

池沼公鱼技术培训教材

(二)

新疆自治区水产科学研究所

新疆自治区水产技术推广站

乌鲁木齐市水利资源委员会

乌鲁木齐市柴窝堡湖渔场

一九九一年三月十五日

池沼公鱼移殖放流试验研究*

解玉浩 李勃

(辽宁省淡水水产研究所)

宋振杰 马建国

(丹东外贸公司) (凤城土门水库)

提 要

作者于1984—1986年进行了池沼公鱼移殖放流试验研究,移入水库的池沼公鱼已能自然产卵繁殖,形成了经济群体。本文论及了移殖放流的理论依据、移殖放流技术、移殖放流效果、移殖池沼公鱼的生态效益的分析和池沼公鱼的资源管理。

关键词 池沼公鱼,移殖,受精卵

池沼公鱼 (*Hypomesus olidus* (Pallas)) 质嫩味美,国内外市场供不应求。但它仅分布于我国东北部分水系,能形成产量的仅有鸭绿江上中朝共管的水丰、云丰水库。通过移殖试验研究,取得技术经验,在辽宁和我国北方适宜水域里移殖放流,对充分利用水体,提高渔产量,提供出口创汇和国内市场新的鱼产品具有重要意义。

一、移殖池沼公鱼的依据

1. 池沼公鱼的渔业特点 ①经济价值大。池沼公鱼(以下简称公鱼)营养丰富,整体鲜鱼含粗蛋白 11.58—15.46%,粗脂肪 2.90—5.90%,每百克整体鱼粉中氨基酸总量为 68.7 克,从可食鲜重的营养成分来衡量,公鱼的营养价值比一般淡水鱼类高^[1]。同时公鱼整体可食,食用方便。②生态适应力强。公鱼是亚冷水性鱼类,但适温范围广,可在 28℃ 以下的水温条件下正常生活。在低温水域里能很好地生长繁殖。它又是广盐性鱼类,可由洄游型变为陆封型或复变为洄游型^[2]。它生命周期短、繁殖力强、群体增殖速度快。对不同的环境条件有很高的适应性,在日本很容易从一个水域移殖于另一水域^[11]。③渔业价值高。公鱼是以浮游动物为主的广食性鱼类,饵料转化为鱼产品的周期短,可与其它经济鱼类混养,充分利用水域空间和饵料基础,提高鱼产量。早春深秋可形成明显渔汛期,便于捕捞。

2. 移殖水域的选择 依据地理学相似的方法^[13],选择生态条件与原产地相似的水域,移殖成功的可能性最大。移入公鱼的土门水库位于大洋河上游的支流——土牛河上,养

* 本所朴笑平、李殿伟、乔辉、富丽静;丹东外贸公司的马德才、郑永勋、乔兴安;土门水库的白洪润、迟凤鸣、庞志海;省粮油进出口公司周美龙、姜秀梅等同志参加部分试验工作。

1986年10月25日收到。

鱼水面 14 000 亩, 平均水深 15.5 米。库周植被覆盖率 60% 以上。库岸多为砂石。夏季库水存在温跃层。12 月下旬至 4 月初为结冰期。库水透明度 1.2—3.5 米, pH 值 7.2—8.4, 总硬度 0.28—0.54 德国度, 总碱度 0.27—0.48 mg/L, 三态氮 0.083—2.620 mg/L, $\text{PO}_4\text{—P}$ 0.0007—0.107 mg/L。浮游植物生物量平均为 1.63 mg/L, 浮游动物平均生物量为 0.99 mg/L, 底栖动物生物量 0.101 克/平方米。库区鱼类共 27 种, 鲤科鱼类占 63%, 肉食性鱼类主要有马口鱼、斑鳅、鲇鱼。年平均投放鲢鳙鱼种 165 万尾, 近年平均渔获量 36500 公斤。这样的生态条件与原产地水丰水库类似¹⁾。

美国学者 Good 提出了生物对外界条件变化忍耐力 (Выносливость) 的理论, 认为生物在与母本不同条件下移殖是可能的^[13]。苏联学者 Карпевич 提出了任何动物种群的个体都潜伏着在现有生境中没有表现出的生态生理特性, 当生活条件改变时, 这些潜伏的特性就可能表现出来, 从而增强种的生命抵抗力和扩大它的适应性及驯化的可能性^[13]。日本从 1909 年开始公鱼移殖放流, 现在几乎遍布日本的主要湖泊, 渔业效益明显^[6]。Wales 报道了美国加州从日本移殖了公鱼^[12]。上述的理论和实践就是我们考虑公鱼移殖试验成功之后, 向辽宁全省和我国北方适宜水域推广的出发点。

3. 移殖公鱼生态效益的估计 公鱼主食浮游动物, 不会对其它经济鱼类构成直接危害。虽食性上与鲮等有矛盾, 但初步看来由于它们栖息地点和摄食节律不同, 同时养殖矛盾不大。公鱼种群的增大, 可能抑制小杂鱼的繁生。公鱼种群密度加大, 增加了被肉食性鱼类捕食的机会, 特别是产卵后部分个体陆续死亡过程中, 往往成为捕食鱼类的牺牲品, 从而缓冲了凶猛鱼类对主要养殖鱼类的压力。

二、移殖放流技术

1. 受精卵移殖 采取捕捞亲鱼暂养→干法采卵授精→洗卵→附卵(受精卵附着于事先经孔雀石绿消毒的附卵框上)→孵化(网箱保护)→发眼卵干运→移入水体中孵化, 仔鱼直接散入水体中的工艺流程^[2]。

2. 亲鱼移殖 公鱼性急躁, 离水易死, 不宜采取移运亲鱼的方法。鉴于 1984 年移运的发眼卵少, 孵化率很低, 作为一种补偿措施于 1984 年 11 月试运了少量亲鱼。采用通常的尼龙袋充氧法, 装运 7100 尾, 入库成活 2200 尾。

三、移殖放流效果

1. 土门水体移殖放流情况

1984—1986 年土门水库共移入和本库采集受精卵 12500 万粒, 放流入库仔鱼 6572.26 万尾; 移入亲鱼 2200 尾 (表 1)。

2. 试捕和产量情况

1984 年 10—11 月在水库上游捕得 3 尾公鱼, 体长(叉体长, 后同) 100—100.3 毫米。鳞片从中心到边缘有 24—33 个环纹, 没有年轮。一尾雌鱼卵巢已发育到 III 期, 是春天移

1) 辽宁省淡水水产研究所, 1984。水丰水库渔业资源调查报告。

殖放流的仔鱼长成的当年鱼,生长速度比移出水库明显为快(水丰水库同期当年鱼平均体长为 72 毫米)。

表 1 土门水库池沼公鱼移植放流情况

Tab. 1 Amount of adult fish and number of fertilized egg of pond smelt introduced into Tumen Reservoir

时间(年·月) Time (year. month)	移出地点 Place of transplantation	移 植 Transplanted					放流入库数量 Amount introduced into reservoir
		材料 Material	数量 Amount	受精率 Fertilization rate	孵化率 Hatching rate	成活率 Survival rate	
1984.4—5	水丰水库	受精卵	500 万粒	约 25%	0.016%	—	2 万尾仔鱼
1984.11	水丰水库	成 鱼	7 100 尾	—	—	31%	2200 尾成鱼
1985.4—5	水丰水库	受精卵	2 000 万粒	60.3%	56.4%	—	680 万尾仔鱼
1986.3—4	本库	受精卵	10 000 万粒	76.2%	77.3%	—	5890.26 万尾仔鱼

1985 年 5 月初于水库下游捕得 2 尾与上述规格相当的公鱼, 1 尾雄鱼可挤见精液。7 月 28 至 8 月 3 日水库溢洪期间, 拣到 6 尾体长 116—133 毫米 1+ 龄的公鱼, 是 1984 年移放的鱼产卵后存活下来的。同时采到大量体长 38—68 毫米的幼鱼, 是春天移植放流的仔鱼或去年移入鱼类春天产卵繁生的后代。10 月 29—30 日在水体上下游试捕两网, 共获公鱼 858 尾(6.4 公斤), 平均体长 92.6 毫米, 平均体重 6.9 克, 均系当年鱼, 生殖腺发育到 III 期。试捕结果表明, 通过两年移植和第一年移植的鱼产卵繁殖, 公鱼在土门水库已形成群体。

1986 年 3 月 11 日, 土门水体上游河流冰冻开始融化, 发现公鱼开始上溯。3 月 17 日水温 4—7℃, 公鱼在入库的 4 条河流大批上溯产卵。3 月 21 日开始在河口设置张网, 截捕上溯亲鱼人工采卵授精, 到 4 月 2 日共捕获 2500 公斤, 部分亲鱼人工采卵, 共采卵 1 亿粒, 在本库孵化放流。2500 公斤渔获物, 出口日本 1000 公斤, 出口合格率达到 94%。据抽查, 沿库群众捕获公鱼计 3400 公斤。即春季土门水库公鱼总产量为 5900 公斤。

3. 公鱼在移入水体的生长

(1) 年周期的体长体重生长 依据 1985—1986 年移植放流于土门水库的公鱼, 从 4 月下旬孵出仔鱼到翌年 3 月产卵期间, 逐月或隔月(11—2 月没有采样)采样实测体长体重表明, 4 月下旬刚孵出的仔鱼平均体全长 4.93 毫米, 平均体重 0.16 毫克, 到 6 月上旬平均体长 11.0 毫米, 平均体重 1.5 毫克, 体重增长 8.4 倍; 7 月中旬平均体长 35.2 毫米、体重 0.41 克; 8 月中旬平均体长 60 毫米, 体重 2.0 克; 一直到 10 月末, 体长体重平均达到 92.6 毫米和 6.89 克。10 月份以后生长速度放慢, 到翌年产卵时平均体长 100 毫米, 平均体重 8.84 克。10 月份已发育成熟, 生殖腺处于 III 期末, 卵细胞开始了沉积卵黄, 进入大生长期。主要营养物质消耗于性腺发育, 体长体重生长减慢, 这是一般鱼类的共同生长规律。

1986 年 3 月下旬捕获 2 龄鱼 12 尾, 平均体长 135.8 毫米, 平均体重 19.57 克。

(2) 仔鱼群体的体长频率分布 1986 年 7 月在水库下游拉网所获 382 尾幼鱼的体

长频率分布如图 1。以 44—48 毫米体长组为主体的幼鱼, 是 3 月中下旬第一批产卵群体, 在水库上游产卵和人工采集的 1 亿粒受精卵于 4 月 19—24 日孵出的仔鱼, 经过 80 天左右体长可生长到 36—53 毫米。以 24—28 毫米体长组为主体的幼鱼, 是 4 月中旬第二批产卵群体产的卵, 于 5 月上旬孵化的, 经过 60 天左右体长可生长到 18—36 毫米。

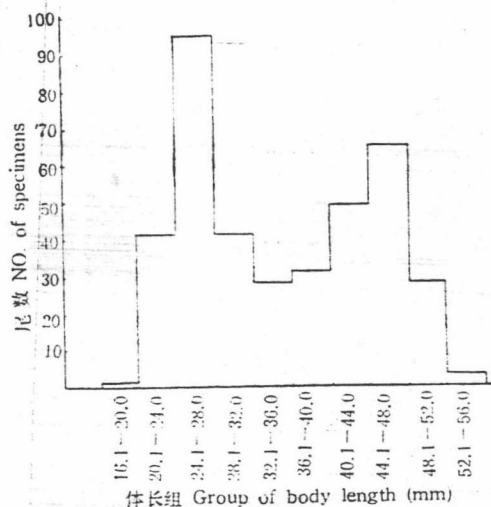


图 1 土门水库公鱼幼鱼体长频率分布

Fig. 1 Length frequency distribution of pond smelt larvae in the Tumen Reservoir

(3) 体长体重关系 根据 1985 年秋在土门水库捕获的 200 尾样品实测体长体重, 按 $W = aL^b$ 公式计算, 得出体长体重关系式为 $W = 0.007568L^{3.0151}$ 。1986 年春季 200 尾样品的体长体重关系式为 $W = 0.031831L^{2.4212}$ 。

4. 土门水库公鱼的食性

(1) 摄食频率和摄食强度 1985 年秋季的样品, 绝大多数个体摄食旺盛, 空胃肠个体

表 2 土门水库池沼公鱼摄食频率和摄食强度的变化

Tab. 2 Changes of the frequency and intensity of feeding of pond smelt in the Tumen Reservoir

时间 (年.月) (1)	样品数 (2)	摄食个体% (3)	空肠胃个体% (4)	多数摄食个体 胃肠充塞度* (5)	平均胃肠饱满 度指数** (6)
1985.10	60	93.3	6.7	III	181.90
1986.3	138	54.3	45.7	II	15.71
1986.7	15	100	0	III-IV	284.20

(1) Time (year, month) (2) Number of specimen (3) Feeding individual (%) (4) Individual with empty gut (%) (5) Fullness index of gut (6) Average index of fullness

* 按 Лебедев, 0—5 级标准 Grade 0—5 of Lebedev's criterion

** 饱满度指数 = $\frac{\text{食物团重}}{\text{鱼体重}} \times 10000$ Index of fullness = $\frac{\text{feed weight}}{\text{body weight of fish}} \times 10000$

仅占 6.7%。56 尾摄食个体的胃肠饱满度指数平均为 181.9。春季从产卵场上取样的鱼,空胃肠个体比例高,胃肠充塞度和饱满度指数低,表明产卵期摄食频率和摄食强度降低。夏季均旺盛摄食,胃肠充塞度和饱满度指数也最高(表 2)。

(2) 食物组成 146 尾样品的食物出现频率列于表 3。9 种食物中以枝角类出现频率最高,其次为桡足类。藻类(主要为硅藻、绿藻类)出现频率为 28.1%,但体积细微,食物意义不大。也象水丰水库公鱼一样,吞食鱼卵仅在春季产卵场上捕到的标本中出现,亦为同种鱼卵^[1]。摇蚊幼虫出现频率不高,但在夏季水位下降条件下食物意义较大。其它食物属于偶然进食的。

表 3 土门水库池沼公鱼食物出现频率 (n = 146)

Tab. 3 Frequency of occurrence of food items in pond smelt in the Tumen Reservoir (n = 146)

食物种类 Food item	藻类 Algae	碎屑 Detritus	原生动物 Protozoa	轮虫 Rotifera	枝角类 Cladocerans	桡足类 Copepoda	摇蚊幼虫 Chironomid larvae	其它昆虫 Insect	鱼卵 Fish egg
出现次数 Times of occurrence	41	1	1	2	143	59	3	1	5
出现频率 Frequency of occurrence	28.1%	0.7%	0.7%	1.4%	97.9%	40.4%	2.1%	0.7%	3.4%

按季取样测得胃肠食物团重量组成(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,其它食物按实测湿重计算^[1])没有显示明显的季节变化,都是以枝角类为最主要的食物,春季以象鼻溞 (*Bosmina*) 为优势种属,夏季以透明溞 (*Daphnia hyalina*)、薄皮溞 (*Leptodora*) 为主,其次为桡足类。饱满度指数分别为 15.77 (春)、284.20 (夏)、181.90 (秋)。

5. 土门水库公鱼的繁殖

(1) 成熟规格 孵化后约经 6 个月,最小体长 72 毫米、体重 3 克达到性成熟,生殖腺处于第 III 期。孵化后约经 11 个月,最小体长 79 毫米,体重 4 克产卵繁殖。

(2) 性腺发育 4 月下旬至 5 月初孵化的仔鱼,到 7 月中旬平均体长 35.2 毫米,平均体重 0.41 克,雌性生殖腺已发育到 II 期,卵巢长条状,镜下可见卵细胞为圆角多面形。平均成熟系数 0.3%。8 月上旬平均成熟系数 0.38%。8 月末开始卵巢向 III 期过渡,10 月份卵巢已达 III 期末,卵粒浅黄色,平均卵径 0.3122 毫米,成熟系数平均为 3.4%。到翌年 3 月上旬,卵巢发育到 IV 期末,卵巢重量明显增长,平均成熟系数 25.9%,平均卵径 0.8124 毫米。3 月中旬进入产卵期,公鱼在向水库上游刚化冻的河流作产卵洄游过程中,卵巢很快由 IV 期进入 V 期,水温 4—7℃ 开始产卵。产卵后的卵巢平均成熟系数 3.8%,滞留的卵粒逐渐退化吸收,卵巢转入 II 期(图 2)。

(3) 繁殖力 1986 年 3—4 月产卵期取样测定了公鱼的繁殖力(表 4)。土门水库 1 龄组平均怀卵量为 7075 粒,2 龄组为 22789 粒,约为 1 龄组的 3 倍。同期同龄组的水丰

表4 土门水库与水丰水库公鱼怀卵量(同年龄组)比较

Tab. 4 Comparison of individual fecundity of pond smelt from Shuifeng and Tumen Reservoirs

土 门 水 库 Tumen Reservoir						水 丰 水 库 Shuifeng Reservoir					
年龄组 Age group	体长组 (mm) Group of body length (mm)	标本数 Number of specimens	绝对怀卵量 (粒/克体重) Absolute fecundity (number of eggs/g. body weight)		绝对怀卵量 (粒/克体重) Relative fecundity (no. of eggs/g. body weight)	年龄组 Age group	体长组 (mm) Group of body length (mm)	标本数 Number of specimens	绝对怀卵量 (粒/克体重) Absolute fecundity (number of eggs)		绝对怀卵量 (粒/克体重) Relative fecundity (no. of eggs/g. body weight)
			变幅 Range	平均 Average					变幅 Range	平均 Average	
1	80.1—90.0	4	2 890—6 985	5 414	452—1 486		60.1—70.0	3	1810—2543	2 119	624—1051
	90.1—100.0	32	2 290—9 926	5 791	327—1 333		70.1—80.0	41	1 469—4746	2 737	399—1318
	100.1—110.0	33	2 464—21926	8471	472—1965	1	80.1—90.0	16	2278—5495	3 751	570—1001
	110.1—120.0	1	8750	8750	742		90.1—100.0	5	3706—5518	4 784	515—842
小计 Total	80.1—120.0	70	2290—21926	7075	327—1965	小计 Total	60.1—100.0	65	1469—5518	3 116	399—1318
2	130.1—140.1	2	22041—23536	22789	980—1055	2	100.1—110.0	3	6443—16146	10603	657—1170
合计 Sum	80.1—140.0	72	2290—23536	7512	327—1965	合计 Sum	60.1—110.0	68	1810—16146	3447	399—1318

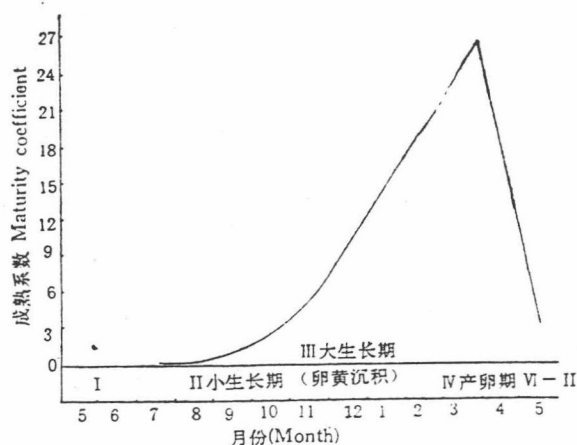


图2 土门水库公鱼(♀)性腺发育 I—VI 性腺发育期

Fig. 2 Development of ovary of pond smelt in the Tumen Reservoir (I—VI Stage of ovary development)

水库公鱼怀卵量比土门水库低1倍多。相同体长组的怀卵量水丰水库亦比土门水库低得多。

(4) 产卵习性 根据1986年春天产卵期间观察,3月中旬水库上游河道化冻后即上溯产卵,鱼群沿着2—7米宽、水深10—40厘米的河道,顶着0.2—0.4米/秒流速缓缓前进。一般黄昏后(18—22点)黎明前(2—5点)出现上溯高潮。盛产期出现产卵高潮的鱼群密度可达万余尾,能盖满设置张网前面的部分河底。如捕捞惊动鱼群后,2—3小时后才恢复上溯洄游。自然,每次上溯起止时间和鱼群大小受天气、风浪等因素影响。一般水温4—7℃,在近岸缓流处产卵。受精卵附于砂石上发育,部分被水流冲泄入库。这一段产卵可持续10天左右。3月末水库解冻,4月中旬又出现了一次产卵高潮,部分鱼群上溯产卵,部分鱼群在水库岸边产卵。由于鱼群分散产卵,上溯鱼群不及3月份集中。这期间产卵水温为8—13℃。4月末5月初还有少量鱼产卵,整个产卵期延续40—50天。受精卵孵化积温约4000小时度左右^[5]。

4—5月捕获产完卵的鱼,部分体质衰弱,有的体表感染水霉,这部分鱼可能陆续死亡。7月份捕到产卵后体肥壮的鱼,生殖腺由VI期转为II期,肠系膜上附有很多脂肪,开始了下一个生殖周期的发育。生态条件良好,产卵后的鱼可部分存活下来。

6. 公鱼的群体结构

1985年10月捕自土门水库的公鱼,随机取样500尾,全系当年鱼。最小体长66毫米,体重3克,最大体长107毫米,体重11.1克,平均体长92.6毫米,体重6.9克。高峰的两个体长组(85.1—90.0, 90.1—95.0毫米)占总尾数的50.2%。同期从水丰水库取样的500尾公鱼,平均体长74毫米,平均体重3.7克,由两个龄组组成。当年鱼体长频率要比土门水库同龄鱼体长少20毫米左右(图3)。水丰水库1+龄鱼体长相当于土门水库同期的当年鱼体长。

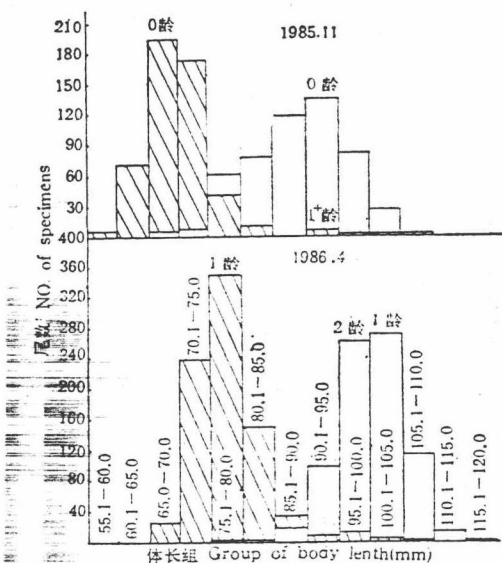


图3 土门水库与水丰水库同期公鱼群体结构的比较
 (图中 65.0—70.0 应为 65.1—70.0)

Fig. 3 Comparison of population structure of pond smelt from Tumen and Shuifeng Reservoirs
 Shuifeng reservoir Tumen reservoir

1986年3月下旬至4月中旬从两座水库随机取样,土门水库786尾,平均体长100毫米,平均体重8.84克;水丰水库806尾,平均体长76.2毫米,平均体重3.8克。体长频率分布表明,两座水库1龄鱼频率高峰体长组均较1985年11月初0龄高峰体长组增长了10毫米;而水丰水库的2龄鱼高峰组体长较1985年11月初增长了5毫米左右。

四、土门水库移殖公鱼生态效益的初步分析

通过3年移殖放流和移入群体的两年产卵繁殖,1986年春已有5900公斤的鱼产量,库内已形成一定数量的经济群体,预示着公鱼产量可望增长。按照 Карпевич 的观点,就鱼类来说,饵料消耗所取得的报偿可分为三类:一是个体重量的增长,主要为生命周期长的鱼类,它们的群体数量相对较少;二是群体数量增加而在单位时间内个体增重最少,系生命周期短的鱼类;三是既靠个体增重又靠群体数量增加来增加质量,这样的鱼类通常是中等生命周期,群体数量可观^[13]。显然池沼公鱼是属于第二类。该作者形象地把有机物质称为水域的可变资本,而它的主要组成部分的饵料资源流通率越高,则效益或最终的商品产量越多^[13]。公鱼是7—11个月为1个饵料生物转化为鱼产品周期的高饵料流通率鱼类,鱼产潜力大。

土门水库1976年建成后开始放养鱼种,1978—1983年6年平均年产量为1.89万公斤。1984年3.8万公斤,1985年1.79万公斤,1986年8.0万公斤(不包括公鱼产量),创历史最好水平,渔产量呈上升趋势。主养鱼鲢、鳊、鲤等生长速度和肥满度均良好。移殖公鱼对其它经济鱼类的增养殖尚未看出有不良影响。

近年来水丰水库公鱼种群密度较大,摄食浮游动物的几种主要野杂鱼(宽鳍鱲、棒花、颌须鲃等)数量有相对减少趋势。这可能是因为公鱼产卵适应性强,群体增殖速度快等更富竞争力,对这些野杂鱼有抑制作用。土门水库的野杂鱼组成与水丰水库类似,今后很可能出现类似的鱼类组成的演变。

据 1986 年 4—6 月初步观察,斑鳅、马口鱼等肉食性鱼类多吞食公鱼。这期间是这些肉食性鱼类产卵前旺食阶段,同时是公鱼产后体质衰弱期,公鱼便成为易得食物。特别是产卵后陆续死亡的公鱼可充作食料,转化为肉食性鱼类产品,既缓冲了肉食性鱼类对主养鱼幼鱼的危害,又增加了鱼产量。

可见,移植公鱼已初步显示了良好的生态效益。

五、公鱼的资源管理

1. 土门水库公鱼种群数量的估算

1984 年移植放流仔鱼约 20000 尾,亲鱼 2200 尾。1985 年仅捕到 11 尾。1986 年春捕获 5900 公斤,抽样检查每 3453 尾中有 1 尾 1984 年的鱼,即共捕 192 尾。这样两年共捕获 203 尾,占放流仔鱼和亲鱼总数的 0.91%。

1985 年移植放流仔鱼 680 万尾。1984 年移放的鱼于 1985 年春自然产卵繁生的仔鱼,依据上溯产卵亲鱼数量的监测,粗略估算为 240 万尾,两项仔鱼合计为 920 万尾。1985 年夏溢洪时在坝下捞取当年鱼约 200 公斤,抽样测定平均尾重 1.33 克,计 150376 尾;1986 年春共捕获 5900 公斤,平均尾重 8.9 克,折合 662921 尾。共捕获 813297 尾,约占放流和自然繁生仔鱼的 8.8%。

1986 年 3 月第一次产卵高潮期间采集受精卵 1 亿粒,放流仔鱼 5890.26 万尾。4 月中旬出现第二次产卵高潮。随机取样捕获的幼鱼体长分布频率的两个高峰,即代表两次产卵高潮出生的幼鱼。按两个频率高峰的体长范围(相邻的 32.1—36.0 毫米体长组的鱼平分归两组)统计,第二次产卵高潮孵出的仔鱼占 50.3%,即 5890 万尾。这样 1986 年共孵出仔鱼至少为 11780 万尾。如按 2% 回捕率计算,在正常情况下 1987 年春可捕捞上溯产卵鱼群 2 万公斤左右。

2. 对土门水库公鱼资源管理的建议

(1) 鉴于公鱼群体数量的增长,1987 年可正式捕捞生产。近年内应限于春季捕捞,秋季不捕。这样作的好处是①有利于资源增殖,上溯鱼群能部分自然产卵,也便于人工采卵;②可广泛供应移植需要的受精卵,起到种卵供应基地作用,发挥更大的社会效益;③捕捞方法简便有效,在河口设置张网截捕上溯鱼群,不用大型船网设备,可轻易地获取渔产品;④春天的鱼营养组成是高蛋白低脂肪,更符合市场需求。

(2) 为了解决春天捕捞和自然产卵的矛盾,可采取捕捞和人工采卵孵化放流相结合的方式,不断充实资源。

(3) 维持现行的鲢鳙鱼种放养量(每亩 120 尾左右)不再增加,为公鱼群体繁生创造条件。

(4) 公鱼是亚冷水性鱼类, 夏季多栖居坝前区(水温要比中上游低 2—4℃)。两年观察表明, 夏季提闸放水有大量公鱼逃逸。必须考虑采取有效的拦鱼措施。

六、小结

1. 移殖受精卵是最经济有效的工艺路线, 一是结合捕捞生产采集受精卵经济方便; 二是干法运输发眼卵成活率高; 三是早期发育阶段可塑性大, 易适应新的水域环境, 移殖较易取得成功。

2. 经过实验实践, 在附卵方法(搅匀向附卵板上均洒)、附卵框捆扎(用胶皮套扎)、有效控制水霉(附卵框先经孔雀石绿浸泡消毒后附卵、孵化过程中定期泼洒孔雀石绿)、网箱保护孵化、发眼卵干运(货车直接装运、间隔淋水)等摸索了一套符合我国国情、更实用有效的操作技术。现在大规模采卵孵化, 受精率在 70% 以上, 发眼卵运输成活率达 95—100%, 孵化率 77%, 这三项指标接近、达到和超过了日本 80 年代的技术水平^[4,7,8]。日本以大量采卵取胜, 孵化通常不加保护, 粗放孵化率为 6—10%, 专门孵化池孵化率为 70% 左右。

3. 移殖于土门水库的公鱼, 生长速度、繁殖力等生物学指标都高于原产地。已自然产卵繁生了两个世代, 库内已形成经济群体, 并已初步形成产量。在土门水库定居下来的公鱼, 其摄食、生长、繁殖和栖息活动规律等与原产地一致^[1], 也与日本小川原沼公鱼相似^[10]。

4. 公鱼移入土门水库后, 本身已显示出经济效益; 增养殖的经济鱼类产量亦呈上升趋势; 产卵后体质衰弱的公鱼, 成为肉食性鱼类的主要猎食物, 缓冲了肉食性鱼类对经济幼鱼的危害。

参 考 文 献

- [1] 解玉浩、朴笑平, 1984. 水库池沼公鱼的生物学. 水生生物学集刊, 8(4): 457—468.
- [2] 解玉浩、李勃, 1987. 池沼公鱼移殖技术. 水利渔业, (1): 7—10.
- [3] 解玉浩, 1987. 池沼公鱼的营养价值和食用方法. 水利渔业, (1): 20—21.
- [4] 解玉浩, 1987. 日本的公鱼渔业. 今日渔业, (9): 1—2.
- [5] 解玉浩、李勃, 1987. 池沼公鱼的胚胎发育. 水产学报, 11(4): 307—314.
- [6] 稻菜传三郎, 1976. ワカサギの増殖. 淡水増殖, 第 21 号: 342—349. 恒里社厚生馆.
- [7] 铃木健二, 1984. 霞ヶ浦産ワカサギ亲鱼利用人工系化放流について. 茨城县内水面水产试验场调查研究报告, 第 21 号: 1—10.
- [8] 熊丸敦郎, 1984. ワカサギ卵の人工系化管理方法について. 茨城县内水面水产试验场调查研究报告, 第 22 号: 11—30.
- [9] Hamada, K., 1961. Taxonomic and Ecological studies of the genus *Hypomesus* of Japan., Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 9(1): 1—56.
- [10] Sato, R., 1950. Biological observation on the pond smelt *Hypomesus olidus* (Pallas) in lake Kogawara Aomori Prefecture, Japan. I. Habits and Age composition of the spawning fishes. Tohoku Journal of Agricultural Research, 1(1): 87—95.
- [11] Sato, R., 1950. On feeding habits of the larva of pond smelt *Hypomesus olidus* (Pallas). Tohoku Journal of Agricultural Research, 1(2): 215—222.
- [12] Wales, J. H., 1962. Introduction of Pond-Smelt from Japan into California. Calif. Fish. Game, 48(2): 141—142.
- [13] Карпевич А. Ф., 1975. Теория и практика акклиматизации водных организмов. pp. 101—127. Изд. "Пищевая промышленность".

科学实验

关于池沼公鱼移植驯化问题

解 玉 浩

(辽宁省淡水水产研究所)

提 要

本文论及了池沼公鱼的渔业评价和移植驯化效果及其主要影响因素,并对今后公鱼移植工作提出了建议。

我国的池沼公鱼资源自1984年开始移植放流试验成功后,移植工作扩展迅速,到1989年春全国17个省市95座水库湖泊(总水面164万亩)移植放流了约49亿粒受精卵,其中68座移植水域捕到了公鱼,22座水域已初步或正式形成生产能力。1988年移植水域的公鱼产量约200吨。

一、池沼公鱼的渔业评价

1. 经济价值:营养丰富,味道鲜美,整体可食,食用方便,不仅可出口创汇,而且国内市场畅销,价格与鲢鳙鱼接近,有较高的经济价值。

2. 生态习性:池沼公鱼适应性较强,繁殖力强。1龄即成熟产卵。在东北3月上旬至5月上旬水温为3~16℃产卵。卵粘附于砂石上或枯萎植物体上发育。受精卵约需积温4000小时度孵出仔鱼。仔鱼主要以轮虫和单胞藻类为食,幼鱼和成鱼主要摄食浮游动物。当年鱼到10月末一般叉体长可达7~9厘米,体重3~6克已达性成熟。翌春产卵后大部分个体陆续死亡。渔获群中1龄鱼占90%左右,2龄鱼8~10%,3龄鱼极少见到。

3. 渔业特点:一是群体增殖速度快,一

般移植成功后两三年可形成经济群体;二是饵料转化为鱼产品的周期短,当年鱼经6~7个月生长即可成商品鱼;三是集群活动易于捕捞,特别是早春深秋形成汛期,延长渔业活动期,增产增收。

4. 生态效益:公鱼本身是出口创汇的畅销优质鱼类。公鱼可与其它经济鱼类同时增养殖,充分利用水域空间和饵料基础增加产量。公鱼种群大量繁生可抑制其它野杂鱼的繁生,有利于经济鱼类产量的提高。公鱼种群密度加大,增加了被捕食的机会,特别是产卵后陆续死亡前的个体,多为肉食性鱼类的牺牲品,转化为鱼产品,同时缓冲了凶猛鱼类对放养鱼类的压力。

综上所述,公鱼不失为北方大水体的一个优良增殖对象。

二、池沼公鱼的移植技术

采取最简单易行的直接方式,即列选对象由移出水域直接迁移到接收水域。实践表明,干法移运发眼卵或用低温无水法移运受精卵,在移入水体的适宜地点的保护箱内孵化,仔鱼孵出后自动散入水体中的工艺路线,效果良好。有关移植技术已有专论文章^[1,3,4],这里不多赘述。

三、池沼公鱼移植结果的评价

就辽宁的移植结果归纳起来可以分以下三种情况:

1. 结果良好。达到了引种的三级效果^[12]:(1)移植对象成活,移入水体捕到了移植个体;(2)生物学效果,引种对象繁殖,后代成活;(3)渔业效果,移植对象形成种群并进入渔获物或新水域食物链循环。一般移植后第二年形成经济群体,第三年后正式形成产量,平均亩产0.5~3.5公斤。例如浑江水库(辽宁水面8万亩)1986年移入3500万粒受精卵,1987年春形成2万公斤渔产量,采受精卵6亿粒,本库孵化放流2.2亿粒。1988年春捕获2.3万公斤,采卵8亿粒,本库孵化放流1.6亿。1989年春渔获量4万公斤,拟秋汛正式捕捞生产。绥中大风口水库,水面6千亩,1987年移入2000万粒受精卵,1988年春形成750公斤渔产量并采卵本库孵化放流,1989年春捕鱼10500公斤,平均亩产1.75公斤。宽甸太平哨水库(2.0万亩),1986年开始移入受精卵,1986~1988年共移入受精卵2.8亿粒,1988年开始捕鱼,渔产7万公斤,平均亩产3.5公斤。

2. 结果一般。虽也能达到引种的三级效果,移植后第三年初步形成产量,但产量增长幅度不大,亩产波动于0.5公斤以下。如汤河水库渔业水面3万亩,1986年移植,1987年初步形成产量,1988~1989年春产量在12500~15000公斤间,平均亩产0.42~0.5公斤。

3. 移植未见效果。其主要原因不外乎运输、孵化管理不善,鱼卵受精率低,移植数量太少,生态条件不适宜等。

从全国已移植公鱼的各个省市看,北方辽宁、吉林、黑龙江、北京、山东、青海的多数移植水域公鱼已形成群体或已形成产量,达到了引种的二级或三级效果,移植达到了驯化的目的。山西、陕西、河北、天津、内蒙一般只少量移植试验了一次,未发现公鱼,这可能

与移植放流技术本身和公鱼生态生理学要求与放流水域生态条件的吻合程度有关。长江两岸以南的安徽、湖北、云南等试点水域,一般只少量试移了一次。安徽六安地区磨子潭水库1987年移植,当年捕到公鱼,长势良好,达到了引种的一级效果,但以后没有继续工作。湖北麻城市三合水库1987~1988两年移植,放到池塘里孵化的发眼卵孵出仔鱼,8月份捕见幼鱼,但生长极为不良,以后幼鱼全部死亡。云南移入的发眼卵未见效果。湖南、浙江、新疆今年才开始试移,结果待查。

概括全国的移植效果,北方明显好于南方,北方地区中东北好于关内。

影响移植结果主要因素的分析讨论

1. 自然地理方面因素

(1) 地理纬度和气候条件。池沼公鱼自然分布于北半球大致北纬33度以北的太平洋两岸和北冰洋东部沿岸水域,在亚洲见于我国东北部分水系,朝鲜、日本和苏联的远东地区,在北美见于美国加州以北、加拿大和阿拉斯加^[13]。日本从1909年开始公鱼移植,现几乎遍布日本主要湖泊^[14]。Wales报道池沼公鱼从日本移到美国加州^[15]。我国从1984年开展池沼公鱼移植,移植获得三级引种效果的水域也都是在北纬33度以北。我国北纬33度以南水域(包括31度左右的安徽磨子潭水库)的移植效果尚待进一步观察。地理纬度与气候条件紧密相关,其中温度可能是影响移植结果的主要因素。池沼公鱼能适应的上限温度,日本学者报导是30℃,我们观察确定是29℃,当水温28℃时鱼逃避并出现摄食强度明显下降。0~3℃的低温条件似乎也是公鱼发育成熟所必需的。按照Гербильский的观点,低温对春天产卵鱼类卵巢发育成熟是必要条件,低温能刺激卵母细胞的卵黄沉积^[16]。池沼公鱼卵细胞的大生长期是在11~2月冰封期低温下完成的^[17]。日本公鱼主要产地之一的霞浦湖,是位于东京湾附近的浅水湖泊,冬天不结冰,但1~2月水温

温 $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ ；受海洋性气候影响，夏季最高水温一般不超过 28°C 。我国长江流域以南地区，夏季有较长时间水温会超过 29°C ，一些水体的较深水层可能水温偏低，但对栖息于中上层的公鱼较长时间停留在压力大的深水层似乎难以适应。冬天水温是否会高出公鱼所需的低温范围也值得注意。

(2) 自然景观和土壤植被。我国池沼公鱼的原产地多是森林山地景观。移植驯化成功的水域多是位于森林山地的山谷、丘陵型水库，但位于荒山丘陵、草原丘陵、荒漠中的水库、湖泊均有移植驯化成功之例。日本的山地和滨海湖泊均有公鱼重点产区。所以自然景观和植被条件不是公鱼移植驯化的重要影响因素。然而土壤的构成可能是个影响因素。目前我国在东北、北京、山东、青海的棕壤、褐土、黑土、栗钙土、山地半荒漠、荒漠土地区的水域里移植驯化成功。但在红壤、黄土地区尚无移植驯化成功之例。红壤显酸性，且红壤、黄土具细粒胶粘的特性，雨水或风浪冲刷通常使水较长时间混浊，这对喜清净水质的公鱼可能会有不利影响。

(3) 流域属性和海拔高度。池沼公鱼自然分布于海拔千米以内的沿海外流性河水系水域。1988年青海省把公鱼发眼卵运进海拔2813米的内流水系的柯雪屯湖，鱼生长发育良好，1989年4月在湖内产卵繁殖¹⁹。这表明公鱼能适应高原大陆性气候条件下的内流性水域生态条件。

2. 水域生态条件

(1) 水的理化性质。一般来讲养鲤科鱼类的水域对公鱼也是适宜的。但有三个因素应特别注意：一是水温状况已如前述；二是水的pH值，公鱼系起源于海洋的鱼类，适应于弱酸性到中性(pH7.0~8.3)水域，偏碱性水对其生活有不利影响；三是禁忌水域污染。

(2) 水文学状况。对公鱼移植结果影响最大的是水位变化和入库流量这两项因素。

素。非产卵期水位上涨为公鱼提供饵料基础和栖息空间，对摄食生长有利。产卵期水位上涨是产卵的刺激因素。相反，水位下降对公鱼生长不利。尤其是产卵期水位下降，一是会丧失上游淹没区砂石底质的产卵场；二是使产出的鱼卵干露致死。入库流量与水位变化直接有关。雨季入库流量大，迳流携带入库的有机物质丰富。产卵期流量大，引诱产卵群体上溯产卵，产卵效果好。

(3) 生物学环境。生物群落学容量(生物群落密度、竞争规模和势力强弱、敌害压力等)和饵料学容量(饵料生物数量、食物链组成、水域和食物链内有机物质周转率等)对公鱼移植结果有重要影响。从辽宁的情况看，生物群落学和饵料学容量较大(即鱼类放养量不足或根本没有放养、野鱼类种类量少、饵料生物较丰富等)的水库移植效果一般较好。例如浑江水库原放养鱼类不足，渔产量每亩1.0公斤左右，主要渔获物为野杂鱼。移入公鱼后第二年形成2万公斤渔产量，回捕率占放流仔鱼的3.8%，公鱼生长速度和繁殖力显著高出原产地。目前公鱼已成为主要渔业对象。形成对照的是大伙房水库，与浑江水库同位于辽宁东部山区的同类型水库，但鱼类群落密度较大，近年平均渔获量17公斤/亩左右，凶猛鱼类有浑江水库所没有的翘嘴红鲌、青梢红鲌、红鲌，且种群数量较大。1988年移植未见效果。

3. 经营管理因素

(1) 经营指导思想。有的单位移植前经过论证分析，移植技术工作认真组织实施，移植成功后坚持放流增殖，形成生产能力后合理捕捞利用，取得了明显的经济效益和社会效益。有的水库虽移植成功，但只求眼前利益，采鱼全部外销，本库没有继续放流增殖，产卵期水位下降，产卵量下降，致使公鱼群体得不到补充。还有的单位移植工作草率从事，

移植成功,但无人管理,已形成的群体仍很自然。这样均得不到应有的效果。

(2) 捕捞问题。池沼公鱼主要群体是一龄鱼组成。由于产卵后大部分个体死亡,在有效的资源增殖基础上,合理充分地捕捞利用才能体现出好的渔业效果。用疏目拖网捕获集群活动的花白鲢,一网次捕获上千公斤容易,如平均尾重4公斤,只有250尾。但机拖网捕获1千公斤公鱼(每公斤160尾,合16万尾)似乎不可能,因除其它因素外,要起捕尾数250尾与16万尾比,应付出的渔获努力相差640倍。就是说公鱼捕捞要高强度才能体现高效果。探测表明公鱼群体达到一定密度后,象浮游生物一样遍布水层,只有渔船多、作业面广,产量才能高。日本和我国主要公鱼产地都是开放经营,捕捞盛期千船齐发,日产几百吨。我国太湖、滇池银鱼捕捞也是如此。

四、对今后移植驯化工作的意见

1. 公鱼移植驯化应重点开发北方大水面。移植应选点试验,在成功的基础上再以试点为基地向附近地区扩展,这样逐级移植驯化易于成功,同时也较经济方便。目前应在巩固已有移植成果的基础上逐步展开。至于南方省区一般不提倡,如要移植应严格选点试验。最高水温 29°C 以下(最适生长水温为 $12\sim 24^{\circ}\text{C}$),水质清新稳静,饵料生物(主要是浮游动物)丰富,有广阔砂石底质的产卵场,繁殖期水位相对稳定,这些是公鱼移植驯化成功的基本条件。

2. 公鱼移植管理要克服短期行为。移植成功后要坚持连续大量移植放流两三年,使之尽快形成生产能力。在捕捞利用的同时要采取繁殖保护和增殖放流措施,使资源稳定增长。

3. 采取有效捕捞措施,充分合理利用资源。国营统管水库除本身捕捞外,可采取多种形式组织群众捕捞。开放经营水域应登记收费,凭证捕鱼作业,严格渔政管理,避免酷捕乱采。

4. 加强基础理论研究,巩固、扩大移植

驯化成果。公鱼系主产周期型、群体结构变化快的鱼类。在有人十余年移植放流历史的日本,若干公鱼重点产地产量波动很大,如霞浦湖高产年份渔产量达1290吨,低产年份产量跌落到124吨;諏访湖和北海道一些湖泊也有类似现象^[9]。我国公鱼渔业起步晚,渔产量虽有波动,但总的呈上升趋势。然而群体结构时而出异常变化。如水丰水库1984~1988年间,唯有1986年同期群体平均叉体长小15毫米左右,即减少18.7%,何故?尚不清楚。其它移植水库也有类似情况。产卵也多变化,似有“大小年”之分。所以诸如公鱼群体变化、产卵变化规律及公鱼与其它鱼类种间关系、公鱼的适应性及变异性、公鱼的发育生物学等应深入系统研究。

主要参考文献

- (1) 解玉浩、李勃, 1987. 池沼公鱼移植技术, 水利渔业(1):7~10.
- (2) 解玉浩, 1989. 关于公鱼更鱼类分类的讨论, 鲤鲢渔业1(1):26~33.
- (3) 解玉浩、李勃等, 1988. 池沼公鱼移植放流试验研究. 水生生物学报12(4):344~354.
- (4) 解玉浩、李勃等, 1989. 池沼公鱼受精卵低温无水保存和运输的初步研究. 水利渔业(1):17~19.
- (5) 稻叶传三郎, 1976. ワカサギの増殖. 淡水増殖: 342~348. 恒星社厚生阁.
- (6) 佐佐木道也, 1981. 霞ヶ浦の最近におけるワカサギ資源の动向について(一)資源变动原因. 茨内水试调查研究报告.
- (7) 外冈健夫等, 1984. 昭和58年度霞ヶ浦北浦湖沼观测结果について. 茨内水试调研报告(21):92~108.
- (8) 北海道立水产孵化场等, 1985. ワカサギ属の生物学的特征と増殖法. 茨内水试调研报告.
- (9) Hamada, X., 1961. Taxonomic and ecological studies of the genus *Hypomesus* of Japan. Men. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 9(1):1~56.
- (10) Wales J. H., 1962. Introduction of pond smelt from Japan into California. Calif. Fish. a. Game. 48(2):141~142.
- (11) Гербицкий Н. Л., 1937. Развитие опитов у зеркального карпа и его зависимость от температуры. "Бюл. Эксп. Биол. и Мед" 3.
- (12) Карпевич А. Ф., 1975. Теория и практика акклиматизация водных организмов. "Пищевая промышленность".

池沼公鱼的胚胎发育*

解玉浩 李 勃

(辽宁省淡水水产研究所)

提要 本文对池沼公鱼成熟鱼卵的形态特征与粘束形成,受精卵的胚胎发育,未受精卵的发育以及胚胎对温度变化和离水干露的适应性进行了研究。依据胚胎生态适应力的观察资料,进行了发眼卵长途干运,成活率达到100%。

主题词 胚胎发育,池沼公鱼,水丰水库,土门水库

池沼公鱼 *Hypomesus olidus* (pallas) 是鲑形目胡瓜鱼科的小型经济鱼类。在我国仅分布于东北的部分江河水库^[1]。这种鱼质嫩味美,营养丰富,出口内销供不应求。通过移植放流的途径发展公鱼渔业,有着广阔的前景。进行胚胎发育观察,掌握发育历程及其规律,在理论上或实践上都具有重要意义。Совн 记述了黑龙江池沼公鱼的繁殖与发育^[2]。Sato 报导了日本小川原沼池沼公鱼的早期生命史等^[3,4]。Крыжановский 等在黑龙江鱼类考察期间观察了池沼公鱼的胚胎发育^[5]。Hamada 在公鱼属鱼类的分类与生态学研究一文中,描绘了池沼公鱼的胚胎发育^[6]。在我国尚未见有关池沼公鱼胚胎发育资料。1985—1986年5月我们在移植公鱼受精卵工作中,进行了水丰水库、土门水库公鱼胚胎发育的观察研究。

材料与 方法

亲鱼捕自水丰水库岸边或土门水库入库河口产卵场。人工采卵、干法授精获得受精卵。部分受精卵盛于若干培养皿内,室内常温孵化,观察其胚胎发育。大批受精卵附在附卵框(棕榈片制成)上,置于水库浮动网箱内孵化,作对照观察。把活的胚胎放在小培养皿或凹玻片内,解剖镜或低倍显微镜下观察其发育进程,用测微尺测记胚胎各部大小,记录形态特征,描绘草图,并进行显微摄影。仔鱼活体用乌拉糖麻醉,以便观察。

把成熟雌鱼鱼卵挤于小培养皿内,镜下观察吸水前后卵膜变化及粘束形成,并观察了未受精卵的发育过程。

胚胎发育观察的同时,进行了胚胎生态适应力的实验:①室内常温下昼夜温差10—11℃条件下的发育历程;②电热控温在短时间内(40分钟左右)水温升降5—7℃条件下发育情况;③离水干露试验:把不同发育时期的胚胎(从水库网箱中孵化的胚胎中选取),连

* 丹东外贸公司、凤城土门水库和我所资源室有关同志参加了公鱼移植野外工作;宽甸杨木杆边防派出所给予大力协助,在此一并致谢。

同附卵基质一起脱离水面,室内常温下干露放置,间隔淋水,搁置 24--48 小时后,拴上标签,放回水库网箱中,观察其发育结果。

以上各项实验观察两年重复进行了六次。

观 察 结 果

一、成熟卵的形态特征

成熟鱼卵近圆球形,含有大量卵黄,卵黄内含有大小不一的脂肪滴。吸水前鱼卵呈卵质均匀分布的实体(图 1-1),平均卵径水丰水库为 0.73 毫米,土门水库 0.83 毫米。加水后 1 分钟,可见两层卵膜界限清晰,两层卵膜粘连在一起的一点为卵膜孔,水通过卵膜孔入内而使卵膜膨胀。卵膜孔遇水后先是内凹继而向外凸出,以牵连此时已破裂的外层膜向外翻卷形成降落伞状粘束(图 1-2),牢固地粘附于培养皿上,用解剖针拨动鱼卵,可把粘束拉长而鱼卵仍不脱落。在自然条件下,受精卵附着在水中砂石等物体上发育或在流水中借助于降落伞状的粘膜和卵黄中的脂肪滴,漂浮发育。

二、受精卵的发育

1. 受精及胚盘形成 成熟卵受精后,卵膜吸水膨胀,在水温 10°C 时,30秒钟后便可见卵间隙出现,并渐次增大,6分钟后达到最大(图1-3),此时平均卵径水丰水库为 0.8 毫米,卵质径 0.73 毫米;土门水库为 1.10 毫米,卵质径为 0.83 毫米。受精后 1 小时 40 分,水温 15°C 时,卵质在动物极形成胚盘,胚盘高 0.21 毫米(图 1-4)。这个阶段历时 2 小时 40 分。

2. 卵裂期 受精后 3 小时 10 分,水温 15.5°C 时,胚盘自顶端出现一条纵向分裂沟,形成两个分裂球,进入 2 细胞期(图 1-5)。紧接着,与第一次卵裂沟相垂直出现卵裂沟,形成大小相似的四个细胞。在受精后 4 小时,水温 16.8°C 进入 4 细胞期(图 1-6)。第三次卵裂出现两条与首次卵裂相平行的分裂沟,形成 8 个分裂球,于受精后 6 小时 30 分,水温 13.5°C 时,进入 8 细胞期(图 1-7)。受精后 7 小时,在水温 13°C 时进入 16 细胞期(图 1-8)。受精后 7 小时 45 分,水温 13°C 时,分裂形成 32 个细胞(图 1-9)。随着卵裂次数的增加,分裂球逐渐变小,细胞界限模糊不清。受精后 10 小时 30 分水温 12°C 时进入多细胞期(图 1-10)。此阶段历时 9 小时 50 分。

3. 囊胚期 随着卵裂的继续,胚盘排列成多层细胞团,渐渐隆起,于受精后 18 小时,在水温 10.2°C 时,进入高囊胚期(图 1-11)。此时卵全径 0.93 毫米,内径 0.78 毫米,囊胚高 0.24 毫米(水丰水库的受精卵)。受精后 25 小时,水温 14°C ,进入低囊胚期。此阶段历时 14 小时 30 分。

4. 原肠胚期 低囊胚进一步发育,胚盘边缘细胞开始向植物极移动。于受精后 27 小时 40 分,水温 11°C 时进入原肠初期(图 1-12),胚层下包卵黄约 $1/3$ 。受精后 33 小时 40 分,水温 11°C 时胚层下包 $3/5$,下包边缘形成胚环,进入原肠中期(图 1-13)。受精后 40 小时 20 分,水温 10°C 时,胚层下包 $4/5$,可见大卵黄栓,进入原肠晚期。此阶段历时 17 小时 20 分。

5. 神经胚期 下包继续进行,在受精后 45 小时 40 分,水温 10°C 时,神经板初现,进