0
平均水温(℃) Mean water temperature	19.0	21.1	14.0	7.4	5.8	7.2	11.1	17.9	22.3

1983 年 5—8 月, 用 23 日龄的稚鱼, 在室内进行饥饿对鳞片生长影响的试验。试验鱼饲养在塑料水族箱中(500×600×450 毫米), 分为 3 个试验组: 第一组, 正常投喂浮游动物(以枝角类和桡足类为主); 第二组, 不投喂饵料; 第三组, 在饲养期间, 中断投饵半月, 后又继续投饵。日投饵量为鱼体重的 25—40% (滤水后的湿重)。每月每组取 5—10 尾鱼的鳞片进行观测。

鳞片生长的测量位置, 固定在鳞的前、侧区交界处的鳞肩部位(图 1)。体长 50 毫米以下者, 用解剖显微镜测微尺测量, 50 毫米以上者, 用万能幻灯机放大 46 倍投影测量。

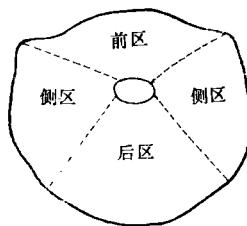


图 1 草鱼幼鱼鳞片分区示意图

Fig. 1 Sketch of the scale of a juvenile grass carp

有关鳞片各性状之间相关性的计算是用 PS-85 型微型机计算的。

观 察 结 果

(一) 草鱼幼鱼鳞片的生长情况及幼轮的特征

1. 鳞被的形成

观察了 3—26 日龄的仔稚鱼鳞被的形成过程。20 日龄的稚鱼, 全长为 18—21 毫米, 尚未形成鳞被。26 日龄的稚鱼, 全长为 30 毫米, 多数个体(80%)体表的鳞片已全部长出, 只有少数个体(20%)的体侧背部的鳞片尚未出现。鳞被通常最早出现在侧线部位, 故侧线鳞的环纹数最多, 距侧线越远的鳞, 环纹数也有递减的趋势^[6]。

2. 当年幼鱼鳞片环纹的增长及幼轮特征

观测了当年幼鱼从 5 月至 11 月鳞片环纹增长情况, 结果表明: 以孵化后的第二个月

(6月)环纹增加为最多,28天平均环纹总增长数为22.3个,平均环纹日增长0.8个,随后环纹日增长有所减低,至第七个月(11月),平均环纹日增长已下降为0.12个(表2)。幼轮也多在6月前后形成。

表2 当年幼草鱼平均环纹增长值的变化(1983年5月8日孵出)

Tab. 2 Changes in the mean increment of circuli on scale of subyearling grass carp
(hatched on May 5, 1983)

取样日期	日龄(天)	平均体长 (毫米)	平均环纹数 (个)	平均环纹增长值 (个)	平均日增长 环纹数(个/天)	标本数(尾)
Sampled date	Days from birth	Mean length	Mean no. of circuli	Mean increment of circuli	Mean day increment of circuli	No. of specimen
5月31日	23	34	9.9	—	—	21
6月28日	51	87	32.1	22.3	0.8	14
8月18日	103	102	41.9	9.8	0.19	17
11月16日	192	115	52.9	11.0	0.12	13

统计分析了124尾不同大小及不同日龄的当年幼鱼鳞片环纹结构的特征。根据鳞片中心至鳞缘的各个环纹间距的测量资料,环纹间距的排列可归纳为两类情况:第一类,鳞片从鳞中心到鳞缘,环纹间距变幅小,通常只在0.5—2格¹⁾范围内波动(图2:a)。在解剖显微镜下观察,即使调节光亮度也看不到明、暗环带的交替痕迹;第二类,鳞片环纹间距波动大,从鳞中心至鳞缘,环纹间距宽度变化或呈疏-密-疏-密交替型,宽度为2(1)-0.5(1)-4(5)-2(1)格(图2:c),或呈密-疏-密交替型,宽度为2(1)-4(6)-2(1)格的排列(图2:b, d)。采自长江的当年幼鱼,其鳞片上的环纹排列形式与池养幼鱼大体上是一致的,唯有那些鳞片环纹排列不均匀者,间距的变化幅度比池养的偏大(图2:e)。通常为0.5—7格,且近鳞缘环间距不低于2格。

上述鳞片环纹排列疏密变化情况,是当年幼鱼在生长季节内出现的,并且只存在于一部分个体中,因此这种情况所表示的不是年轮,而应是幼轮。这种幼轮,以鳞片上出现的第一道密-疏环带的交界处为标记。在解剖显微镜下调节光亮度观察,可清晰地看到明暗环带的交替痕迹(图版I:1, 3)。以环纹数为横坐标、相邻环纹间距为纵坐标画出的曲线,在环纹间距陡然增大的地方,即图2:b、c、d上标有“J”记号的位置,显示为幼轮的标记。

据李氏公式退算,池养幼鱼鳞片上出现幼轮的个体,最小的体长为38毫米,最大的体长为87毫米,一般为47—70毫米,与实测体长相吻合。

另外,在鳞片上第一个生长年带内,除形成幼轮外,还可能出现其它的情况,称为副轮。往往在正常排列的环纹群中,有几个环纹互相靠紧,形成一种副轮(图版I: 2, F),有时还可以见到出现了断裂的环纹,类似环纹“切割相”,但这种情形并不是对称地在鳞片的左右两侧出现,而是只存在于一侧,这也是一种副轮(图版I:3, F)。

1) 1格=25微米。

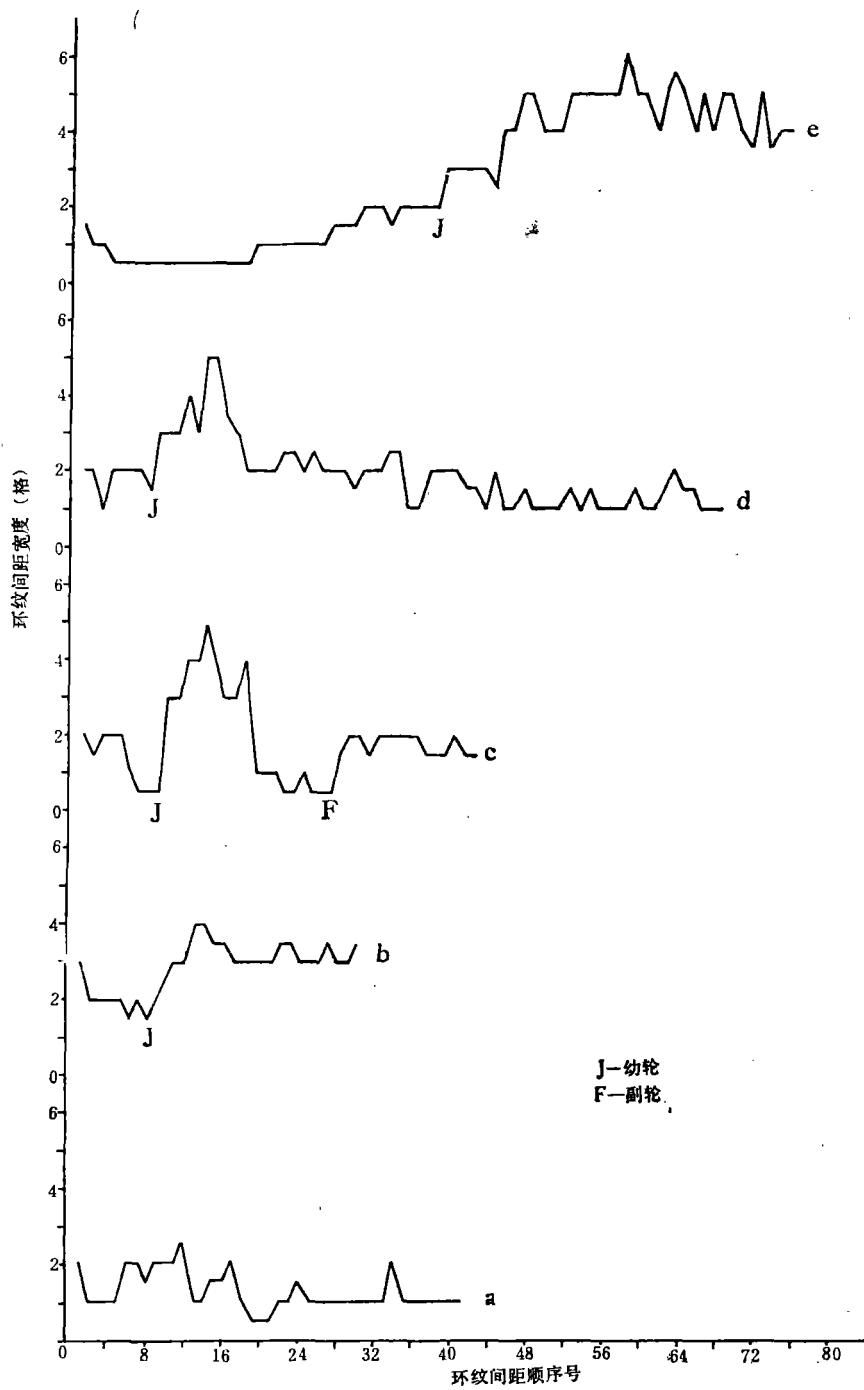


图 2 当年草幼鱼鳞片环纹间距变化曲线(示幼轮形成)

a—池养幼鱼体长 75 毫米, 6+ 月龄(11 月份); b—长江幼鱼体长 84 毫米, 2+ 月龄(7 月份);
 c—池养幼鱼体长 97 毫米, 3+ 月龄(8 月份); d—池养幼鱼体长 159 毫米, 6+ 月龄(11 月份);
 e—长江幼鱼体长 184 毫米, 6+ 月龄(11 月份)。

Fig. 2 Changes in circulus spacing on scale of subyearling grass carp. J, fry ring; F, false ring.
 a—From a fish 75mm in body length taken in November (in pond); b— from a fish 84mm in body length taken in July (in Chang Jiang); c— from a fish 97mm in body length taken in August (in pond); d— from a fish 159mm in body length taken in November (in pond); e— from a fish 184mm in body length taken in November (in Chang Jiang).

(二) 幼鱼越冬前后环纹生长的变化及年轮形成的时期

观察了 197 尾龄期为 0^+ 及 1^+ 的幼鱼 (其中标志鱼 96 尾) 在越冬前后鳞片环纹排列和生长的状况。越冬前鳞片生长缓慢, 到秋末冬初环纹生长开始中止, 环纹一般都在鳞缘侧区终止, 不向后延伸, 因此环纹排列成许多逐渐变短的同心弧圈 (图版 I: 2), 且环间距逐渐变窄 (图 3:bc)。到越冬期, 12 月至下年 2 月鱼池平均水温下降到 5.8—7.2°C, 此时幼鱼生长停滞, 环纹无明显增长。3 月以后, 平均水温由 11.1°C 逐渐上升, 到 5 月平均

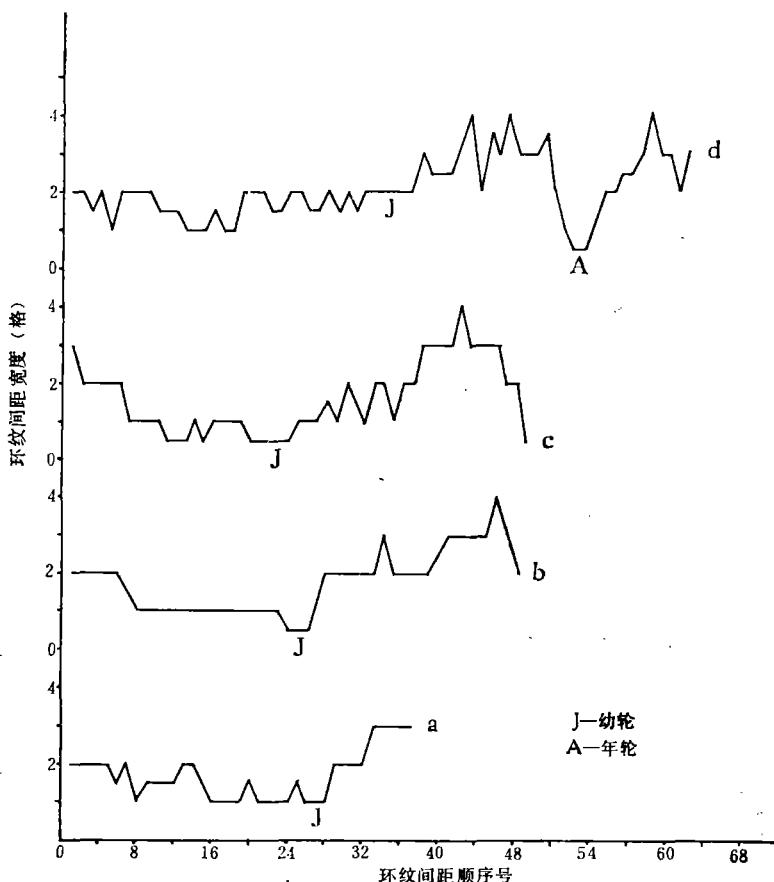


图 3 0^+ 幼草鱼在越冬前后鳞片环纹间距的变化曲线(标志鱼-04, 示年轮形成)。

a—体长 103 毫米, 4^+ 月龄(1982年 9 月), 只有幼轮痕; b—体长 109 毫米, 7^+ 月龄(1982年 12 月), 只有幼轮痕; c—体长 109 毫米, 10^+ 月龄(1983 年 3 月)第一个年轮开始形成; d—体长 126 毫米, 12^+ 月龄(1983 年 5 月), 第一个年轮标记已形成。

Fig. 3 Variations in circulus spacing on scale of juvenile (0^+)grass carp around wintering (tagged fish-04).

a—Juvenile 103mm in body length, with only a fry ring (J), taken in September (1982); b—juvenile 109mm in body length, with only a fry ring, taken in December (1982); c—juvenile 109mm in body length, with a fry ring and the beginning of the first annulus formation, taken in December (1983); d—juvenile 126mm in body length, with a fry ring and an annulus (A), taken in May (1983).

水温为22.3℃, 幼鱼生长复苏, 那些中断生长的环纹群不再延长至侧后区, 而是被重新生长出的2—3个完整的环纹包围在内, 之后, 随着生长的加速, 环间距增宽, 环纹增多, 就形成密疏环纹交接呈“切割相”的年轮标记(图3: A; 图版I:3, A)。

这种“切割相”的年轮标记, 一般出现在鳞片的侧部及鳞肩部。不同的个体环纹切割的明显程度和部位略有差异。多数个体的年轮“切割相”以鳞肩部最为显著, 个别的是在侧后区。“切割相”通常是在鳞片的左右两侧同时出现。

依据鳞片环纹“切割相”出现的情况, 判断新年轮的形成时期。3月4日观测了32尾鱼, 其中形成年轮的有14尾(1龄11尾、2龄3尾), 占43.8%, 一般新长的环纹只有2—5个。4月5日38尾鱼中有24尾(1龄23尾、2龄1尾)形成年轮, 占63.2%。5月19日, 52尾鱼中有49尾(1龄32尾、2龄17尾)形成年轮, 占94.2%, 此时期年轮外新长的环纹少的有4个, 多的达32个, 平均为18.9个。可见, 草鱼第一、二个年轮的形成时期主要是4—5月。

(三) 饥饿对幼鱼鳞片环纹生长的影响

用一批日龄相同的幼鱼¹⁾(平均体长为34毫米, 平均环纹为9.8个), 从5月30日至8月19日放养在室内水族箱, 分3组进行实验, 观察的结果如下: 第一组, 正常投饵喂养的幼鱼, 经生长65天, 体长和环纹数都有明显的增长, 测得17尾鱼的平均体长为53毫米, 平均环纹数为22.9个, 鳞片环纹生长正常, 不显示断切的副轮构造; 第二组, 试验期不投饵料, 经一个月后开始逐渐死亡, 并发现在死亡前, 环纹数略有减少, 7月5日测得7尾鱼的平均体长为35毫米, 平均环纹为7.0个。第三组, 在试验期中断投饵半月后, 体长和环纹数未见有明显变化, 此时测得5尾鱼的平均体长为37毫米, 平均环纹数为8.6个, 并观察到鳞缘环纹出现有缺损痕迹, 当恢复投饵50天后, 体长和环纹又有明显增长测得10尾鱼的平均体长为44毫米, 平均环纹数为15.4个, 在鳞片上还可清晰地看到在停饲期内, 中断生长的环纹群外又增生了新的环纹, 从而呈现副轮的痕迹(图版I:4, F)。看来, 在一段时期内缺乏食物是形成副轮的原因之一。

(四) 体长、鳞径、环纹数等之间的相关性

统计分析了池养当年幼鱼(体长30—130毫米)的体长与鳞径、环纹数及鳞径与环纹数之间的相关性, 结果如下:

1. 体长与鳞径(82尾)

相关系数 $r = 0.986$ 、 $T = 53.782 > t_{0.001}$; 回归方程 $Y = 1.109x - 0.458$, 回归系数标准离差 $sb = 0.02$ 、 $T = 56.031 > t_{0.001}$, 与 r 检验一致。

2. 体长与环纹数(82尾)

相关系数 $r = 0.912$ 、 $T = 20.56 > t_{0.001}$; 回归方程 $Y = 4.41x - 3.775$, 回归系数标准离差 $sb = 0.184$ 、 $T = 24.007 > t_{0.001}$, 与 r 检验一致。

3. 鳞径与环纹数(82尾)

1) 5月8日孵化的幼鱼。

相关系数 $r = 0.938$ 、 $T = 24.397 > t_{0.001}$ ；回归方程 $Y = 4.014x - 2.281$ 、回归系数标准离差 $sb = 0.135$ 、 $T = 29.732 > t_{0.001}$ ，与 r 检验一致。

另外，统计分析了长江幼鱼体长与鳞径、体长与环纹数之间的相关程度，其结果与池养幼鱼一样，都呈直线正相关，相关显著性均在 99% 以上。

结语和讨论

1. 草鱼鳞片上的幼轮标记，通常是在离鳞中心最近的一个密疏环带的交界处。池养幼鱼幼轮标记的形成与饲养条件的改变有关，即发生在鱼池分塘，投喂浮萍及人工饲料之后。由于食性的转化，幼鱼生长加快，鳞片环纹增多，间距也变宽，这是形成幼轮的生物学基础。

在以浮游动物为食的早期阶段的幼鱼，鳞片上的环纹结构，在池养的和长江野生的幼鱼之间没有明显差异。但在食性转变形成幼轮之后生长的环纹便出现了差异，即野生幼鱼的环间距较池养的为宽。产生这种差异，可能是与幼鱼的栖息活动空间、水质以及食料的种类和数量等因素有关。

据退算，幼鱼形成幼轮的体长一般为 47—70 毫米，与高国范指出的草幼鱼食性转化的体长(61—72 毫米)基本一致^[5]，但并非所有个体均具幼轮标记。

2. Bilton (1978)^[8] 认为各种各样的标记和年轮都是由于生长条件得到改善，而不是恶化的结果。根据我们实验观察，长期处于饥饿状态下不形成环纹，并且有些鳞片上的环纹还出现溶蚀缺损现象。当冬季水温在 10℃ 以下时，鱼类摄食活动停止或减弱，鱼体的生长停滞，相应地鳞片环纹生长中断，形成了一些逐渐变短的弧形环纹。直到春季水温上升，恢复摄食后，又重新长出了完整的环纹，从而在鳞片上显现出“切割相”的年轮标记。因此，对那些冬季不停止摄食的鱼类，显然就不能形成象“切割相”的年轮标记。

3. 幼草鱼鳞片上的环纹数，同龄鱼的不同个体之间均有差异，因此，以环纹多少作为鉴别幼轮和年轮的依据是不可靠的。

4. 幼草鱼鳞片半径与环纹数是随体长的增加而增加的。体长与鳞径、环纹数以及鳞径与环纹数等各对应组之间均呈直线正相关，相关显著性在 99% 以上。

参 考 文 献

- [1] 邓中舜等, 1981。汉江主要经济鱼类的年龄和生长。鱼类学论文集,(第 1 辑): 97—112。
- [2] 陈佩薰, 1959。梁子湖鲤鱼鳞片年轮的标志及其形成的时期。水生生物学集刊(3): 255—261。
- [3] 夏世福, 1980。渔业生物统计。农业出版社。
- [4] 倪达书, 1959。草、青、鲢、鳙的饲养方法。太平洋西部渔业研究委员会第二次全体会议论文集, 65—91。
- [5] 高国范, 1980。鲩鱼 0⁺ 龄幼鱼的生长与食性。水生生物学集刊, 7(2): 197—206。
- [6] 罗德珍译(田中冒子、石原腾敏著), 1983。根据鳞片的生长环纹鉴定鲤鱼年龄的试验。淡水渔业译丛, 53—56。
- [7] Bilton, H. T., 1978. Effects of starvation and feeding on circulus formation on scales of young sockeye salmon of four racial origins, and of one race of young kokanee, coho and chinook salmon. In: Ageing of fish, pp. 40—60.
- [8] Carlander, K. D., 1974. Difficulties in ageing fish in relation to inland fisheries management. In: Ageing of fish, pp. 200—205 (Ed. T. B. Bagena).

- [9] Hoffbauer, C., 1899. Die Altersbestimmung des Karpfen an seiner Schuppe. *Allgem. Fisherleis Zeitg.*, **23**; 341—343.
- [10] Бугаев, В. Ф., 1983. Некоторые вопросы Формирования чешуи нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) (Salmonidae) озера Азебачье Камчатка в пресноводный период жизни. *Вопр. Ихтиол.*, **23** (3); 412—418.
- [11] Чугунова, Н. И., 1959. Руководство по исчислению возраста и роста рыб. Изд. АН СССР, Москва.

A STUDY ON THE GROWTH OF THE CIRCULUS OF THE SCALE, AND FEATURE OF THE “FRY RING” AND THE FIRST ANNULUS IN GRASS CARP *CTENOPHARYNGODON IDELLUS* (C. & V.)

Shen Sujuan and Huang Xiu

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan)

Abstract

The present paper deals with the growth of scales of the subyearlings and yearlings of the grass carp, concentrating on the growth of circuli and features of the “fry ring” and the annuli. The results are as follows:

(1) The fry of grass carp begins to grow out scale when it reached a size of about 20 mm. According to our observation, the forming of circuli in the scale of the subyearling was quickest during the second month after hatching, by an average of 0.8 circulus per day. Later, the forming process decreased gradually and ceased during winter.

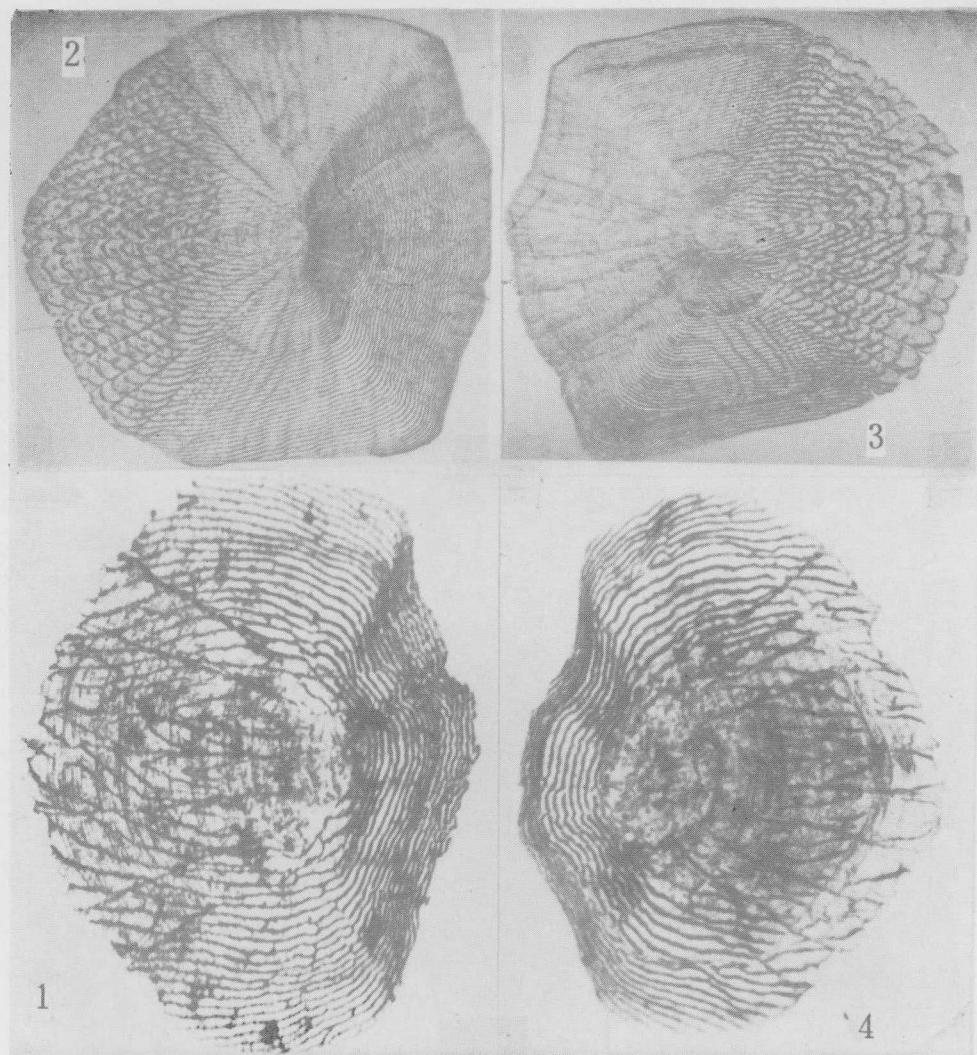
(2) The “fry ring” may be observed in most individuals. It is situated at the outer border of the first closely-spaced circuli from the center of the scale. The body lengths of fish at the time of “fry ring” formation ranged 47—70 mm.

(3) The annulus is marked by a “check”, where a group of old circuli of previous year are intersected by two or three new circuli formed in next spring. This character enables one to distinguish the first annulus from the “fry ring”.

(4) Circulas indention form during periods of starvation, even the formed circulus around the periphery of scale was resorbed. Thus, the formation of “checks” seems to be related with the rearing conditions.

(5) Positive correlations exist between body length and scale radius, between body length and the mean number of circuli on the scale, and between scale radius and number of circuli. Their regression equations are given in the paper.

Key words Grass carp, scale circulus, fry ring, annulus



1 当年幼草鱼,体长 52 毫米(7 月),鳞片上形成一幼轮(J) 2 标志幼草鱼(29),体长 157 毫米(1982 年 12 月),越冬前鳞缘环纹结构;3 标志幼草鱼(29),体长 182 毫米(1983 年 5 月),越冬后鳞片上已形成年轮(A); 4 幼草鱼体长 47 毫米,停止投喂,鳞片上形成一副轮(F)。

1 Scale of a subyearling grass carp 52mm in body length, with a fry ring (J), taken in July. (1983); 2 Scale of a tagged fish (No. 29), 157mm in body length before wintering, taken in December (1982); 3 Scale of the tagged fish No.29, 182mm in body length, with the first annulus (A) formed, taken in next May (1983); 4 Scale of a subyearling grass carp after starvation, showing a false ring (F); body length of fish 47mm.