

池沼公鱼在水库中的栖息活动规律 及种群结构变化特性*

解玉浩 李 勃

(辽宁省淡水水产研究所, 辽阳)

摘 要

本文主要调查研究了凤城土门水库和辽阳汤河水库的池沼公鱼栖息活动及群体结构变化规律。公鱼的周年栖息活动主要是围绕摄食、产卵而进行节律性洄游。研究表明,影响摄食洄游的主要因素为温度、光线和饵料的分布,摄食的水温范围是 $0.5-28^{\circ}\text{C}$,旺盛摄食温度为 $2-26^{\circ}\text{C}$ 。3月上中旬水库上游河道冰雪开始融化,公鱼从冰下上溯到解冻的河道产卵(水温 $4-7^{\circ}\text{C}$)。影响产卵的主要因素是水温、水位、流速、底质、气候与时间节律。栖息活动的特点是集群、喜低温、避光。

公鱼的种群结构存在着适应性变化,新移入的公鱼由于饵料保障等生态条件的改善,生长很快,同龄鱼体明显大于原产地。第二年因产卵繁殖,种群密度增加而生长速度下降。第三年生长趋于稳定。雌雄性别组成大体相等,但产卵群体雌性比例显著增高,这利于群体数量的增长。

关键词: 池沼公鱼, 水库, 活动规律, 种群结构。

池沼公鱼(*Hypomesus olidus* Pallas)是鲑形目胡瓜鱼科的小型经济鱼类。近年来我国北方一些水库移植成功并已开始形成产量。

国内有关公鱼栖息活动规律尚未见报道,仅对其群体结构作过简单记述^[1,2]。日本学者在公鱼资源调查和生物学研究中,多有论及公鱼群体结构和洄游规律^[3-8],但水域环境多系浅水湖泊,与我国公鱼栖息水域(山谷丘陵水库)的生态环境差异较大。

本文主要报道公鱼在移植水库里的栖息活动规律及群体结构变化,以期为公鱼资源增殖与合理利用提供依据。

一、调查样地与研究方法

1985年10月至1988年7月以凤城土门水库为重点,以辽阳汤河水库为辅助点采样调查。两水库均为大型山谷水库,面积分别为15.1平方公里和44.4平方公里。土门水库容量为18600万立方米,可养鱼水面1.4万亩;最大水深34.4米,平均深度15.5米。每年12月下旬结冰,翌年4月初解冻。库水水位周年有规律地变化,一般6月底至7月初水位最低,9—10月水位最高。汤河水库容量为72280万立方米,可养鱼水面3万亩;最大水深30米,平均深度15米。结冰期和水位变化规律同土门水库。

春季产卵期用张网或拉网捕取水库上游河道或水库岸边产卵的鱼群;4—12月用机船拖网(囊网网目0.8厘米)每双月在水库中下游定点定时昼夜在不同水层拖捕。同时用刺目(网目

* 参加工作的还有李殿伟、乔 辉同志。此外土门水库、汤河水库的领导和渔工给予大力协助,谨此致谢。
本文于1988年9月29日收到。

0.8—1.2厘米)昼夜定点设置于不同水层捕鱼;6—7月用仔鱼拖网(大孔号筛绢制成口径0.5米和1米的圆锥形)拖捕不同水层的仔鱼;1月份用刺网冰下捕鱼。每次都记录捕捞结果,统计网次产量,同时测定分层水温(用半导体温度计)、水的透明度,并记录天气、风浪等情况。如捕获公鱼多,则可随机取样。将样品用4%甲醛等渗液固定,带回实验室测定体长、体重、性别和成熟期,部分样品剖察胃肠食物。最后综合分析栖息活动规律和群体结构变化。

二、分析结果

1. 公鱼周年栖息活动规律

春季是公鱼进行产卵洄游的产卵期。土门水库1987年3月23—26日为公鱼上溯产卵高潮期,水温为4—7℃,鱼群顶着0.2—0.4米/秒的流速,上溯到水深10—30厘米的砂石底质处产卵。在上溯高潮时,宽2.5米、长40米平均水深20厘米的河道中鱼群约达8万尾。公鱼上溯产卵是在傍晚和夜间,白天则隐蔽于河口外的冰下觅食。4月初水库解冻后,少数鱼仍溯流产卵,但远不及高潮时上溯鱼群密度大。5月上旬水温16℃时仍有少部分鱼产卵。

4月中旬至6月中旬,产完卵的个体退到水库中下游深水区觅食。此阶段鱼体衰弱,行动迟缓。

夏季鱼群集居于水库中下游水温26℃以下的深水区,白天潜入较深水层觅食,傍晚和夜间到水上层和岸边处摄食。因此,白天机拖网、刺网于2.0米以上水层难以捕见公鱼,但夜间可在水的上层和岸边水域捕获。坝前10—15米深水区,是公鱼群集处,每提闸放水有大量公鱼流出。夏季通常肠胃充塞度Ⅲ—Ⅳ级,但水温在28℃左右时,摄食强度明显下降,只有Ⅰ—Ⅱ级。

秋季是公鱼旺盛摄食季节,鱼群主要栖居于水库中上游,白天在较深水层,傍晚和夜间到表层和岸边摄食。冰封前的11月中下旬至12月上旬,鱼集大群向水库深水区汇集,行动较为迟缓,渔获量较高。

冬季在全库冰下水层均有分布,有时透过明冰可观察到公鱼群体游动,冰下刺网可有效地捕捞。公鱼在冬季继续摄食。土门水库1月冰下捕获的公鱼,肠胃平均充塞度为Ⅲ级。胃含物为单一的浮游动物,主要是枝角类的象鼻溞(*Bosmina*),次为桡足类。

2. 公鱼群体结构的变化

由图1分析公鱼群体结构的年度变化特性。1985年10月捕获的群体,体长范围72—107毫米,平均体长 92.5 ± 0.32 毫米,频率高峰(28.11%)出现在90.1—95.0毫米体长组。1986年3月产卵群体的体长范围79—145毫米。平均体长 102.28 ± 0.23 毫米,第一个频率高峰位于100.1—105(32.79%)毫米体长组,第二个微弱的频率高峰位于120.1—125.0(1.05%)毫米体长组。第一个高峰的体长比1985年10月的高峰体长明显增大,表明从10月份至翌年3月份公鱼体长有明显增长。1987年4月份产卵群体体长范围67—143毫米,平均体长 82.80 ± 0.29 毫米,两个频率高峰分别位于80.1—85.0(37.49%)、110.1—115.0(3.05%)毫米体长组,比1986年的明显下降。1988年3月产卵群体体长范围65—112毫米,平均体长 82.59 ± 0.25 毫米,体长频率高峰位于80.1—85.0毫米体长组(32.03%),与1987年的非常接近。

1985年10月的群体主要是当年春天移放卵孵出的,全系当年鱼。1986年春产卵群体由两个年龄组组成,1龄鱼占98.5%,2龄鱼只占1.5%。2龄鱼是1984年移植放流的少量仔鱼

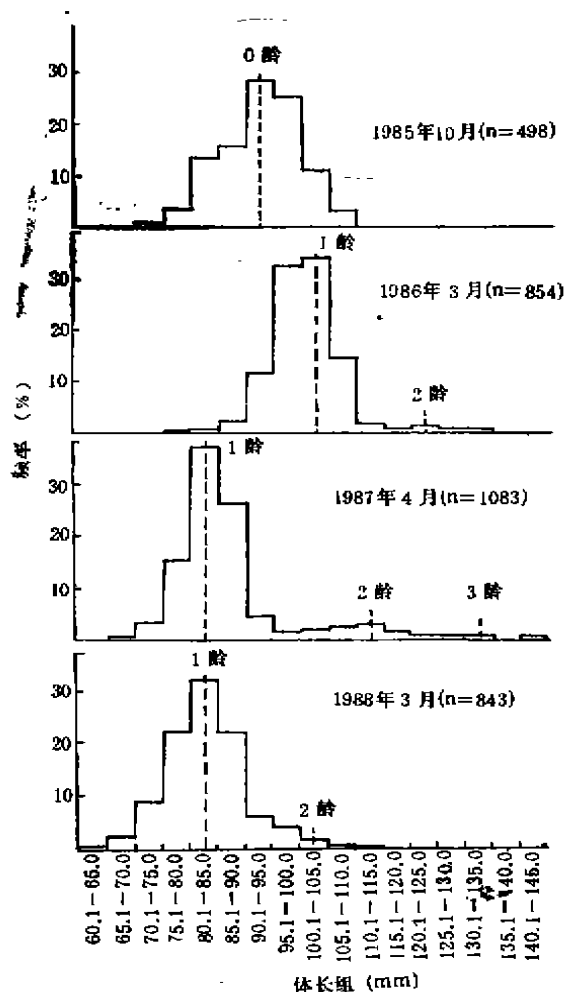


图 1 土门水库公鱼体长频率分布的年度变化

Fig. 1 Annual change of length frequency distribution of pond smelt in the Tumen reservoir

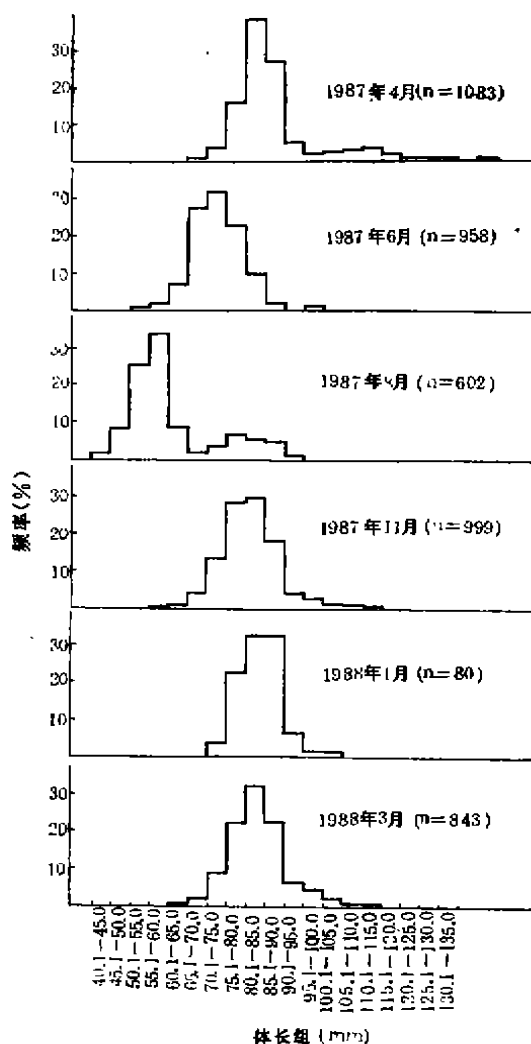


图 2 土门水库公鱼体长频率分布的周年变化

Fig. 2 Changes of length frequency distribution of pond smelt throughout the year in the Tumen reservoir

存活下来的。1987年春产卵群体由3个龄组组成, 1龄鱼占89.1%, 2龄鱼占10.62%, 3龄鱼仅占0.28%。1988年3月产卵群体有两个龄组, 1龄鱼占90.75%, 2龄鱼占9.25%, 没有出现3龄鱼。

1985年秋和1986—1988年春产卵期随机抽样统计的性比列于表1。1985年雌性占41.6%, 雌雄性比为1:1.40; 1986、1987两年产卵期, 雌性比例明显较低, 雌雄性比为1:4.52、1:3.13; 如按年龄组分别统计, 1987、1988两年产卵期, 均是1龄鱼雌性比例低, 2龄鱼雌性比例高。

图2表明了公鱼体长频率分布的周年变化, 1987年4月渔获公鱼群体体长67—143毫米, 频率分布高峰分别位于80.1—85.0、110.1—115.0毫米体长组。6月份体长54.0—98.0毫

表 1 土门水库公鱼的性比变化

Table 1 The changes of sex ratio of pond smelt in the Tumen reservoir

时间(年.月)		1985.10		1986.3—4		1987.3—4		1988.3—4	
性 别		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
总 尾 数		125	89	1638	362	3824	1219	814	714
占总数百分比(%)		58.4	41.6	81.9	18.1	75.8	24.2	53.3	46.7
其 中	1 龄鱼尾数	—	—	—	—	3700	1029	755	842
	占 1 龄鱼(%)	—	—	—	—	78.2	21.8	54.0	46.0
	2 龄鱼尾数	—	—	—	—	124	190	59	72
	占 2 龄鱼(%)	—	—	—	—	39.5	60.5	45.0	55.0

米, 频率高峰位于70.1—75.0毫米, 这一体长明显小于4月份。因4月份采集样品是取自水库上游产卵场, 上溯到上游产卵的都是同龄鱼群中个体较大的; 产卵场上鱼群中雄性比例高, 而同龄鱼中雄鱼个体较大; 产卵群体中2—3龄鱼出现比率较高。8月份公鱼体长范围41.0—93.0毫米, 是周年中的最低值。由于当年公鱼已达到捕捞最低规格, 渔获体长频率的两个高峰中, 代表当年公鱼体长频率的高峰位于55—60毫米(33.72%); 代表1⁺龄的体长频率高峰位于75—80毫米(6.48%)。11月份公鱼体长范围59—113毫米, 鱼群的主体是当年鱼, 频率高峰由8月份的55—60毫米增长到80—85毫米。1988年1月公鱼体长范围72—101毫米, 频率高峰位于80.1—90.0毫米(53.6%), 样品取自冰下刺网(网目1厘米), 对同龄鱼较大个体有选择性, 所以平均体长和高峰体长是周年中最大值。1988年3月平均体长和高峰体长同1987年4月值较为接近, 表明产卵群体的体长组成基本一致, 也反映出从11月份到翌年3月鱼体长度没有明显增长, 与自公鱼1985年10月刚移入水库到1986年3月的这一时期鱼体长度明显增长形成对照。因公鱼移入水库后, 由于生态环境的改善, 生长速度加快。但1986年春自然繁殖和人工采卵孵化放流了大批仔鱼, 水库中鱼群密度急剧增加, 群体密度达到一定程度后, 此阶段营养主要消耗于性腺发育^[2], 生长变慢。

由表2可知公鱼群体年龄组成的周年变化状况。调查表明: 1龄鱼为主体, 约占90%;

表 2 土门水库公鱼年龄组成的周年变化(%)

Table 2 The age composition of pond smelt in the Tumen reservoir

时间(年.月)		1987.4	1987.6	1987.8	1987.11	1988.1	1988.3
年 龄 组	样 本 数	n=1083	n=958	n=602	n=999	n=80	n=843
0		0	0	78.41	94.8	0	0
0 ⁺		0	0	0	0	95.0	0
1		89.1	99.9	0	0	0	90.75
1 ⁺		0	0	21.59	4.5	5.0	0
2		10.62	0.10	0	0	0	8.25
2 ⁺		0	0	0	0.7	0	0
3		0.28	0	0	0	0	0
合 计		100	100	100	100	100	100

2 龄鱼除 8 月份占 21.59% 外, 11 月至翌年 1 月占 4.5—5.0%; 产卵期 2 龄鱼占 10% 左右, 3 龄鱼占 0.7%。

三. 讨 论

1. 公鱼的周年栖息活动有明显的产卵洄游和摄食洄游。产卵洄游包括解冻前从冰下向上游河道洄游产卵、解冻后从较深水区向岸边洄游产卵和产卵后退向水库中下游的洄游, 历时 3 个月左右(3 月初至 6 月初)。在这一时期内除产卵时鱼不摄食外, 产卵前后或产卵间隙均摄食, 只是摄食强度明显较低。公鱼对初春的温度变化非常敏感。每当 3 月上旬天气转暖, 冰下水温逐渐升高时, 公鱼便开始上溯洄游。最低水温 3℃, 一般 4—7℃ 便开始产卵。影响产卵洄游的主要因素是水温、水位、流速流量、底质、天气和时间节律。水温稳步升高和水位上涨是产卵的刺激因素, 水温骤降或水位下跌则是产卵的抑制因素。流速流量大则引诱上溯产卵的群体数量多。公鱼喜晴暖无风的天气选择砂石底质或有枯萎植物体处产卵。时间节律明显, 傍晚和夜间产卵, 白天不产卵。产卵之后部分在产卵场附近陆续死亡, 大部分退到中下游挣扎摄食, 恢复体力。在恢复体力过程中, 少部分个体可存活下来, 观察表明存活率约为 5—15%。公鱼的摄食洄游, 白天一般在 2.0 米以下较深水层摄食, 傍晚和夜间游向表层和岸边摄食。影响摄食洄游的主要因素是温度、光线和饵料生物的分布。

上述分析表明: 公鱼栖息活动的特点是集群、喜低温、避光。

2. 公鱼系生命周期短的鱼类, 群体消长变化比较快, 结构简单。土门水库公鱼的年龄结构, 由 1984 年移入后的 1 个龄组, 到 1988 年已繁生了 4 个世代定居下来之后最多由 3 个龄组组成, 但 2、3 龄组比例很少。这与我国公鱼原产地——水丰水库和日本、北美阿拉斯加一些湖泊里公鱼的年龄组成是一致的^[1, 5-7]。

蒙纳斯蒂尔斯基最早划分了鱼类产卵的三种类型^[8]。以后的许多学者研究表明, 同一种鱼在不同年份产卵类型可能有变化, 如北里海的拟鲤有的年份属于第二产卵类型, 补充群体大于剩余群体; 有的年份属于第三产卵类型, 剩余群体大于补充群体。在不同年份和不同生态条件下, 同一种鱼属于第一产卵类型或第二产卵类型亦有变化^[9]。土门水库、汤河水库的公鱼产卵群体都稳定地由 90% 左右的补充群体和 10% 左右的剩余群体组成, 无疑属于第二产卵类型。

鱼类群体结构的变化是鱼类对生存条件变化的适应, 在食物保障程度高的有利条件下, 群体数量增加很快, 而当食物保障恶化时, 其中也包括群体密度增加的结果, 增殖速度变慢或以改变生长速度、改变体长幅度等途径缩减群体数量^[9]。土门水库公鱼群体明显展示了上述规律性变化。1985 年移入的公鱼, 由于生态条件的改善, 生长很快, 到 1986 年春平均体长 102.28 ± 0.23 毫米, 显著大于原产地同龄鱼体长 (74.3 毫米)。1986 年春自然繁殖和人工采卵孵化放流了大批仔鱼, 鱼群密度急剧增加, 而鱼的生长速度和体长幅度下降, 1987 年春平均体长 82.80 ± 0.29 毫米。1987 年没有人工放流, 世代产量仅由自然繁殖形成, 但剩余群体的数量较大, 整个群体密度与上年相当, 饵料保障条件相对稳定, 反映在群体体长结构上也较稳定, 1988 年春平均体长为 82.59 ± 0.25 毫米。

鱼类群体的性别结构也具有适应特性^[9]。公鱼群体正常雌雄性比大体为 1:1。但产卵群体中雄性比例显著增高, 如土门水库 1986 年春 2000 尾产卵个体中, 雄鱼占 81.9%, 1987 年春

5043尾中雄鱼占75.8%(表1)。产卵期雄性比例增高有两种因素,一是同龄鱼中个体较大的雄鱼游泳力强,率先溯抵上游;二是雌鱼是一次性产卵,而雄鱼反复多次排精,雌鱼产卵后离开产卵场而雄鱼仍留在产卵场。这无疑有利于提高卵的受精率,从而有利于群体数量的增长。

按年龄组统计性比,1龄鱼雄性比例高(54.0—78.2%),而2龄鱼雌鱼比例高(55.0—60.5%)。这可能是产卵后由于雄鱼性疲劳死亡率较高所致。存活下来的鱼雌性占优势,利用补充群体中占优势的雄性来达到利于种群繁衍的目的。

参 考 文 献

- [1] 解玉浩,朴英平,1984,水丰水库池沼公鱼生物学,水生生物学集刊 8(4):457—468.
- [2] 解玉浩,李勃等,1988,池沼公鱼移植放流的试验研究,水生生物学报 12(4):344—354.
- [3] 宇藤 均、坂崎繁树,1983,網走湖产ウカサギの生活史,第一报,網走湖におけるウカサギ漁業の歩みと生活史研究の現状,北水試月報 40(7):147—158.
- [4] 宇藤 均、坂崎繁树,1987,網走湖产ウカサギの生活史,第三报,降海及び溯河移动について,北海道立水产試験場報告 (29)1—18.
- [5] Hamada, K., 1961, Taxonomic and ecological studies of the genus *Hypomesus* of Japan, *Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 9(1):1—66.
- [6] Sato, R., 1950, Biological observation on the pond smelt *Hypomesus olidus* (Pallas), in lake Kogawa, Aomori Prefecture, Japan. I. Habits and Age composition of the spawning fishes, *Tohoku Journal of Agricultural Research*, 1(1):87—95.
- [7] Mcphail, J.D. and C.C. Lindsey, 1970, Freshwater Fishes of Northwestern Canada and Alaska, *Fisheries Research Board of Canada Bulletin* (173):201—203.
- [8] 蒙纳斯蒂尔斯基, Г.Н.(著)1949, 徐慈昭译, 1955,《论鱼类产卵群体的类型》,《论鱼类数量变动的规律》,第24—41页,科学出版社.
- [9] Никольский, Г.В., 1974, Теория динамики стада рыб, 143—197, Пищевая промышленность, Москва.

BEHAVIORS OF POND SMELT (*HYPOMESUS OLIDUS*) AND THE CHANGES IN ITS POPULATION STRUCTURE IN TWO RESERVOIRS

Xie Yu-Hao Li Bo

(Liaoning Province Institute of Freshwater Fishery, Liaoyang)

This paper deals with the behaviors of pond smelt and the changes in its population structure in the Tumen Reservoir, Fengcheng, and the Tanghe Reservoir, Liaoyang. The anniversary behaviors of pond smelt are significantly central to the rhythmical migrations for feeding and spawning. It has been found that the major factors affecting the feeding migration are temperature, light and food distribution, and the feeding was conducted generally at a temperature in the range of 0.5—28°C and intensively at a temperature