

第十七章 鱼类的年龄和生长

讲授重点：

- 1、年轮形成原理和年轮标志。
- 2、鱼类发育阶段的划分。
- 3、鱼类生长特性及影响生长的因子。
- 4、鱼类生长指数的计算方法。

第一节 鉴定鱼类年龄的方法

一、年轮形成的原理（鳞片）

一年四季生长速率不均衡性，是形成年轮的理论依据。因为鱼类是变温动物，春夏季水温上升，饵料生物丰富，鱼体代谢旺盛，摄食强度大，生长速率且均衡。在鱼体增长的同时，鳞片、耳石或各种骨片也相应增长。鳞片生长时，它的表层就有环片形成，鱼体生长快时，鳞片上形成的环片就宽，环片间距亦宽，形成较宽的环片带，称为疏带或宽带；鱼体生长慢时，鳞片上就形成排列紧密、狭窄的环片带，称密带窄带。一年中形成的疏带和密带，合称为一个生长年带。生长年带数目是和鱼所经历的年数相符。在生长年带中，由春夏形成的宽阔环片过渡到秋冬的狭窄环片，其间的交替是渐进的，经过冬季后，从狭窄环片过渡到翌年春季形成的宽阔环片，其间是飞跃的，两者之间出现明显的分界线，即称为年轮。

实际调查发现，鱼类种间、种群间、或者同一种群的不同年龄的个体间，年轮在鳞片上形成的时间不太一致，并不是都在冬末春初形成。许多性成熟鱼，年轮往往在产卵后才形成。这是因为性成熟鱼往往先要把大量营养物质转化为性腺发育，而且在临近生殖时少摄食或不摄食，以致在生殖前生长缓慢，甚至停止生长，而生殖过后大量摄食，用以补充体质消耗及生长。因此春季繁殖的鱼类，其年轮往往在夏季，甚至秋季才形成。性未成熟鱼的年轮一般在春季形成。如长江长春鳊，性成熟年龄 2—3 龄，1—2 龄鱼在 4 月下旬开始长出新环片，3 龄以上鱼，从 5 月—8 月，与生殖期吻合。

在赤道和热带水域，水温没有明显的四季变化，但鱼的鳞片或其它骨质组织上亦有年轮标志。黄鲷在一年中可以形成两个年轮；东海的大黄鱼，春季产卵的群体，其生殖期为 5—6 月，秋季群则为 9—10 月，这些现象表明，年轮形成并不单纯是水温和食饵条件等直接作用的结果，而是有更复杂的机理，一般认为是鱼体内在遗传特性、生理机能与外界生活条件共同作用的结果。

二、鳞片上年轮标志

1、疏密型：“宽带”和“窄带”依次排列。如小黄鱼、鲷、牙鲆

2、切割型：正常生长，环片呈同心圆排列，生长缓慢时，环片不成圆形，而是逐渐缩短，其两端终止于鳞片后侧区的不同部位。当下一年恢复正常生长时，形成完整环片，引起环片群走向不同，前一周年末的环片群与新周年开始的第一条环片相交而形切割，切割处即为年轮。

3、其它标志

①疏密碎裂型：窄带处常有 2 — 3 个环片变粗、断裂

②间隙型：两个生长带分界处，有 1 — 2 个环片消失、形成间隙

③两个环片合并、环片中断、变细、年轮处环片不规则分歧均可成为年轮标志

由于环境复杂，影响年轮标志因素很多，故年轮标志不是千篇一律，可能出现 2 种以上复合型，以切割为主、疏密结合为常见。

三、副轮、幼轮、生殖轮

这些是由于非周期性、偶然的变化所引起的，如饵料不足，水温突然下降或升高、疾病等影响生长速度，而在鳞片上留下痕迹，如夏季迅速生长时，因环境变化突然引起生长缓慢，在正常宽带中突然嵌入 2 — 3 圈密集排列的环片，形成副轮，年轮与副轮判别的主要特征

年轮	副轮
①每个鳞片上都见到。	①不是每个鳞片上都见到。
②年轮完整，至少两侧对称。	②年轮不完整。
③环片从宽带到窄带是逐步过渡的，无明确界限，而窄带到宽带是突然的，界限分明。	③往往疏带突然转变为密带，副轮与其前后环片的界限都较明显。

幼轮——幼鱼溯河降海、食性转变、得食不均等引起。秋捕当年鱼或早春捕到未满一周岁鱼的长度与第一轮推算体长来判别是否幼轮（见于部分个体）。例如实测体长 $12 \pm 1.7\text{cm}$ ，推算体长 $6 \pm 1.1\text{cm}$ 相差悬殊，推算的那个轮纹为幼轮。

生殖轮——①由于生殖活动停止摄食或产卵衰竭等生理变化影响鱼体生长而形成。鲑鳟鱼类较常见，溯河产卵时停止摄食，储存在鳞片或骨骼中的钙质被重新吸收，鳞片上留下钙被吸收的痕迹，下海后恢复生长，填补被吸收部位，形成生

殖痕，与正常年轮重叠。②也有因生殖行为造成鳞片损坏、折断、下海后恢复生长，留下痕踪，但此痕迹混乱，生殖轮通常表现在鳞片侧区：环片断裂、分歧和不规则排列，或在顶区生成一个较粗的暗黑色断裂环片或环片边上紧接着一个无结构的光亮间隙。

四、骨骼和耳石上年轮特征（鳍条、鳍棘、支鳍骨、脊椎骨、匙骨、鳃盖骨、耳石等）：

透射光：宽带不透明（暗带），狭带半透明（明带）。暗→明界限不明，明→暗界限分明

入射光：宽带半透明、乳白色（明带），狭带不透明（暗带）。

用于鉴定年轮的材料，鳞片简单方便。但各种鱼的理想材料是不同的，如鳊用鳃盖骨、鲟用脊椎骨、塘鲤用胸鳍支鳍骨、中华鲟用匙骨、长吻鮠用鳍棘、大小黄鱼用耳石。

五、年轮形成时间

$$I = \frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}}$$

1、鳞片边缘增长值。 I 接近 0，新轮刚形成， I 接近 1；新轮即将出现。

2、新轮形成出现频率

3、年轮形成时间的特点

①同水域，不同鱼类不同，如汉江吻鮠主要形成年轮时间 4 — 5 月，蒙古红鮠 5 — 7 月，赤眼鳟 6 — 8 月。

②同种鱼不同水域不同，如鲤鱼，梁子湖 6 — 8 月，东江 3 — 7 月，赤眼鳟 4 — 7 月。

③性未成熟个体年轮形成时间早于性成熟个体。

六、年龄计算、年龄组成划分。常用有两种：

0 龄组： 0 +	1 龄组： 0 + — 1
I 龄组： 1 — 1 +	2 龄组： 1 + — 2
II 龄组 2 — 2 +	3 龄组： 2 + — 3

第二节 鱼类发育阶段的划分

鱼类生活史及其发育期的划分：胚胎期、仔鱼期、稚鱼期、幼鱼期、成鱼期。

第三节 鱼类生长的特性

一、生长特性

1、环境条件适宜，可以不断的生长，只是减慢生长速度

2、同种鱼不同生长阶段，生长速度不同。性成熟前，生长最快。以尽早摆脱敌害捕食，如长江流域，草鱼 4 龄前、翘嘴红鲌 3 龄前、黄尾密鲴 2 龄前生长最快。性成熟后，营养转化性腺发育，生长速度减慢，体重增加。到衰老期生长缓慢。

3、同种鱼在不同水域生长速度不同。如青、草、鲢、鳙，长江种群 > 珠江种群 > 黑龙江种群，因南方水温高，饵料生物丰富，生长期长，长江、珠江种群生长优于黑龙江，但珠江水温高，性成熟早，生长速度提前减慢，故长江种群 > 珠江种群。

4、同种鱼在不同季节，生长率不同。这是各季节水温、饵料丰富度、鱼类自身生理状况、代谢和摄食强度不同引起。

5、♀ ♂ 相异。♀ > ♂，因 ♂ 先成熟。但是罗非鱼 ♂ > ♀，12.6g 鱼苗养 72d，♂ 96.1g，♀ 64.7g，高出 49.3%。

二、影响鱼类生长因子

鱼类生长受外源和内源两类因子的制约。外源因子如食物、温度、溶氧、种内和种间关系等；内源因子与鱼的遗传型及生理状况相关。外因通过内因对鱼体代谢进度和强度施加影响，而鱼类内在代谢进程又受到神经内分泌系统控制下的各种生理机能的影响和制约，其间形成了极为错综复杂的关系。

(一) 外源因子

1、食物 最主要因子，在适宜生存环境中，只要食物充足，鱼类可达到最大的生长速度，通过食物数量、质量和颗粒大小来影响生长。最大食量可得到最大生长率，但生长效率不如最适食量，生长率效为单位食物产生的生长率， G/R ，增加值 / 消耗。

试验表明，杂食性鱼类在摄食热含量高的动物食物时，具有较高的生长率和生长效率，有些草食性和肉食性鱼类，每单位体重所需要的日粮的蛋白质含量和瞬时生长率之间呈线性相关。缺少 VB 会引起生长减慢，VE 促进性腺发育。

鱼类摄食取的食饵通常有一定的大小限度，并随鱼体生长而增大，试验大西洋鲑表明，稚鱼的生长率和饵料直径密切相关。

许多鱼类在摄食条件不利时,不仅种群总生长率下降,而且个体间生长差异增大,这是保证种群更广泛利用饵料生物的一种适应。

2、水温 作为控制因子,主要对鱼类代谢反应速率起控制作用,在适温范围内代谢强度与温度成正相关。鱼类生长速度的季节性和地区性变化,证明了温度的作用。

3、溶氧 通过对鱼类代谢进程的影响而对鱼类的活动和生长起作用。溶氧的作用机理主要是对鱼体内某些生化反应产生和变化速率加以限制,因此称为限制因子。

4、聚居对生长影响 水域空间和食物资源竞争。

(二) 内源因子

鱼类存在着一个遗传上确定的生长程序和框架,外源因子只有在这个框架内才起作用。定时完成该生长程序取决于神经内分泌系统。为了使这种遗传上规定的生长式型和以外源因子为特征的临时式型同步,以及为部分地接受外源影响,神经内分泌系统可以利用诸如光胚周期等作为定时信号。

第四节 鱼类生长的研究

一、鱼类生长的测定方法

(一) 直接法、饲养法、标志放流法

(二) 间接法

1、长度分布曲线法: 随机取样。

①年龄愈大,数量愈少。②同一年龄组,生长速度比较接近。③不同世代的鱼有明显不同的长度范围。也可用于检查年龄鉴定的可靠性。缺点,年龄越大,可能画出曲线会重迭。

2、生长退算法

① $L_n = L \cdot R_n / R$ 莱亚公式 (正比例公式)

② $L = a + bR$ 罗·查理公式·如大眼鳊 $L = 3.6258 + 12.3286R$; 鲤 $L = 3.9308R - 4.2611$

③ $L = aR^b$ 蒙纳斯蒂尔斯基公式, 长江青鱼 $L = 4.7850R^{0.9984}$

先找出每个长度组中鱼体长与鳞长的比例，如比例稳定，用莱亚公式，因为简便。

二、体长与体重关系

$w=alb$, a 值取决于鱼体肥瘦，鱼肥、 a 大，鱼瘦、 a 小。可用 a 比较同种个体间肥瘦。

大眼鳊 $w=1.949 \times 10^{-2} L^{3.0558}$ 鲤 $w=4.102 \times 10^{-2} L^{2.9591}$ 草鱼
 $w=6.55 \times 10^{-2} L^{2.8541}$

b 在 2.5 — 4.0 之间， $b = 3$ 表示等速生长，体形不变和比重不变特性。

$$K = \frac{W}{L^3} \times 100$$

肥满度

三、生长指数

1、生长率 单位时间内鱼体体长和体重的生长值称生长率 $g = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1}$ 或 $\frac{L_2 - L_1}{t_2 - t_1}$

由于体长增长量起点不同，增长绝对值不能比较不同鱼类的生长速度，故要用相对增长率。

体长相对增长率 $1 = \frac{L_2 - L_1}{L_1 (t_2 - t_1)}$ ； 体重相对增长率 $g = \frac{W_2 - W_1}{W_1 (t_2 - t_1)}$

$$L_r = \frac{\ln L_2 - \ln L_1}{t_2 - t_1}$$

瞬时生长率

但瞬间增长是加在已增长的体长或体重上复利式增长，故采用生长比速公式。

2、生长比速

$$c_r = \frac{\lg L_2 - \lg L_1}{0.4343(t_2 - t_1)} \quad \text{或} \quad c_r = \frac{\lg W_2 - \lg W_1}{0.4343(t_2 - t_1)}$$

生长比速以年作为时间单位，瞬时生长率以日为单位。

①比较同种、同龄、生活在不同水体的生长情况。

②比较同一环境中，不同种、同龄的生长情况。

3、生长常数 $C_w = C_v \times \frac{L_2 + L_1}{2}$ ，不同生长阶段，生长常数不同，用来划分水域中某种鱼的生长阶段，不表示生长强度。

4、生长指标 $Clt = C_v \times L_1$ ，鱼的阶段生长直接从属于鱼的长度，而不是从属于所经历的时间。

①比较同种鱼不同生长阶段的生长情况。

②比较同种鱼不同水体的生长情况

四、生长方程（生长模型）

例东江鲤：

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-kt(t-t_0)}) ; W_t = W_{\infty} (1 - e^{-kt(t-t_0)})^3$$

$$L_t = 85.1 (1 - e^{-0.173(t+0.0394)}) ; W_t = 19171.5 (1 - e^{-0.173(t+0.0394)})^3$$

方程适用于长重关系 b 接近 3 的均匀生长个体，此时体长、体重方程的 k 和 t_0 一致。