

水丰水库的池沼公鱼生物学*

解玉浩 朴笑平

(辽宁省淡水水产研究所)

提 要

本文报道了 1942 年横断鸭绿江而成的水丰水库的池沼公鱼生物学, 内容包括性状变异、年龄和生长、食性、繁殖、群体结构、群体消长变化及渔业利用。

水丰水库的池沼公鱼一龄体长(到尾叉的体长, 后同) 74 毫米, 体重 3 克; 二龄体长 99 毫米, 体重 6.5 克。体长体重关系式: $\log W = 2.5306 \log L - 1.7590$ 。主要以浮游动物为食, 但不同栖息地点食物组成有明显差异。一龄即达性成熟; 性比为 1♀:1.24♂; 个体繁殖力 905—19051 粒, 平均 4330 粒; 个体繁殖力 Y (百粒鱼卵) 与体长 L (厘米) 的相关方程式为

$$Y = 58.4860L - 402.7606;$$

群体增殖速度 (V_p) 等于 1494; 4 至 5 月在水库岸边产卵, 卵粘性, 水温 10—15℃, 约经 12 天孵出仔鱼。群体由 1—3 龄 3 个龄组组成, 1321 尾标本的平均年龄为 1.15; 65.1—80 毫米体长组的个体为主要渔获对象, 占整个渔获的 65.5%。池沼公鱼是目前水丰水库第一位的经济鱼类, 1982 年鱼产量 120 万斤, 占总鱼产的 57.8%。

池沼公鱼 (*Hypomesus olidus* (Pallas)) 是鲑形目胡瓜鱼科的一种小型淡水经济鱼类。分布于北太平洋的北美沿岸的加拿大、美国阿拉斯加, 亚洲沿岸的苏联、日本、朝鲜^[2,4,5,6,7,8], 在我国见于黑龙江、乌苏里江、图们江、鸭绿江及辽东半岛的大洋河、大西山水库等。这种鱼个体虽小, 但是质嫩而特具黄瓜味, 清香可口, 淡干品可与著名的银鱼媲美。产量较高, 具有一定的经济价值。1981 年 10 月至 1983 年 2 月我们参加黑龙江水系(包括鸭绿江)渔业资源调查期间, 对 1942 年横断鸭绿江而成的水丰水库的公鱼生物学进行了调查研究。

一、性状变异

测定了 100 尾用等渗福尔马林液固定的标本, 全长 64—133 毫米, 体长(到尾叉的体长, 后同) 60—124.5 毫米(表 1)。水丰水库公鱼的比例性状与北美、苏联、日本、朝鲜的公鱼比较无明显差异, 而可数性状的纵列鳞、鳃耙、脊椎骨数高于上述地区的标本; 幽门盲囊(2—5) 多于北美、苏联、日本的标本(0—4) 而少于朝鲜的标本(4—7); 背、臀、胸鳍条

* 本文初稿承中国科学院水生生物研究所曹文宣副研究员审阅, 并提出了宝贵意见; 崔仁杰同志翻译朝文资料, 均此致谢。

编辑部收到稿件日期: 1982 年 8 月 2 日。

表 1 池沼公鱼的主要性状
Table 1 Measurements from 100 specimens of pond smelt

测定项目		变 幅	M±m	σ
比例性状 (%)	体高/体长	12.39—18.63	15.19 0.12	1.22
	体厚/体长	6.76—13.17	9.19 0.11	1.08
	头长/体长	17.58—22.69	20.48 0.09	0.93
	尾柄长/体长	5.66—9.37	7.24 0.08	0.74
	尾柄高/体长	5.56—7.13	6.28 0.03	0.29
	吻长/头长	22.90—34.12	28.47 0.18	1.82
	眼径/头长	21.40—31.51	27.76 0.19	1.90
	眼后头长/头长	38.52—50.00	44.99 0.22	2.16
	尾柄长/尾柄高	86.41—153.20	114.19 1.44	14.42
	胸鳍条长/胸腹鳍距	51.58—76.24	60.62 0.51	5.08
可数性状	背鳍分枝鳍条	7—9	7.19 0.04	0.42
	臀鳍分枝鳍条	12--15	13.58 0.06	0.60
	胸鳍分枝鳍条	10—12	10.27 0.05	0.51
	纵列鳞	58—65	61.21 0.14	1.42
	鳃耙数	28—37	31.87 0.17	1.67
	脊椎骨数	53—59	55.56 0.10	0.97
	幽门盲囊数	2--5	3.84 0.09	0.86

数明显低于朝鲜的标本（相应数值为 9—12、14—20、11—16）而与其他地区的接近^[4,5,7,8]。这些差异可能与属于不同生态类群有关,如 Chyung 记述朝鲜的公鱼是洄游性的^[5],而水丰水库公鱼是淡水定居性的。或者在分类上存在混淆也有可能。

雌雄鱼性状无明显差异,唯雄鱼的相对体高较小,胸鳍条较长,臀鳍分枝鳍条数稍多。

二、年 龄 与 生 长

1. 年龄鉴定方法 用鳞片和鳃盖骨对照鉴定了年龄。鳞片上的年轮特征是在侧区形成的环纹切割。鳞片后区呈浅弯弓形的环纹在两侧区中断,形成空白区,当年轮形成时,半圆形环纹在两侧区不中断,与中断的环纹形成切割,并与前区的环纹对应形成同心扁圆,即为年轮(图 1)。由中心向后区最宽处引线测得鳞片半径和轮距,进行生长退算。

2. 年轮形成时期 4 月下旬个别标本鳞片上新年轮刚出现,5 月份部分标本鳞片上已形成年轮,6 月份鳞片边缘上全部出现新年轮,10 月中旬全部鳞片在年轮外有 5—11 个新环纹。公鱼产卵期在 4 月上旬至 5 月中旬,这表明年轮形成是在产卵之后旺盛摄食的 5—6 月间。

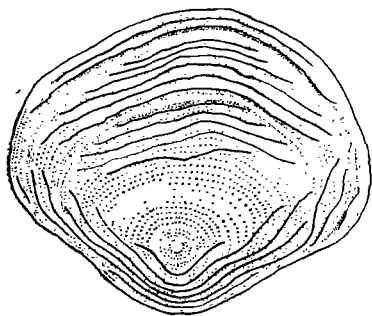


图 1 公鱼鳞片上的年轮特征
Fig. 1. Annulus on scale of pond smelt

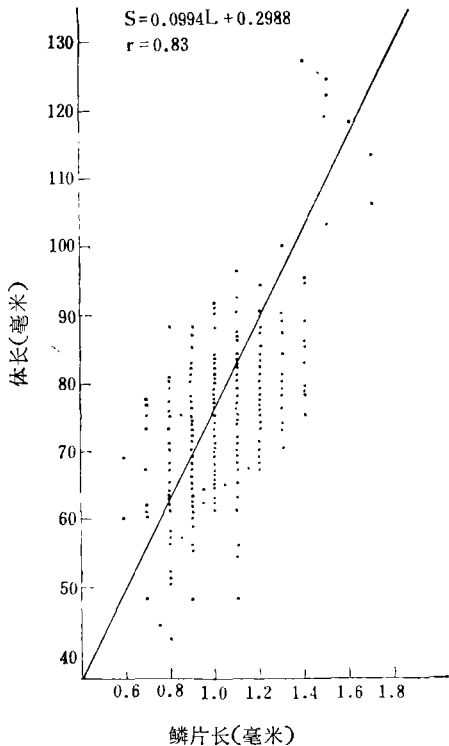


图 2 池沼公鱼体长与鳞长关系图
Fig. 2. Relationship between scale length and body length of pond smelt

3. 鳞长和体长关系 鳞长和体长成比例生长而呈直线相关(图 2)。330 号样品计算结果,其关系式为 $S = 0.0994L + 0.2988$ (S 为鳞长,毫米;L 为体长,厘米)。

4. 生长率 实测体长,2 月份的 1 冬龄鱼平均为 66.1 毫米,1 龄平均为 74.25 毫米,2 龄 99.70 毫米;实测体重,2 月份的 1 冬龄鱼平均为 2.87 克,1 龄平均 2.97 克,2 龄 6.51 克。雄鱼生长稍快于雌鱼。实测 1 龄鱼,雄鱼平均体长 75.72 毫米,体重 3.10 克,雌鱼 73.44 毫米,体重 2.88 克。推算体长稍小于实测值(表 2)。

表 2. 池沼公鱼的生长率(体长: 毫米;体重: 克)
Table 2. Growth rate of pond smelt (body length:mm, body weigh:g)

实 测						退 算		
年 龄	样品数	体 长		体 重		样品数	L ₁	L ₂
		范 围	平均	范 围	平均			
0+	43	56.0—80.0	66.10	1.43—5.60	2.87			
1	104	61.0—94.0	74.25	1.47—4.92	2.97	71	65.8	
2	10	91.0—116.0	99.70	4.35—12.10	6.51	10	76.9	97.6

春秋两季相同体长的鱼体重相差很大。春季产卵期平均体长 83.1 毫米的鱼,平均体

重 3.65 克,平均肥满度系数 0.634;而秋季平均体长 83.7 毫米的鱼,平均体重 5.42 克,平均肥满度系数 0.942,秋季的体重要比春季的增加 32.7%。

5. 体长体重关系 根据春季采集的 200 尾体长 56.1—106.0 毫米的样品实测数据,按 $W = aL^b$ 公式计算,得出体长体重关系式 $W = 0.01742L^{2.5306}$ 。

三、食 性

1. 摄食频率和摄食强度 公鱼摄食频率和摄食强度的变化列于表 3。春季 4—5 月份是公鱼的产卵期,4 月份样品中,空肠率 8—40%,平均为 24.9%。虽大多数个体摄食,但摄食强度较低,胃肠充塞度多 I—II 级,胃肠饱满度指数平均为 49.96。生殖腺处于产卵状态(V 期)的个体,胃肠内仍有食物,这表明在产卵间隙有的鱼仍进行摄食活动。产卵之

表 3 池沼公鱼摄食频率和摄食强度的变化

Table 3. Changes of the frequency and intensity of ingestion food in pond smelt

时 间 (年·月)	样品数	摄食个体的%	空胃肠个体的%	多数摄食个体胃肠 充塞度*	平均胃肠饱满 指数**
81.10	40	100	0	I—II	34.94
82.4	406	75.1	24.9	I—III	49.96
82.6	135	100	0	III—IV	157.64
82.8	60	93.3	6.7	II—IV	112.37
82.12	65	95.4	4.6	I—III	56.58
83.2	50	96.0	4.0	II—III	70.55

* 按 Лебедев 0—5 级标准。 ** 饱满指数公式为 $\frac{\text{食物团重}}{\text{鱼体重}} \times 10,000$ 。

后,旺盛摄食,6 月份的样品没有出现空肠的个体,胃肠充塞度多为 II—IV 级,胃肠饱满度指数 45.9—307.4,平均为 157.64。8 月份摄食频率有所降低,空肠个体占 6.7%;但摄食强度仍很大,平均胃肠饱满度指数为 112.37。10 月份虽没有出现空胃肠个体,而摄食强度大幅度下降,多数个体胃肠充塞度为 I—II 级,平均胃肠饱满度指数为 34.94。10 月份的样品是从水面捞取的被炸死的鱼体,不是捕取活体鱼马上固定的,这可能是充塞度和饱满指数明显低的原因。12 月份样品空胃肠个体占 4.6%,平均胃肠饱满指数 56.58。翌年 2 月,摄食强度增强,胃肠充塞度多数为 II—III 级,胃肠平均饱满指数为 70.55。

公鱼是全年都摄食的鱼类,产卵期摄食频率和摄食强度明显降低,产卵后的 1—2 个月出现摄食高潮,胃肠充塞度和饱满指数达到最高值。

2. 食物组成

(1) 食物出现频率 检查 325 尾样品的食物出现频率(表 4)。在 12 种食物成分中,枝角类和桡足类出现频率最高,分别为 77.2% 和 66.5%,是公鱼一年四季中的主要食物。其次是轮虫,出现率为 27.1%,但轮虫个体细小,数量也不多,食物意义不大。植物碎屑和藻类,出现率为 16.9% 和 9.2%,但数量较少,体积纤细,食物意义很小,很可能在摄食枝角类、桡足类时被动带入的。鱼卵和摇蚊幼虫总的出现率不高,但在岸边产卵场或浅滩处采集的样品中,这两种食物占着重要地位。

表 4 池沼公鱼食物出现率 (325 尾样品)

Table 4. Appearing frequency of food occurrence in pond smelt (n = 325)

食物种类	藻类	植屑	原生动物	轮虫	枝角类	桡足类	摇蚊幼虫	毛翅目幼虫	昆虫	虾	鱼卵	仔鱼
出现次数	30	55	10	88	251	216	24	1	22	1	40	1
出现频率%	9.2	16.9	3.1	27.1	77.2	66.5	7.4	0.3	6.8	0.3	12.3	0.3

(2) 不同季节不同地点的食物组成 公鱼的食性没有显示出明显的季节变化，一年四季食物组成雷同，都是以枝角类和桡足类为主要食物。而且食物中的优势种属也很接近，枝角类为象鼻溞 (*Bosmina*)，秀体溞 (*Diaphanosoma*)，桡足类为猛水蚤 (*Canthocamptus*)，剑水蚤 (*Cyclops*) 等。

同一时期来自不同地点的样品，其食物组成却有很大差别。1982 年 4 月 24—26 日捕自水库上游浅滩处 (大青沟) 的样品，食物团重量组成 (各类生物计数个数，浮游动植物测得优势种类的大小，换算成湿重¹⁾；其他食物按实测湿重计算)，以桡足类最高，为 51.37%，次为摇蚊幼虫 (24.14%)。捕自水库中游岸边产卵场的样品，鱼卵占第一位，为

表 5 1982 年 4 月捕自不同地点公鱼的食物团重量组成 (%)

Table 5. Weight composition of food in different habitat of pond smelt (%)

食物种类 \ 地 点	水库上游浅滩 (33 尾)	水库中游岸边产卵场 (58 尾)	水库下游敞水区 (50 尾)
藻 类	3.42	0	0
轮 虫	0.10	8.71	0.07
枝 角 类	3.17	22.17	86.42
桡 足 类	51.37	22.75	9.81
摇蚊幼虫	24.14	0.06	0
昆 虫	4.39	1.06	3.70
鱼 卵	9.25	45.25	0
仔 鱼	4.16	0	0

45.25%，桡足类和枝角类次之，分别占 22.75% 和 22.17%。采自水库下游敞水区上层的样品，枝角类占绝对优势 (86.42%)，次为桡足类，为 9.81% (表 5)。

食物构成的这种差别显然与水域饵料生物组成及其易得性有关。公鱼本是上层鱼类，但在水库上游浅滩处，水深从十几厘米到 1—2 米，淤泥底质，在以摇蚊幼虫为主的底栖动物较为丰富的条件下，能以摇蚊幼虫为主要食料 (出现频率 45.5，最多的一个胃里有 19 条摇蚊幼虫)，是与其喜食易得分不开的。在水库中游产卵场上采得的公鱼食性样品中，同种的鱼卵为主要食物 (出现频率 50.0，最多一个胃里含有 80 余粒鱼卵)。吞食的鱼卵直径 0.7—1.0 毫米，多数未见动物极隆起，少数鱼卵可见不正常的卵裂，吞食鱼卵的多为雄鱼。根据这些情况推断，被吞食的很可能是雌鱼排出尚未沉落的处于悬浮状态鱼卵。从食物营养的角度看，这样的鱼卵是最易得的“美味佳肴”了。

3. 食物的选择性 1982 年 4 月下旬在水库下游敞水区拖捕公鱼标本的同时，采集了

1) 全国渔业自然资源调查和渔业区划淡水专业组：1980，内陆水域渔业自然资源调查试行规范。

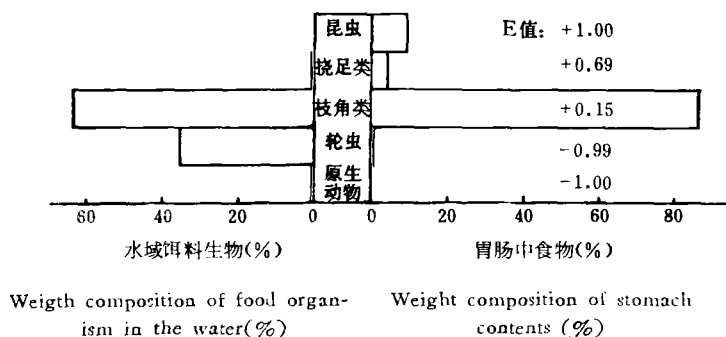


图3 池沼公鱼胃肠含物与水域饵料生物重量组成的比较

Fig 3. Selective index for food of pond smelt

水中浮游生物定量标本。上中层水域饵料生物的重量组成与公鱼胃肠含物重量组成对照可以看出,水域中没有采到的昆虫(主要是双翅目 Diptera, 鞘翅目 Coleoptera 等),在食物组成中占 9.35%,选择指数¹⁾(即 E 值)为 +1.00;桡足类在水域饵料组成中占 0.81%,但食物组成中占 4.4%,选择指数为 +0.69;枝角类在饵料组成中占 63.62%,在食物中占 86.10%,选择指数为 +0.15。这三类食物为公鱼所喜食。轮虫和原生动物的选择指数分别为 -0.99 和 -1.00 是公鱼所不喜食的。

4. 摄食特征分析 从池沼公鱼的消化器官构造(有胃和幽门盲囊,肠较短,肠长占体长的 1/3 到 1/2)和主要食物看,无疑是动物食性鱼类。但它的食谱比较广泛,从藻类、浮游动物、底栖动物、昆虫到鱼卵和仔鱼,几乎包括了水生生物常见的各个类群。可以认为池沼公鱼在食性上有很大的适应能力。根据食物出现频率,重量组成和对鱼类营养上的作用,可把公鱼的食物分成三类:主要食物,是经常性的,出现频率高的,重量组成比重大的食物,如桡足类、枝角类;次要食物,是出现频率较高,重量组成较大的,如轮虫、摇蚊幼虫、昆虫和鱼卵等;偶然食物,是出现次数少,份量很少的偶然食进或随其它食物被吞入的食物,如藻类、植屑等。

除产卵期部分个体暂停摄食外,公鱼的摄食频率是比较高的。当存在喜食易得的食饵时,表现很贪食。如吞食鱼卵、摇蚊幼虫或仔鱼的鱼,胃通常饱满,充塞度 IV—V 级,一只胃内可容纳 80 余粒鱼卵、19 条摇蚊幼虫或 270 余条仔鱼。

四、繁 殖

1. 性成熟规格、副性征和性比 一般 1 冬龄体长 55 毫米体重 1.2 克左右即达性成熟,雌雄鱼性成熟规格没有明显差异。

繁殖期雄鱼吻部、鳃盖上和胸鳍上有追星。

统计了 1,000 尾样品,其中雌鱼 446 尾,雄鱼 554 尾,性比为 1:1.24。但按采取标本的不同地点分别统计,则性比不尽相同,如在产卵场上捕取的产卵群体,331 尾样品中雌

1) 按 $E = \frac{r_i - p_i}{r_i + p_i}$ 公式计算(易伯鲁, 1982, 鱼类生物学)。

鱼 179 尾,雄鱼 152 尾,性比为 1:0.85;在产卵场上捕到的产过卵的群体(绝大部分生殖腺处于 VI—II 期),雄鱼占绝对优势,450 尾样品中,雌鱼 90 尾,雄鱼 360 尾,性比为 1:4;而在水库敞水区上层旺盛摄食的产过卵的群体,则雌鱼占绝对优势,209 尾样品中,雌鱼 168 尾,雄鱼 41 尾,性比为 1:0.24。

2. 性腺发育周期 1981 年 10 月采集的样品,生殖腺处于第 III 期,成熟系数雌鱼为 0.8—5.55%,平均 2.35%,雄鱼 1.75—6.34%,平均 3.71%。肠管和生殖腺上附着的脂肪与生殖腺发育有密切的关系。秋季脂肪含量高,脂肪系数为 0.29—10.18%,平均 4.95%。

1982 年 4 月产卵之前的生殖腺处于 IV 期末,卵巢的成熟系数 4.6—22.45%,平均 15.49%;精巢成熟系数 2.86—5.60%,平均 3.57%。从 10 月到第 2 年 4 月卵母细胞完成了大生长期。生殖腺发育和越冬无疑要消耗大量能量,秋天聚积于肠管和生殖腺上的脂肪大抵已消耗完,脂肪系数为 0—0.55%,平均 0.17%。

4 月下旬到 5 月中旬产卵期,产过卵排过精的生殖腺,处于 VI—II 期,卵巢松瘪,通常可见到退化状态的未产出的卵粒。排过精的精巢,体积收缩,由乳白色变为淡黄色。这期间的成熟系数,卵巢为 0.33—4.0%,平均 1.41%,精巢 0.20—3.0%,平均 1.49%。脂肪系数多数为零。

6 月中旬的样品,卵巢和精巢均处于第 II 期,由于生殖腺进一步退化吸收,体积缩小,成熟系数降低: 卵巢 0.08—0.99%,平均 0.23%;精巢 0.07—0.5%,平均 0.26%。8 月份生殖腺虽仍处于第 II 期,但成熟系数明显增大,雌鱼 0.26—1.38%,平均 0.81%;雄鱼 0.29—4.29%,平均 1.05%。

到 12 月份,生殖腺一般处于第 III 期,成熟系数,雌鱼 2.35—9.22%,平均 5.53%;雄鱼 2.57—6.41%,平均 3.86%。2 月份,生殖腺多处于 IV 期初,雌鱼成熟系数 3.45—19.87%,平均 8.62%,雄鱼 3.29—6.94%,平均 4.69% (图 4)。

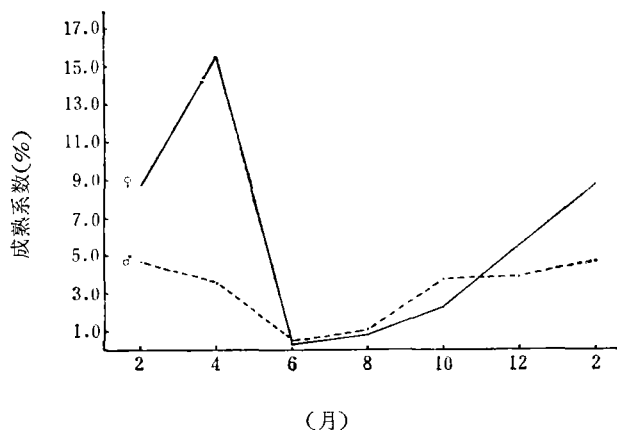


图 4 池沼公鱼成熟系数周年变化

Fig 4. Monthly variations of maturity coefficient of pond smelt

3. 生殖力 剖取第 IV 期成熟卵巢,用重量法测定了怀卵量。公鱼的个体生殖力随体长的增长而增加,体长 55 毫米的鱼,怀卵 1761 粒,体长 127.8 毫米怀卵 19,051 粒。140

表 6 池沼公鱼生殖力的体长变化
Table 6 Individual absolute fecundity range of pond smelt

体长组 (毫米)	绝对生殖力(粒)		相对生殖力(粒/克体重)		样品数 (尾)
	范 围	平均	范 围	平均	
55.1—60	1761—1950	1856	1300—1467	1384	2
60.1—65	905—3190	1823	456—1418	942	6
65.1—70	957—4100	2381	493—1907	1081	40
70.1—75	1655—5109	3119	689—1678	1151	17
75.1—80	1250—7854	4230	463—2051	1272	34
80.1—85	1517—10776	6291	446—3169	1519	20
85.1—90	4028—8803	6782	891—1799	1378	13
90.1—95	5662—8850	7223	1232—1296	1267	3
95.1—100	6725—14212	11172	1121—1769	1554	4
.....	—	—	—	—	—
125.1—130	19051	19051	862	862	1
所有体长组	905—19,051	4330	456—3169	1240	140

号样品,平均体长 76.2 毫米,平均怀卵量 4330 粒(表 6)。个体生殖力 Y(百粒鱼卵)与体长 L(厘米)的相关方程式为 $Y = 58.4860L - 402.7606$, 相关系数 $r = 0.85$ 。相对繁殖力变动于 456—3169 粒/克体重,平均为 1240。

公鱼所怀鱼卵通常不能全部产出,1982 年 4—5 月捕获的 24 尾刚产过卵的雌鱼(体长 62—95 毫米),滞留卵粒 3—574 粒,平均 135 粒。

考察种群的增殖能力和变动趋向,最早采用 Ивлев 提出的种群繁殖力指标公式,后经几位学者改进,近年 Поляков 提出了群体增殖速度公式^[11,12],以评价鱼类繁殖速度的潜在可能性,在渔业生物学方面有更大参考价值。其公式:

$$VP = \frac{\sum_{t_1}^{t_{11}} p_t v_t}{100}$$

VP——群体增殖速度指标(一尾“原来雌鱼”(“Исходная” самка)一年产生的雌鱼尾数)

Vt——在年龄 t 初次产卵的雌鱼平均个体增殖速度(单位同 VP);其计算公式:

$$Vt = \sqrt[t]{Sr_t}$$

S: 性比系数, r: 平均个体绝对繁殖力。

P_t——在年龄 t 初次产卵的雌鱼的相对数量

t₁——最早成熟的初次产卵雌鱼的年数

t₁₁——最晚成熟的初次产卵雌鱼的年数

1982 年 4 月捕获的产卵群体中,276 尾 1 龄雌鱼中有 14 尾生殖腺处于 II 期,当年不能成熟产卵,可能在第二年 2 龄时初次成熟参与生殖。据此推算公鱼在 1 龄成熟初次产卵的雌鱼占有初次产卵雌鱼的 94.9%,2 龄成熟初次产卵的占 5.1%。1 龄雌鱼平均个体绝对繁殖力为 3635 粒,2 龄为 7726 粒,性比系数 0.446,产卵系数 0.969。则 1 龄雌鱼的增殖速度 $V_I = 3635 \times 0.969 \times 0.446 = 1571$,2 龄雌鱼的增殖速度

$$V_{II} = \sqrt{7726 \times 0.969 \times 0.446} = 58。$$

将这些数字代入公式,则 $V_p = \frac{1571 \times 94.9 + 58 \times 5.1}{100} = 1494$ 。即群体增殖速度等于

一年一尾“原来雌鱼”产生 1494 尾雌鱼(具有这种潜在的可能性)。这一数值要比 1—2 龄成熟产卵的小胡瓜鱼的 260—1170 和 3—4 龄成熟产卵的白海胡瓜鱼的 15—25 数值高得多,但大大低于黑海 1 龄成熟产卵的鲱鱼的 2000—7000 的数值^[12]。

4. 产卵习性 产卵期 4 月上旬至 5 月中旬。4 月下旬剖察,大部分雌体已产完了卵,但到 5 月中旬还有部分个体未产卵。水库坝下流水条件下,5 月中下旬才大批产卵。可见公鱼的产卵期较长,而且在不同生态条件下产卵期前后不一。产卵水温 7—16℃,在水库岸边水深 20—40 厘米的砂砾上产卵。傍晚和夜间产卵较集中,白天一般不产卵或零散产卵。迎风面微波荡漾的岸边是理想的产卵场。产卵时集大群,在集中产卵时,用手抄网即可大量捕获。公鱼是一次性产卵鱼类,卵细胞同步性发育成熟。一般能将怀卵的 97% 产出,滞留在卵巢或腹腔的未产出鱼卵,很快退化吸收掉。也发现个别成熟但未产或大部分卵未产出而处于退化状态的卵巢,卵粒彼此溶结在一起,卵巢组织硬变,色深黄。成熟卵径 0.7—0.75 毫米,受精后卵膜膨胀,卵径 0.95—1.0 毫米。卵粘着于砂砾上发育。水温 10—15℃,一般约经 12 天孵出仔鱼。

五、群体结构

从渔获物中随机取样 1321 尾,最小体长 42.0 毫米,体重 0.74 克,最大体长 127.8 毫米,体重 22.1 克。平均体长 74.3 毫米,平均体重 3.0 克。65.1—70、70.1—75、75.1—80 毫米三个体长组的频率最高,合计 867 尾,占样品总数的 65.6% (图 5)。

年龄鉴定分析表明,1321 尾样品由 3 个年龄组组成,1 龄鱼 1138 尾,占 86.1%;2 龄鱼 166 尾占 12.6%;3 龄鱼 17 尾占 1.3%,平均年龄 1.15。绝大部分 1 龄鱼产卵之后死亡,能活到 3 龄是极少数,没有见到超过 3 龄的鱼。这与 McPhail 等 (1970) 和 Scott 等 (1973) 记述加拿大北部及阿拉斯加和稻葉伝三郎记述的日本许多湖泊里的公鱼年龄组成类似^[3,6,7]。Chyung (1977) 记录朝鲜的公鱼主要也是 1 龄鱼,也有 2—3 龄鱼,但很稀少^[5]。尼科尔斯基 (1960) 报道 1947 年 6—7 月在黑龙江水域捕到的 716 尾鱼,由 0⁺ 和 1⁺ 两个年龄组组成^[2]。看来世界各地公鱼种群的体长年龄组成基本一致,是属于生命周期短、种群结构简单的鱼类。按照 Никольский 的观点,群体结构也象种的其它特征一样具有适应意义,以保证种群在一定条件下生存。这类鱼类是对相对稳定的增殖条件,不稳定的饵料基础和凶猛鱼类多变的强烈的作用的适应^[11],这大体上符合水丰水库的实际情况。

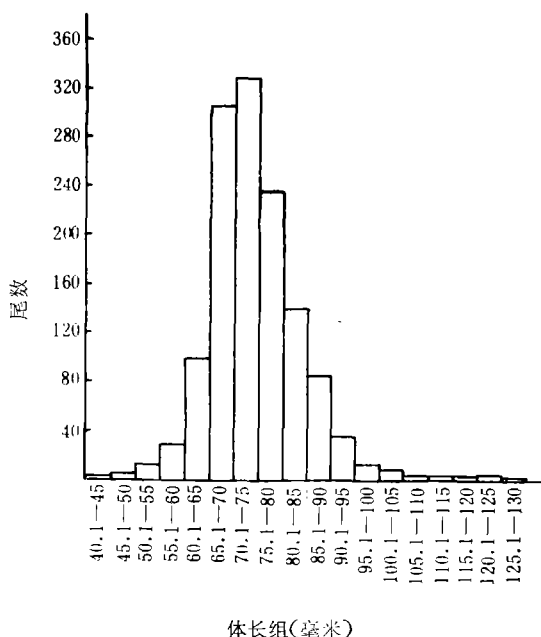


图 5 池沼公鱼体长组频率分布

Fig. 5. Length frequency distribution of pond smelt

六、群体消长变化和渔业利用

1. 影响群体消长变化的主要因素 公鱼性成熟早,繁殖力高,食性广,集群生活,种群结构简单。这些特性决定了它是群体消长变化快的鱼类。根据调查了解,目前水丰水库生态条件对公鱼种群的主要有利因素是:

(1) 水质温度条件适宜,水丰水库是地处森林山地的河川型山谷水库,水较深、水温分层。深水层水温常年在 10°C 以下,冬季水温较高,冰封期短,非常适宜偏爱冷水性的公鱼生活。

(2) 具有稳定的良好的产卵条件。通常 4—5 月份产卵期是水库的涨水期,水位上涨对公鱼产卵是有利因素。库岸发达,基本上都是风浪冲刷形成的砂砾底质,适宜公鱼产卵。

(3) 饵料基础比较稳定。

对公鱼种群不利的因素有:

(1) 凶猛鱼类作用强烈,库内主要肉食性鱼类鲢鱼、马口、斑鳅等在春秋季节主要是捕食公鱼。特别是春季产卵之后公鱼体质衰弱,通常为凶猛鱼类大量捕食。这三种鱼的胃含物中,公鱼的出现率几乎百分之百,而且被摄食量大,通常一个胃内含有几尾至几十尾。

(2) 同种相残,其表现形式就是在产卵场上大量吞食本种鱼卵。公鱼种群在有利和不利因素的综合作用下,在动态平衡中得到了发展,其种群数量呈逐渐增长趋势。从这种意义上讲,凶猛鱼类作用和“同种相残”或许起到自动调节作用,以控制种群适当发展。

2. 渔业利用 公鱼是集群生活的鱼类,特别是春秋常集大群(在夏季一般捕不到公鱼,可能栖息于深水低温水层),这就为大量捕获提供了机会。通常 30 米长小拉网在岸边作业一网可捕获十几斤到几十斤,多的达到百余斤。多为沿岸社员自捕、自食、自销。近年其群体密度和渔产量基本稳定,年产 15—30 万斤,约占水库总渔产量的 15—30%。近两年向日本出口,国家向沿岸社员收购,产量比重迅速增长,1982 年公鱼产量达到 120 万斤。由于公鱼一龄鱼产卵后大部分死亡,如不充分利用就付之自然损耗,同时目前公鱼资源较好,应适当发展这种渔业。除沿岸社队集体或个人经营外,国营渔场亦可发展季节性拖网生产,以充分利用这部分资源。

根据公鱼的生物学特性,在北方地区的一些湖泊水库移植这种鱼易于获得成功,并能尽快取得经济效益。日本人工养殖和移植放流公鱼已有多年的历史,且效益显著^[3]。

参 考 文 献

- [1] 吉在均, 1966. 龙兴江德志江雅罗鱼和池沼公鱼的生物学特征。太平洋西部渔业研究委员会第九次全体会议论文集: 160—168。
- [2] 高岫译(尼可尔斯基著), 1960. 黑龙江流域鱼类。75—82. 科学出版社。
- [3] 稻葉伝三郎, 1976. 淡水增殖。342—349. 恒星社厚生阁。
- [4] 宫地伝三郎, 1980. 原色日本淡水鱼类图鉴。106—108. 保育社。
- [5] Chyung, Moon-Ki, 1977. The Fishes of Korea. 136. Il Ji Sa Publishing Co., Seoul.
- [6] McPhail, J. D. and C. C. Lindsey, 1970. Freshwater fishes of northwestern Canada and Alaska. *Fish. Res. Board of Canada Bull.*, **173**:381.
- [7] Scott W. B. and E. J. Crossman, 1973. Freshwater fishes of Canada. *Fish. Res. Board of Canada Bull.*, **184**: 308—310.
- [8] Берг, Л. С., 1948. Рыбы Пресных Вод СССР И Сопредельных Стран. Часть I. 448—450. Изд. Академии Наук СССР.
- [9] Крыжановский С. Г., Смирнов А. И. и Соин С. Г., 1951. Материалы по развитию рыб р. Амура. «Тр. Амурск Ихт. Эксп. 1945—1949. ГГ.» Т. II. 36—45.
- [10] Никольский Г. В., 1963. Экология рыб. 154—243. Высшая школа.
- [11] —, 1974. Теория Динамики Стада рыб. 65—107. Пищевая Промышленность.
- [12] Поляков Г. Д. 1975. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. 126—140. Изд. Наука.
- [13] Соин С. Г., 1947. Размножение и развитие малой корюшки *Hypomesus olidus* (Pall.). «Изд. Тинро» Т. 25, стр. 210—220 Владивосток.

THE BIOLOGICAL ASPECTS OF POND SMELT (*HYPOMESUS OLIDUS* (PALLAS)) IN THE SHUI FENG RESERVOIR

Xie Yuhao and Pu Xiaoping

(Research Institute of Freshwater Fishery, Liaoning Province)

Abstract

1. The pond smelt in the Shui Feng Reservoir has more scales along the lateral line, more gill rakers and more vertebrae than those in other parts of the world (North America, Soviet Russia, Japan, and Korea), but less branched rays in the dorsal, anal and pectoral fins than those in Korea.

2. The scale has been used for age-determination; annulus on the scale is characterized by a "check". The fish is about 74 mm in fork length (body length measured from tip of snout to the fork of caudal) and 3g in body weight when one year old; 99 mm and 6.5 g at 2 years of age. The regression equation of body weight (W) and fork length (L) may be expressed as $\log W = 2.5306 \log L - 1.7590$.

3. The pond smelt is an omnivorous fish which feeds mainly on zooplankton (Cladocerans and Copepods, etc.); the components of its food vary with habitats.

4. First maturity of this fish is reached at 1 year old. The overall sex ratio in 1000 specimens examined was 446 females to 554 males, or $1\text{♀} : 1.24\text{♂}$, but specific ration varied markedly with habitats. The individual absolute fecundity varied from 905 to 19051, with 4330 eggs on average. Its relation to the fork length may be expressed as $Y = 58.4860 L - 402.7606$ (Y —absolute fecundity in unit of 100 eggs, L —fork length in cm). The population fecundity index is 1871; the generative rate of population is 1494 females per "primary female". Spawning takes place in littoral areas of the reservoir in April or May. The eggs are adhesive, and hatch in about 12 days when water temperature ranges from 10° to 15°C .

5. The structure of population of pond smelt is simple: there are three year classes in all population, the average age of 1321 specimens being 1.15 years. Body-length (fork length) groups ranging from 65.1 to 80 mm were dominant in that batch of sample (65.6%).