

研究简报

# 陡河水库电厂热排水的渔业效应

## EFFECTS OF THERMAL WATER DISCHARGE FROM THE POWER PLANT ON FISHERIES IN DOUHE RESERVOIR

董方勇

(水库渔业研究所, 武汉 430073)

Dong Fangyong

(*Institute of Reservoir Fisheries, Wuhan 430073*)

关键词 热排水, 鱼类, 电厂, 水库

KEYWORDS Thermal water discharge, Fish, Power plant, Reservoir

据不完全统计,我国目前投入运行的热电厂约有400座,这些电厂排放的热对作为冷却水源的水库、湖泊和江河等水体的水生生物带来了明显的影响,随着我国电力事业的不断发展,这种影响将会日益普遍。虽然国内外对温度和水生生物的关系研究得较多,但天然水体的人为增温对水生生物特别是对鱼类的影响却报道得很少[金琼贝等,1989;韩德举等,1993]。1987~1988年,我们较深入地探讨了位于河北省唐山市境内的陡河水库电厂热排水对鱼类的生长、繁殖、疾病、分布和鱼产量的影响。陡河水库是一座以防洪、灌溉和渔业为主要功能的大型水库,1956年建成,1976年作为电厂冷却水源。总库容为 $3.39 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,有效库容为 $2.985 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,兴利库容为 $6.92 \times 10^7 \text{ m}^3$ ,平均水深约3.5m,养鱼水面约1066.7hm<sup>2</sup>。

### 1 材料与方法

**对照水库的选择:**由于缺乏陡河水库增温前有关鱼类生态学方面的历史资料,运用比拟法,选择与陡河水库地理位置、自然环境、渔业状况和管理水平相似的丘庄水库作为陡河水库增温前的参证水库。

**鱼类的生长:**选用鳞片作为鉴定鱼类年龄的材料,于12月份摘取鱼体中段近侧线上方到背鳍前半部下方部位的鳞片镜检,在摘取鳞片的同时测定体长和体重。

**鱼类的繁殖:**逐月解剖样本,称取性腺和空壳重量,测定性腺成熟系数。从3月下旬起,在两水库主要产卵场布设用棕榈皮制作的人工鱼巢,每天早晨9点左右对人工鱼巢进行检查和清洗,记录最早见卵时间等。

**鱼类的分布:**根据陡河水库水温特点,将水库分为强增温区、弱增温区和自然水温区三个水温区,逐月用围网在不同水温区进行捕捞,记录渔获量。网长60m,网高6m,网目8cm。

**鱼类的疾病:**向当地养鱼工人了解病史、病症和危害程度,巡视水库观察病鱼和死鱼并计数,目测鱼病的内外症状,或显微镜检查病原体。

收稿日期:1995-10-09。

鱼产量;调查增温前后的鱼产量,对增温前后的产量进行假设检验,以比较增温前后的差异。

## 2 结果与讨论

### 2.1 增温对鱼类生长的影响

表1为陡河水库和对照水库放养经济鱼类的生长速度。结果显示,陡河水库在研究期间不论是滤食性鱼类还是草食性鱼类的生长速度都要比对照水库快,这表明电厂热排水使水库增温对鱼类的生长有着明显的促进作用。首先增温使陡河水库鱼类的生长期延长两个月,据调查,增温致使水温超过10℃以上约为10个月。而对照水库水温超过10℃以上仅为8个月。同时,增温使陡河水库的饵料生物比以前更丰富,这为鱼类的生长提供了充足的物质基础。

表1 主要经济鱼类生长速度的比较

Table 1 Comparison of growth rate of main species

| 年龄             | 测定项目   | 增温前(对照水库) |       |       | 增温后(陡河水库) |       |       |
|----------------|--------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|
|                |        | 鲢         | 鳙     | 草鱼    | 鲢         | 鳙     | 草鱼    |
| 1 <sup>+</sup> | 体长(mm) | 284       | 296   | 327   | 321       | 326   | 374   |
|                | 体重(g)  | 454       | 493   | 684   | 633       | 788   | 998   |
| 2 <sup>+</sup> | 体长(mm) | 365       | 388   | 391   | 397       | 412   | 456   |
|                | 体重(g)  | 867       | 1 067 | 1 145 | 980       | 1 437 | 1 521 |
| 3 <sup>+</sup> | 体长(mm) | 411       | 448   | 438   | 455       | 491   | 519   |
|                | 体重(g)  | 1 016     | 1 740 | 2 042 | 1 869     | 3 187 | 3 128 |

这一结果与盛连喜等[1990年]报道的刚好相反,他们的调查结果增温后(1984年)鱼类的生长速度比增温前(1976年)慢。我们认为导致这一现象可能有两个原因:一是1984年刚好是水库鱼类放养量比较多的一年,放养量为120万尾,而1976年却刚好是放养量较少的一年,放养量仅20万尾,前后相差6倍。在饵料一定的情况下,放养量多,鱼类平均占有饵料的丰度就少,生长就慢,反之则快。二是他们的研究年份也正值陡河水库的枯水年,1984年水库的库容量( $2.5 \times 10^7 \text{m}^3$ )不到1976年( $6.0 \times 10^7 \text{m}^3$ )的二分之一,而电厂装机容量却增加到 $95 \times 10^7 \text{W}$ ,库容量急剧减少而装机容量不断扩大,使夏季的水温过高,可能超过鱼类的最适生长温度,改变了饵料生物的种群结构,致使鱼类生长速度减缓。

### 2.2 增温对鱼类繁殖的影响

鲤、鲫是水库中能自然繁殖的主要经济鱼类,逐月解剖雌性鲤共240尾,雌性鲫共192尾,观察其卵巢发育的周年变化,测定鲤、鲫的成熟系数(图1和图2),从图1、2可以看出,陡河水库鲤、鲫的性腺发育均比对照水库提前近一个月。从布设的人工鱼巢上见卵的时间来看,产卵时间也可得到一致的结果,陡河水库鲤最早见卵时间为4月16日,对照水库最早见卵时间为5月12日;陡河水库鲫最早见卵时间为4月18日,对照水库最早见卵时间为5月15日,陡河水库鲤、鲫的产卵时间比对照水库分别提前26和28天,这表明增温使鱼类的性腺发育和产卵时间明显提前,这和史相国等[1987]的报道基本一致。

值得一提的是,陡河水库天然鱼类产卵初期的受精卵死亡率极高,孵化率极低,初步观察的结果约为9%,这主要与初期寒潮频繁水温波动剧烈有关,此时水温约有6℃上下的变动。因此,在鱼类繁殖初期适当提高水库水位,降低气温对水温的不利影响,保持水温的相对稳定,对提高受精卵的孵化率和鱼产量是十分重要的。

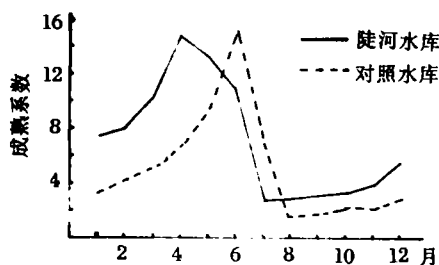


图1 鲤卵巢成熟系数的周年变化  
Fig.1 Annual variation of maturation coefficient of ovary of common carp

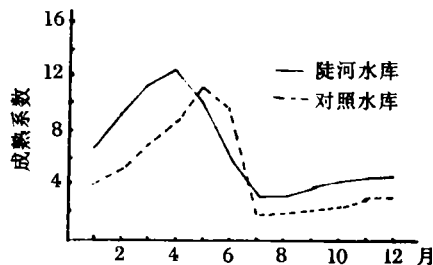


图2 鲫卵巢成熟系数的周年变化  
Fig.2 Annual variation of maturation coefficient of ovary of crucian carp

### 2.3 增温和鱼病的关系

调查发现,陡河水库危害鱼类的疾病主要有病毒性的草鱼出血病、细菌性的打印病、烂鳃病、肠炎病和寄生虫性的绦虫病等,这些鱼病引起大量鱼类死亡的现象极少,但引起少量鱼类死亡的现象常有发生。对照水库的鱼病很少,死鱼也不常见。陡河水库的鱼病具有以下两个显著特点:一是对对照水库相比,鱼病发生时间早,结束时间晚,发病期长,5~9月为主要发病期。二是导致这些鱼病的病原多是适宜25~32℃的高水温种类。这两个特点和长江流域的鱼病具有很大的相似性,表明鱼病和水库增温有关。近年来,“南苗北运”使北方地区病原增多,加之水温升高致使病原复制和生长繁殖的速度加快,因而感染率和感染强度有所增加。

### 2.4 增温对鱼类分布的影响

根据水温的特点,可将水库大致分为三个不同的水温区(图3)。表2为各水温区试捕的平均渔获量,即可看出鱼类的分布规律。春、秋两季鱼类分布比较一致,各水温区分布比较均匀,因为春秋两季各水温区的温度相关不大,对鱼类的分布影响较小。冬、夏两季则差异较大,夏季鱼类躲避不适高水温(32~38℃)而离开强增温区,冬季鱼类选择适宜水温(14~19℃)在强增温区大量集群越冬。这一特点为生产捕捞提供了一个良好的条件。

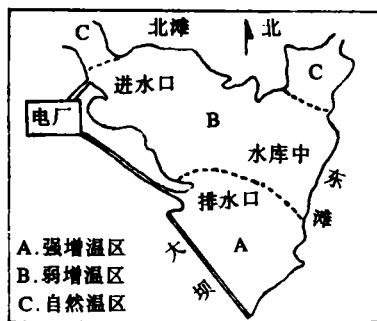


图3 陡河水库水温分布示意图  
Fig.3 Diagram of distribution of water temperature

表2 陡河水库鱼类的分布(kg/网)

Table 2 Distribution of fish in Douhe Reservoir (kg/net)

| 区域   | 春(3~5月) | 夏(6~8月) | 秋(9~11月) | 冬(12~2月) |
|------|---------|---------|----------|----------|
| 强增温区 | 391     | 36      | 432      | 1168     |
| 弱增温区 | 424     | 521     | 486      | 507      |
| 自然温区 | 374     | 466     | 356      | 7        |

### 2.5 增温与鱼产量的关系

表3为陡河水库增温前后的鱼产量,经假设检验,增温前和增温后的鱼产量有极显著差异( $|t| = 7.95 >$

$t_{0.01} = 2.845, P > 0.01$ )。经过调查,增温前后水库的放养量、放养规格、捕捞强度等影响鱼产量的因素,虽然分别互有高低,但总的平均值基本没有改变,因此,可以认为,陡河水库鱼产量上升的原因主要是增温造成的。值得注意的是在总产量增长的同时,一直作为主要经济鱼类的鲫的产量却在逐年下降,盛连喜等[1990]认为这与增温后寄生虫病(主要是绦虫病)的增多有关,但我们认为鲫产量下降主要是捕捞网具选择性的结果。近年来,随着鲢、鳙、草鱼等大个体鱼类产量的增加,非放养性的小个体鱼类产量所占比例相对减小,水库在选择捕捞工具和方法时只注重对鲢、鳙和草鱼等大个体鱼类的捕捞,而忽视了对鲫等小个体鱼类的捕捞,鲫捕捞仅靠平时零星分散的刺网作业,并且平时很少记录在案。

表3 陡河水库历年鱼产量( $\times 10^4$ kg)

Table 3 Change of fish yield before and after the temperature increased

| 增 温 前 |       |       |       |       |      | 增 温 后 |       |       |        |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 年份    | 鲤     | 鲫     | 鲢鳙草鱼  | 其它    | 合计   | 年份    | 鲤     | 鲫     | 鲢鳙草鱼   | 其它    | 合计    |
| 1966  |       |       |       |       | 3.0  | 1977  | 1.785 | 3.697 | 9.393  | 1.625 | 16.5  |
| 1967  |       |       |       |       | 3.0  | 1978  | 0.432 | 1.831 | 3.919  | 0.068 | 6.25  |
| 1968  |       |       |       |       | 4.0  | 1979  | 0.528 | 1.836 | 9.353  | 0.283 | 12.0  |
| 1969  |       |       |       |       | 5.0  | 1980  | 1.50  | 0.5   | 7.51   | 0.49  | 10.0  |
| 1970  |       |       |       |       | 12.5 | 1981  | 0.958 | 0.895 | 6.623  | 0.474 | 8.95  |
| 1971  |       |       |       |       | 15.0 | 1982  | 0.996 | 0.606 | 4.30   | 2.098 | 8.0   |
| 1972  |       |       |       |       | 10.0 | 1983  | 0.94  | 0.05  | 2.521  | 0.049 | 3.56  |
| 1973  | 0.104 | 0.337 | 2.176 | 0.093 | 2.71 | 1984  | 2.051 | 0.013 | 6.914  | 0.022 | 9.0   |
| 1974  | 0.354 | 0.188 | 1.184 | 0.274 | 2.0  | 1985  | 4.107 | 0.027 | 9.869  | 1.097 | 15.1  |
| 1975  | 0.44  | 1.786 | 2.032 | 0.258 | 4.0  | 1986  | 2.695 | 0.019 | 11.675 | 0.261 | 14.65 |
| 1976  | 0.258 | 0.798 | 0.763 | 0.181 | 2.0  | 1987  | 3.037 | 0.011 | 13.439 | 0.213 | 16.7  |

### 3 余热资源的渔业利用

#### 3.1 促进家鱼提生产卵

针对增温能促进鱼类性腺发育这一特点,在水库中选择成熟亲鱼提生产卵,提早育苗,当年培育成大规格鱼种,提高鱼种越冬成活率,这是解决北方地区水库鱼种自给自足的有效措施,同时也可避免因“南苗北运”而导致的鱼病传播。

#### 3.2 养殖名特优水产品

利用电厂余热改变许多名特优水产品如甲鱼、黄鳝、乌鳢、非鲫等在低温季节具有停止生长或生产缓慢或死亡的现象,使之在低温季节也能正常生长,缩短生产周期,以期获得投资少、见效快、效益高的效果,陡河水库在这方面前途极为广阔。

### 参 考 文 献

- [1] 金琼贝等,1989. 电厂温排水对浮游动物的影响. 环境科学学报,9(2):208~217.
- [2] 韩德举等,1993. 水域增温对轮虫影响初探. 生态学报,3(3):362~271.
- [3] 盛连喜等,1990. 热污染对陡河水库鱼类及其水环境的影响. 环境科学学报,10(4):453~463.
- [4] 史相国等,1987. 电厂温排水对鲤鱼生殖期的影响. 水利渔业,(6):13~16.