

达里湖鲫的年龄和生长

姜志强 秦克静
(大连水产学院, 116023)

摘 要 根据 478 尾标本研究了生活在盐碱性达里湖中鲫的年龄和生长, 并提出资源合理利用意见。采用臀鳍第三枚鳍条与鳞片相结合鉴定年龄, 高龄个体以鳍条为主。生长模式可用 Von Bertalanffy 生长方程来描述, 渐近体长 $L_{\infty} = 30.1\text{cm}$, 渐近体重 $W_{\infty} = 832.3\text{g}$ 、体重生长拐点 $t_r = 5.6$ 龄。与 70 年代比较, 目前湖中鲫的生长速度加快、产量下降, 资源呈衰退状况。改善产卵条件, 控制捕捞规格是恢复资源的重要措施。

关键词 达里湖, 鲫, 年龄, 生长

达里湖是内蒙古高原东部的碳酸钠型中盐湖, 面积 $24\,000\text{hm}^2$, 平均深度 6.7m , 湖水的盐度为 6.2, 总碱度 44.89mmol/L , pH 9.60。湖中仅有鲫、东北雅罗鱼、麦穗鱼、达里高原鳅和中华多刺鱼 5 种鱼类栖息。70 年代末我院和辽宁省淡水水产研究所曾对达里湖的湖沼学和渔业资源做过系统的调查, 并提出渔业利用的意见。1991 年以来该湖渔获量明显下降, 鲫的年产量从 80 年代末的 25 万公斤降至目前的 13 万公斤。为摸清产量下降原因, 1994~1995 年我们再次进行了调查研究, 本文从鲫的年龄与生长的研究结果, 进而探讨该湖鲫的资源状况和合理利用途径。

关于鲫的年龄与生长, 已积累了大量资料[陈佩薰, 1959; 余志堂等, 1959; 戴定远, 1964; 殷名称, 1993; 梁兆川等, 1993], 但几乎集中于淡水水域和低龄个体。解玉浩等[1982]曾对达里湖鲫的生物学进行过研究, 但对其生长特性涉及不多, 当时鉴定出的最高龄为 11 龄, 而我们鉴定出的最高龄达 18 龄。本文将对淡水鱼类高龄鱼年龄鉴定上普遍存在的问题提出商榷意见。

1 材料和方法

由于达里湖目前鲫的生产渔具以冰下大拉网为主, 所以样本主要取自 1994 年 1~3 月和 1995 年 2 月冬网的渔获物。此外, 1994 年 6~7 月还从设在湖边的网箔渔获物中取了一部分样本。共采集 478 尾样本。对所有样本均测定全长、体长、体重, 并于背鳍起点下方与侧线间摘取 10 枚左右鳞片, 洗净擦干后置于 Olympus 解剖镜下观察。在所有 200g 以上的个体和部分 200g 以下的个体中还取臀鳍第三枚鳍条(假硬刺)作为年龄鉴定材料。将该鳍条基部收缩的稍后方锯下 2mm 左右大小的一片段, 然后在磨石上磨成 1mm 左右的薄片于 Olympus 显微镜下观察计数。

2 结果

2.1 年轮特征

鳞片上的年轮特征与陈佩薰[1959]的报道一致,为切割型。但该特征仅在低龄鱼较清楚,性成熟后的个体随着生长速度减慢,在鳞片边缘形成的年轮间距变窄,甚至重叠,鳞片本身也加厚,致使年轮特征不易观察清楚(图 1-B)。鳍条制成薄片后,在显微镜透射光下观察,从生长中心开始,暗色的宽带和明亮的窄带相间排列,两者构成一个生长年带,窄带可作为年轮特征(图 1-A)。

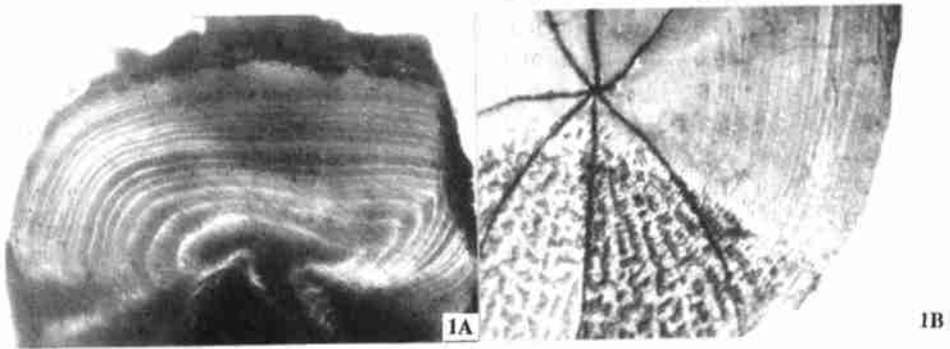


图 1 达里湖鲫第三枚臀鳍条磨片和鳞片

Fig. 1 The third ray of anal fin section and a scale of crucian carp from Dali Lake

A. 第三枚臀鳍条磨片, 示 17⁺ 轮; B. 与 A 同一尾鱼的鳞片。

多数情况下,各轮间距是从生长中心开始由宽变窄均匀排列的,但在有些个体的鳍条磨片上,有时会突然出现两条距离很近的窄带。它们有的是由两条排列紧密且均匀的明亮窄带构成,有的看似两条紧密排列的明亮窄带,但它们的一端是合并的。这与丁耕芜等(1964)在小黄鱼耳石上及钱世勤和胡雅竹[1980]在绿鳍马面鱼^{鱼屯}脊椎骨上观察到的双带型情况类似。因上述两种情况中两条窄带距离均明显小于相邻其它各窄带间的距离,故我们认为这两条窄带应是一个年轮。

另外,在有些高龄个体轮间距开始变窄后,有时会出现某两轮间距离大于其它相邻轮间距的现象。经推算,不同个体的这种现象并不是出现在同一年,即不是由于某年湖中饵料、水质状况好所形成的,而可能与该鱼在某年生活的小环境好有关,如在盐碱度较低的河口区生活等。

在有的鳍条磨片上还有副轮,其明亮程度要差一些,有些部位较模糊、不完整。

(1) 丁耕芜等,1964. 小黄鱼年龄的研究. 辽宁省海洋水产研究所调查研究报告, 18.

2.2 渔获物年龄组成

渔获物年龄组成较多,由 1~ 18 龄共 18 个年龄组组成,以 3~ 5 龄为主,占总尾数的 59% (表 1)。

表 1 达里湖鲫渔获物年龄组成

Table 1 Catching age structure of crucian carp from Dali Lake

年龄	尾数	占总尾数百分比(%)	平均体长(cm)	体长范围(cm)	平均体重(g)	体重范围(g)
1	2	0.4	7.4	6.7~ 8.1	14	9~ 19
2	21	4.3	11.7	9.4~ 12.6	62	33~ 85
3	78	16.3	14.7	13.4~ 17.0	113	84~ 160
4	129	26.9	16.8	15.0~ 19.2	169	93~ 241
5	76	15.8	18.6	16.7~ 20.8	221	175~ 280
6	48	10.0	20.5	19.1~ 23.0	289	200~ 375
7	42	8.8	21.9	19.8~ 24.7	343	216~ 443
8	25	5.2	23.2	20.7~ 27.6	392	290~ 610
9	16	3.3	24.3	23.0~ 25.2	443	360~ 509
10	8	1.7	25.2	23.5~ 26.5	508	392~ 571
11	10	2.1	26.2	23.5~ 28.5	558	413~ 680
12	5	1.0	27.3	25.0~ 28.7	604	483~ 707
13	6	1.2	27.1	25.4~ 28.3	611	501~ 693
14	3	0.6	25.8	23.5~ 27.2	521	407~ 597
15	4	0.8	27.7	26.8~ 28.5	634	578~ 684
16	2	0.4	28.5	27.8~ 29.2	697	645~ 749
17	1	0.2	27.6	27.6	639	639
18	2	0.4	28.3	27.4~ 29.2	688	600~ 775

2.3 体长与体重关系

经点图分析,达里湖鲫体长(cm)与体重(g)呈幂函数关系,其关系式为:

$$W = 5.673 \times 10^{-2} L^{2.8179}$$

2.4 生长参数和生长曲线

由体长与体重关系知其幂指数 b 接近 3,表明达里湖鲫属均匀生长型,可用 Von Bertalanffy 生长方程来拟合[李思发,1990;费鸿年和张诗全,1990]。由于高龄个体生长缓慢,样本相对也少,反映出 13 龄开始部分龄组体长、体重值有交叉,故计算生长参数时仅采用 1~ 12 龄的实测平均体长。用最小二乘法求得渐近体长 $L_{\infty} = 30.1\text{cm}$,生长曲线曲率 $K = 0.1797$,理论上生长起点年龄 $t_0 = -0.5589$,由体长与体重关系求得 $W_{\infty} = 832.3\text{g}$ 。把上述参数代入生长方程,得

$$L_t = 30.1 [1 - e^{-0.1797(t+0.5589)}]$$

$$W_t = 832.3 [1 - e^{-0.1797(t+0.5589)}]^3$$

由上述生长方程求得各龄鱼体长、体重值(表 2),并绘出相应的生长曲线(图 2-A, B)。

表 2 达里湖鲫体长、体重计算值与实测值
Table 2 Calculated and measured values of body length
and body weight of crucian carp from Dali Lake

年 龄	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
体长(cm)	计算值	7.4	11.1	14.2	16.8	19.0	20.8	22.3	23.6	24.7	25.6	26.3	27.0
	实测值	7.4	11.7	14.7	16.8	18.6	20.5	21.9	23.2	24.3	25.2	26.2	27.3
体重(g)	计算值	12	41	87	145	209	276	341	402	459	511	557	597
	实测值	16	62	113	169	221	289	343	392	443	508	570	634

体长生长曲线不具拐点, 随年龄增大逐渐趋向渐近线。体重生长曲线为不对称的 S 型曲线, 随年龄增大, 体重生长由慢到快, 再转向慢。对生长方程的 t 求一阶导数为生长速度, 求二阶导数为加速度。将结果绘成相应曲线, 可反映出生长的变化特征, 从图 2-C 可见, 体长生长速度是一条随时间 t 的增大而逐渐下降的曲线, 表明其生长速度在不断减慢; 而体长生长加速度曲线在逐渐上升(图 2-E), 表明随着体长生长速度下降, 其递减速度渐趋缓慢。体重生长速度和加速度均为具拐点的曲线(图 2-D, F), 经计算拐点年龄 $t_r = 5.6$ 龄, 拐点处 $W = 246.3\text{g}$, $L = 20.1\text{cm}$ 。拐点之前(即 $t < 5.6$ 龄)加速度为正值, 是体重生长速度的递增阶段, 但增长的加速度却在下降; 当 $t = 5.6$ 龄时加速度为 0, 生长速度不再递增; 拐点之后(即 $t > 5.6$ 龄)加速度为负值, 体重生长速度进入递减阶段。

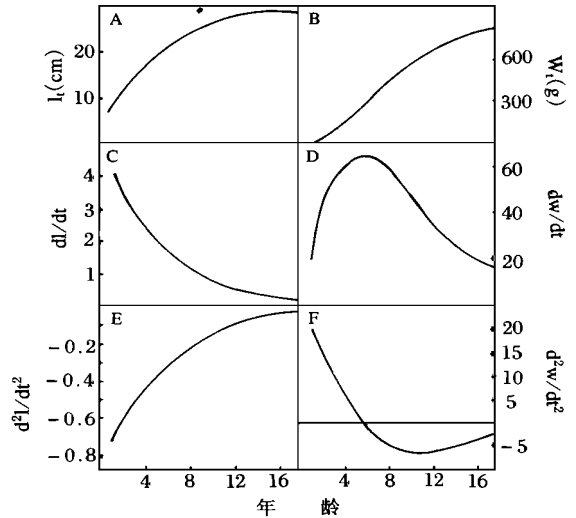


图 2 达里湖鲫生长曲线

Fig. 2 Growth curves of crucian carp from Dali Lake

- A. 体长生长曲线; B. 体重生长曲线;
C. 体长生长速度曲线; D. 体重生长速度曲线;
E. 体长生长加速度曲线; F. 体重生长加速度曲线。

3 讨论

3.1 鲫和其它淡水高龄鱼年龄鉴定问题

对于淡水鱼类的年龄鉴定, 除少数无鳞鱼或鳞片上年轮特征不明显的种类外, 通常仅用鳞片作为年龄鉴定材料。在多数情况下, 用鳞片鉴定年龄的确是一种简便可行的方法, 但对于高龄鱼或在特殊环境条件下生长缓慢的鱼类来说, 仅用鳞片鉴定年龄可能会产生很大误差。

关于鲫的年龄鉴定, 陈佩薰[1959]指出其鳞片上的年轮特征与鲤相似, 为切割型, 此后国内广泛采用这一方法。80年代以来, 我们在研究鲫、鲤、鲢、鳙、团头鲂等淡水经济鱼类年龄时, 同时用鳍条和鳞片做对比, 发现在低龄个体时两者基本一致, 但在高龄鱼时则相差很大, 一般总是鳞片上的年轮数少于鳍条上的。梁兆川[1993]研究碧流河水库鲤、鲫的年龄时也发现同样情况。达里湖鲫从5年轮组开始, 则两种材料鉴定结果出现较大差别, 其年龄读数的吻合率 V

轮为 58%，VI 轮为 40%，VII 轮为 29%，VIII 轮为 8%，IX 轮以后完全不吻合，甚至用鳍条可看到 17 个年轮的个体，鳞片上还看不到 10 个年轮，并且各年轮特征也不十分清楚(图 1-B)。

从 70 年代开始，国外有些学者就指出用鳞片鉴定年龄的局限性[Jessop, 1972; Beamish, 1981]，并对以往用鳞片鉴定过年龄的鱼改用耳石、鳍条或其它硬组织进行再鉴定，所得结论也多用鳞片鉴定年龄较其它材料偏低，有些结果甚至相差很大。如 Low 等 1976 年用鳞片鉴定出北美西海岸重要经济鱼类裸头鱼 (*Anoplopoma fimbria*) 在商业渔业渔获物中主要由 3~ 8 龄组成，而 Beamish 和 Chilton[1981] 改用耳石鉴定其渔获物组成主要为 4~ 40 龄[Beamish 和 Mcfarlane, 1987]。

秦克静[1981] 对白鲢年龄鉴定结果表明，鳞片上年轮读数与支鳍骨和胸鳍条上读数的吻合率，V 轮为 68.4%，VI 轮为 24.5%，VII 轮为 20%，IX 轮为 16.7%，X 轮全部不吻合。VI 轮以上的鱼鳞片上通常比支鳍骨和胸鳍条上少 1~ 3 个轮。

一般鱼类在性成熟后生长速度开始减慢，但有些鱼类由于用鳞片鉴定年龄的局限性，使一些实际上年龄较高的鱼类被人为地归入较低的龄组，使这些龄组的平均体长、平均体重增加，因而出现了性成熟后的生长速度快于性成熟前的结果。由于生长速度的错误判断，不能反映资源的真实情况，组织生产时容易产生失误，特别对生长缓慢的种群，这种误差更大，因此这一问题应引起足够的重视。

在目前国内尚无专门制作鳍条磨片机械的情况下，用鳍条鉴定鱼类年龄比用鳞片更麻烦，尤其是小个体鱼类的鳍条较细，难度更大一点。不过据我们比较研究发现，鲫在低龄时鳞片、鳍条所得结果基本一致，5 轮以下的吻合率可达 90% 以上。所以建议对鲫及鲤、鲢、鳙等淡水经济鱼类的年龄研究，低龄小个体采用鳞片，高龄大个体采用鳍条。

3.2 与 70 年代调查结果的比较

解玉浩[1982] 曾报道 70 年代达里湖鲫的生长情况(表 3)。从表 3 可见，除可能因样本数较少或采集月份的差异等原因，本次调查 1 龄鱼的平均体长、平均体重略小于 70 年代，2 龄鱼平均体长与 70 年代相等外，其余各龄平均体长、平均体重均大于 70 年代。

表 3 达里湖鲫两次调查结果的比较

Table 3 Comparison between the two investigations of crucian carp from Dali Lake

年 龄		1	2	3	4	5	6	7	8
体长(cm)	70 年代	9.2	11.7	13.2	14.5	16.4	18.0	19.2	20.8
	90 年代	7.4	11.7	14.7	16.8	18.6	20.5	21.9	23.2
体重(g)	70 年代	31	66	96	115	158	217	269	341
	90 年代	14	68	113	169	221	289	343	392

根据我们调查，达里湖的环境条件没有太大的变化，含盐量、碱度和 pH 稍有上升，饵料基础基本稳定。因而鲫生长速度加快的原因(湖中另一种经济鱼类东北雅罗鱼生长速度也较 70 年代加快)，只能从种群密度减小来解释。

从历年渔获量的变化看，1975~ 1977 年达里湖年均产量约 66 万公斤，1984 年拖网停止作业后，主要靠冰下大拉网和春天捕进入河道产卵的东北雅罗鱼；1985~ 1989 年年均产量为 60

万公斤; 而 1990~ 1994 年在作业方式相同, 且有的年份网次增加的情况下, 年均产量仅 40 万公斤左右, 看来湖中鱼类资源已明显衰退。

通常情况下, 天然水域中经济鱼类过度捕捞后, 会导致种群结构低龄化、小型化, 如太湖鲫就是如此[殷名称, 1993]。但达里湖的情况不同, 仅是渔获物主要组成部分的龄组降低了, 而生长速度却在加快, 同龄个体的平均体长、平均体重反倒增加了。出现这种情况, 主要与达里湖鱼类区系组成简单有关。在多数天然水体经济鱼类衰退后, 会引起各种小杂鱼数量的暴发。这些小杂鱼生命周期短、适应性强, 增长后由于饵料上的竞争, 会抑制经济鱼类的生长。达里湖仅 5 种鱼类, 小杂鱼有麦穗鱼、达里高原鳅和中华多刺鱼。它们基本都以浮游动物为食, 虽与鲫在食性上有冲突, 但鲫除摄食浮游动物外, 还食腐屑、底栖生物等。另外大个体雅罗鱼以麦穗鱼、达里高原鳅为主要食物, 可对它们的种群数量进行调控。所以尽管鲫和东北雅罗鱼被过度捕捞, 但它们在湖中的生物量仍占有绝对优势。由于湖中鱼类总生物量比 70 年代下降, 而饵料生物量变化不大, 因而每尾鱼拥有的饵料量相对增加了, 可能带来生长的加快。

虽然目前种群密度减小, 生长速度加快, 但与其它一些水域比较, 达里湖鲫的生长速度还是较慢的。如达里湖 6 龄的体长约与梁子湖 4 龄的体长相当。这除了与达里湖地处高寒地区生长期短有关系外, 盐碱性的水质也是影响其生长的一个重要原因。

3.3 资源的合理利用

鲫是达里湖仅有的两种经济鱼类之一, 近年来产量明显下降。究其原因主要是产卵条件恶化所致。由于天旱、水位下降、牲畜在湖边吃草等原因, 繁殖季节很多怀卵鱼无法在湖边找到合适的产卵场所而不得不进入河道产卵。而河道水位受天气、农牧业用水等影响更大, 致使产卵、孵化条件也不好。如入湖的最大一条公格尔河 1989 年夏, 因大旱影响, 断水 27 天, 已孵出的小鲫鱼滞留在小水坑中无法进入大湖而干死。近两年水位虽略有回升, 但仍不能满足鲫的产卵要求。故应积极设法人工改善鲫的产卵条件, 如在湖边围栏、阻止牲畜湖边吃草; 在河口 pH 较低处人工种植水草; 产卵高峰期投放人工鱼巢等。70 年代曾在沙里河口牧场上修建产卵场, 取得一定效果, 今后应继续这项工作, 并逐步改进、完善。

除产卵条件恶化外, 80 年代以来捕捞强度过大、开捕年龄偏小也是引起该湖鲫资源衰退的主要原因。虽说目前鲫的捕捞规格大约与 70 年代相当, 但由于鱼体生长加快, 渔获物的年龄组成却降低了。70 年代渔获物以 5~ 8 龄为主(解玉浩等, 1979), 现在则以 3~ 5 龄为主。达里湖鲫的性成熟年龄是 3~ 4 龄, 体重生长速度拐点是 5.6 龄, 故捕捞年龄可考虑适当提高, 渔获物组成以 4~ 6 龄为主更合适些。近两年产卵条件虽略有好转, 但捕捞量仍应维持在现有水平, 待资源恢复后, 再逐渐提高到 70 年代水平。

另外, 冬网生产时有时在某一网场会遇到低龄鲫集群的情况, 渔获物几乎全为 100g 左右的小个体。对资源破坏较大, 今后遇到这种情况, 应主动避开作业。

(1) 解玉浩等, 1979. 达里湖渔业资源现状和合理利用. 辽宁淡水渔业, (1,2): 115~ 124.

参 考 文 献

- [1] 李思发, 1990. 淡水鱼类种群生态学, 31~ 42. 农业出版社(京)。
- [2] 陈佩薰, 1959. 梁子湖鲫鱼生物学研究. 水生生物学集刊, (4): 411~ 419.
- [3] 余志堂等, 1959. 黑龙江流域鲫鱼的种群变异和生态资料. 水生生物学集刊, (2): 200~ 209.
- [4] 费鸿年、张诗全, 1990. 水产资源学, 254~ 272. 中国科学技术出版社(京)。
- [5] 殷名称, 1993. 太湖鲫鱼生物学调查和增殖问题. 动物学杂志, 28(4): 11~ 16.
- [6] 钱世勤、胡雅竹, 1980. 绿鳍马面鲀年龄和生长的初步研究. 水产学报, 4(2): 197~ 205.
- [7] 秦克静, 1981. 用支鳍骨鉴定白鲢年龄的研究. 鱼类学论文集(第一辑), 117~ 124. 科学出版社(京)。
- [8] 梁兆川, 1993. 碧流河水库鲤和鲫生长特性及其利用的研究. 大连水产学院学报, 8(2、3): 33~ 42.
- [9] 解玉浩等, 1982. 达里湖鲫鱼的生物学. 动物学杂志, (1): 33~ 37.
- [10] 戴定远, 1964. 白洋淀鲫鱼的几项生物学资料. 动物学杂志, 5(1): 30~ 33.
- [11] Beamish, R. J., 1981. Use of fin-ray sections to age walleye pollock, Pacific cod, and albacore, and the importance of this method. *Trans. Ame. Fish. Soc.* 110: 287~ 299.
- [12] Beamish, R. J. and G. A. Mcfarlane, 1987. Current trends in age determination methodology, 15~ 42. In Summerfelt, R. C. and G. E. Hall(ed), *Age and growth of fish*, Iowa state University Press, Ames, Iowa, U. S. A.
- [13] Jessop, B. M., 1972. Ageing round whitefish (*Prosopium cylindraceum*) of the Leaf River, Ungava, Quebec, by otoliths. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 29: 452~ 454.

AGE AND GROWTH OF CRUCIAN CARP IN DALI LAKE

Jiang Zhiqiang and Qin Kejing
(Dalian Fisheries College, 116023)

ABSTRACT Age and growth of crucian carp (*Carassius auratus*) in Dali Lake, a saline-alkaline lake situated in the Inter-Mongolia plateau were studied. Both the third ray of anal fin (Spinous soft ray) and scale were used as the material for age determination. The result showed that the scale was a better material for age determination at the age below 5, while the third ray of anal fin was a superior one at the age 5 and above. The Von Bertalanffy growth equations as follows:

$$L_t = 30.1 [1 - e^{-0.1797(t + 0.5589)}]; \quad W_t = 832.3 [1 - e^{-0.1797(t + 0.5589)}]^3$$

which were established based on the age, length at age and weight at age, which indicated a higher growth speed than that in 1970's. Considering the declining of the yields in recent years, we suggest here two management measures of improving spawning condition and control the capture size for the conservation of resource.

KEYWORDS Dali Lake, *Crucian carp*, Age, Growth