

研究简报

# 云南省异龙湖藻类植物及鱼产力研究

## A STUDY ON ALGAL FLORA AND CATCH IN THE YILONGHU LAKE OF YUNNAN PROVINCE

王忠泽

(云南大学生物系, 昆明 650091)

WANG Zhong-Ze

(Department of Biology, Yunnan University, Kunming 650091)

关键词 异龙湖, 藻类植物, 鱼产力

KEYWORDS Yilonghu lake, Algal flora, Catch

异龙湖是云南省群山之中的“高原明珠”之一, 鱼产品久负盛名, 一向受到中外科学工作者的关注。早在1914到1916年 H. Hande+ Mazzetti [Skujia 1937] 就进行过采集, 1957年黎尚豪[1963]做了调查, 1994年荷兰政府与云南省政府签约共同研究开发包括异龙湖在内的滇南湖群。但有关藻类植物和鱼产力的专题研究至今尚未见报道。1992年受石屏县政府委托、资助, 由云南省环境科学研究所与云南大学生物系共同对异龙湖进行了多学科调查研究, 为异龙湖地区社会经济发展战略, 提供本底资料, 本文是其中的一个专题。经研究共有藻类植物7门173种, 平均个体数量  $19.32 \times 10^7$  个/升, 生物量 156.031 mg/L, 初步估算鱼产力为 254.1 kg/hm<sup>2</sup>。异龙湖水、热等自然条件优越, 藻类植物丰富, 发展渔业潜力巨大。但是长期以来, 超强度的开发利用, 已使鱼种多样性受到严重威胁, 丰产受到影响, 应予以高度重视。

## 1 自然条件

异龙湖位于东经 102°28'~102°38'; 北纬 23°38'~23°42'; 海拔 1414.33 m, 属断陷浸蚀浅水湖泊, 湖面 4.47 × 10<sup>3</sup> hm<sup>2</sup>, 湖长 13.8 km, 最宽 3.3 km, 最深 6.55 m, 平均深 2.75 m, 容积 1.3 × 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>。地处亚热带湿润季风地区, 年平均气温为 18℃, 极端最高温为 34.5℃, 最低温为 -2℃, 年平均雨量为 928.3 mm, 是云南高原湖泊中纬度最低、海拔最低、水温最高、雨量最高、最富营养化的一个。

## 2 工作方法

根据湖面与县城的远近、受城镇污水影响的轻重、水的深浅等湖泊水生生态因素, 及均匀布点原则等, 全湖由东至西设四个断面, 11个采样点。东部断面有 1~3号采样点; 中部断面有 4~6号采样点; 西部断面有 7~9号采样点及城河口断面有 10和 11号采样点(图1)。定性标本用浮游生物网, 定量标本用采水瓶采 1000 mL 浓缩为 30 mL, 以计数框统计个体数量, 除丝状体以条计外, 都以细胞计; 体积法求生物量, 以生物量估算鱼产力[章宗涉等 1991], 11个样点分别采样、分类、计数, 而以断面统计平均数量(表1)。在采样同时观测水温、水深、水色、pH、透明度及其他水环境状况。

收稿日期: 1995-07-03

### 3 研究结果

#### 3.1 小生境生态情况

采样于 1992 年 6 月 18 日, 气温 33.5℃, 东部断面平均水温为 30℃, 水深 3.7m, 透明度为 32 cm, pH 为 7.0, 水色茶褐色, 无水草; 中部断面水深为 3.0m, 透明度为 28cm, pH 为 7.0, 水色为黄褐色, 其中第 5 号点有少量沉水植物; 西部断面水深 1.3m, 透明度为 18cm, pH7.0, 水色为黄绿色, 第 7 号点沉水, 挺水植物较多; 城河口断面水深 0.7m, 透明度为 26cm, pH 6.0, 水色为黄绿色, 沉水, 挺水植物较多。各样点中最大水深 5.0m, 最大透明度为 40cm, 最低为 15cm。

表 1 藻类植物种数(种), 数量(个/升)和生物量(mg/L)

Table 1 The amount of species (species), quantity (units per litre) and weight (mg/L) of the algae

项目	种数		个体数量					生物量		
	种类	种数 占总数%	东部断面	中部断面	西部断面	城河口断面	平均数量	占总平均%	各门藻平均数	占总数%
蓝藻门	27	15.6	708618820	1011977	3525875	8705253	180465481	93.4	110.1480	70.6
隐藻门	2	1.2	1346800	366270	328380	4072056	1528379	0.8	6.1129	3.9
甲藻门	4	2.3	202020	18015	105250	479940	201306	0.1	8.0522	5.2
黄藻门	2	1.2	0	12630	0	464646	119319	0.06	0.0082	0.01
硅藻门	30	17.3	1010100	81010	261020	14366166	3929574	2.0	4.6732	3.0
裸藻门	34	19.7	538720	29730	153665	5695797	1604478	0.83	14.8014	9.5
绿藻门	74	42.8	7811440	456299	2839645	10319886	5356818	2.8	12.2351	7.8
合计	173	100	719527900	1975931	7213835	44103744	193205355	100	156.0310	100
占总数%			372.4	1.0	3.7	22.8	100			

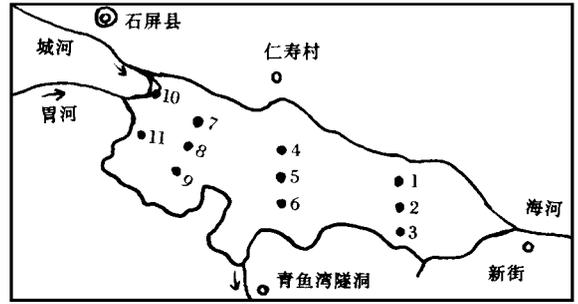


图 1 藻类植物采样点分布图

Fig. 1 Distribution of sample point of algae

#### 3.2 藻类植物种类和数量组成的特点

观察到藻类植物 7 门 34 科 173 种和变种[胡鸿钧等 1980], 数量为  $19.32 \times 10^7$  个/升, 种类多、数量巨大为其特点。

蓝藻门, 4 科 16 属 27 种, 平均数量  $18.05 \times 10^7$  个/升, 生物量 110.148mg/L, 是数量和生物量最多的一门。优势种类有水华束丝藻 *Aphanizomenon flosaquae* (L.) Ralfs, 其次为微囊藻属 *Microcystis*, 数量较多的还有颤藻属 *Oscillatoria* 和并列藻属 *Merismopedia*。隐藻门, 1 科 1 属 2 种, 数量  $15.28 \times 10^5$  个/升, 表现为种类少而数量多。2 种中卵形隐藻 *Cryptomonas ovata* Ehr. 又较多。甲藻门, 3 科 3 属 4 种, 数量  $20.13 \times 10^4$  个/升, 沃尔多甲藻 *Peridinium uolzii* Lemm. 为主。该门种少, 相对数量更少, 居次要地位。黄藻门, 仅 1 属 2 种, 数量  $11.93 \times 10^4$  个/升, 是数量最少的一门。硅藻门, 8 科 16 属 32 种, 数量  $39.3 \times 10^5$  个/升, 优势种类有梅尼小环藻 *Cyclotella meneghiniana* Kutz. 双球形舟形藻 *Navicula amphibola* Cl. 其次是颗粒直链藻 *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs. 种类和数量都居第 3 位。裸藻门, 1 科 6 属 34 种,  $16.05 \times 10^5$  个/升。优势及常见种为尖尾裸藻 *Euglena oxyuris* Schmar., 宽扁裸藻 *Phacus pleuronectes* (O. F. M.) Dju., 梨形裸藻 *P. pyriformis* (Ehr.) Stein. 等。裸藻类全湖有分布, 但在县城污水流入的城河口附近, 种类、数量、生物量都是最多, 种类居第 2 位。绿藻门, 16 科 33 属 74 种, 是种类最多的一门, 数量  $53.57 \times 10^5$  个/升, 优势种类和常见种类为盘星藻属 *Pediastrum*、栅藻属 *Scenedesmus*、鼓藻属 *Cosmarium* 和衣藻属 *Chlamydomonas* 的种类。

### 3.3 藻类植物的鱼生产力估算

一般认为蓝藻门、裸藻门不易为鱼类消化吸收,这里就用易为消化吸收的硅藻等 5 门来估算。其生物量为 31.081 6 mg/L,参考洱海[大理白族自治州科委、洱海管理局 1989]和抚仙湖等资料, P/B 系数取 60, 利用率 25%, 饵料系数 40, 水深以实测平均 2.18m, 那么异龙湖藻类植物的鱼生产力则是 254.1 kg/hm<sup>2</sup>。

## 4 讨论

### 4.1 藻类植物的演变

自 1957 年[黎尚豪 1963]到 1992 年, 异龙湖藻类植物已发生了巨大变化, 总倾向: 清水性、寡污性种类减少或消失、耐污性种类数量大量增加。

(1) 1957 年种类和数量较多的门依次是: 硅藻> 蓝藻> 绿藻> 甲藻。硅藻和甲藻多表明水清、瘦, 而蓝藻和绿藻多又表明有机物亦有一定含量。1992 年硅藻从第 1 位降至第 3 位, 甲藻从第 2 位降至第 5 位。而 1957 年未提及名次的裸藻, 则跃居第 2 位, 取代了甲藻。1992 年各门藻类按种类多少排序为绿> 裸> 硅> 蓝> 甲> 隐> 黄; 按个体数量排序为蓝> 绿> 硅> 裸> 隐> 甲> 黄; 按生物量排序蓝> 裸> 绿> 甲> 隐> 硅> 黄。(2) 1957 年最普通、最常见、最主要的 9 种浮游藻类, 到 1992 年已起了显著变化。只有铜绿微囊藻 *Microcystis aeruginosa* Kuetz. 一种还保持优势, 而且成为全湖第二优势种; 另外一种单突盘星藻 *Pediastrum simplex* Meyer 成为一般种; 而微孔空星藻 *Coelastrum microsporum* Naeg.、点状平裂藻 *Merismopedia punctata* Meyer、不定腔球藻 *Coelosphaerium dubium* Grun. 和双形栅藻 *Scenedesmus bijugatus* Kuetz. 等 4 种成少见种。最后, 角甲藻 *Ceratium hirundinella* (Mull.) Schr.、浮胶刺藻 *Gloeotrichia natans* (Hedeo.) Rabenh. 及微突腔星藻 *Coelastrum cambicum* Arch. 等 3 种已看不到。1957 年分布普遍的轮藻 *Charophyceae*, 1978 年还形成群落[李恒 1980], 1992 未看到。(3) 1957 年藻类植物个体数量为 84.13 × 10<sup>5</sup> 个/升, 是当时云南高原湖泊中最多的一个, 表明异龙湖富营养化由来已久。1992 年藻类的数量是 1957 年的 23 倍, 由此可见, 异龙湖富营养化程度相当严重, 应引起重视。(4) 1992 年最优势的种类是水华束丝藻, 占藻类个体数量的 91.2%, 其次是铜绿微囊藻, 此 2 种蓝藻是富营养化湖泊的典型种类。

### 4.2 水质的变化

1957 年 8 月 10 日, 透明度为 90~130 cm, pH 值为 8.9~9.2, 溶氧量为 5.35~5.84 mg/L, 硝酸盐微量约为 0.01 mg/L, 亚硝酸盐和磷酸盐测不出, 可见: 生源元素较低, 属贫营养型湖泊; 1983 年 3 月 9 日, 透明度为 185~190 cm, pH 为 8.6, 溶氧为 7.5~9.6 mg/L, 化学耗氧量为 4.8 mg/L, 硝酸盐为 0.08 mg/L, 亚硝酸盐未检出, NH<sub>4</sub>-N 为 0.16 mg/L, 总氮为 0.82 mg/L, 总磷为 0.057 mg/L, 可见: 属中富营养型, 水质清洁, 较好; 1992 年 6~11 月平均, 透明度为 26 cm, pH 为 8.92, 溶氧为 6.6 mg/L, 化学耗氧量为 26.43 mg/L, NH<sub>4</sub>-N 为 0.86 mg/L, 总氮为 5.8 mg/L, 总磷为 0.065 mg/L, 可见: 严重有机污染, 水质大大低于 5 级, 但由于石屏县工业基础薄弱, 有毒有害物质污染尚属清洁(李英南等 1993)。

### 4.3 藻类植物及其水质变化的主要原因

(1) 湖泊水位下降, 湖容积减少。据记载, 1918 年湖面高 1 418 m, 容积为 3.0 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>, 1952 年初, 海拔为 1 416.87 m, 容积为 2.14 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>, 湖面积 5.26 × 10<sup>3</sup> hm<sup>2</sup>。同年年底挖深海尾河, 放水发电、造田, 使水位下降 2.55 m。1971 年 3 月, 海拔为 1 414.32 m, 容积为 1.2 × 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>, 湖面积 4.36 × 10<sup>3</sup> hm<sup>2</sup>, 同年 3 月之后, 打

(1) 李英南等. 1993. 石屏异龙湖水环境调查与研究. 云南省环境科学研究所、红河州环境科学研究所、石屏县城乡建设环境保护局

通了青鱼湾隧洞,洞长 700 m,洞底高程 1 407.07 m,改珠江水系为红河水系[云南高原湖泊不合理开发利用的生态后果调研课题组 1987],又一次大规模放水造田,使水位又下降了 2.45 m。1982 年 12 月,海拔为 1 411.87m,容积为  $24.08 \times 10^6 \text{ m}^3$ ,湖面面积为  $2.24 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 。从 1952 年到 1982 年 30 年间,水位下降了 5m,可能致使一些洞穴生活及砾石产卵的土著鱼类趋于消亡,物种多样性受到严重威胁。后来关闭了青鱼湾隧洞闸门,水位又有所回升。现在,异龙湖实际上已是一个人工封闭型死水湖泊。

(2) 湖周森林植被减少,水土流失增加。例如森林覆盖率 1980 年为 19.22%,1990 年减至 11.67%,即大约以每年 0.8% 的速度递减,涵养雨水的能力下降,水源减少,水土流失,入湖的物质增加。

(3) 城镇工业废水和农田尾水流入。例如石屏豆腐及其系列产品是传统地方名特产品,享誉省内外,以至东南亚,仅县城就有国营、集体、个体豆腐厂 400 多家,全部有机废水流入湖内。

(4) 网箱养鱼和围栏养鱼的影响。大规模的网箱和围栏饲养草鱼,每天投入大量的陆地植物饲料和人工饲料,成了最大的氮和磷等物质的来源。

(5) 水草剧减,自净能力下降。鱼饲料和农田肥料要用水草,网箱内外大量草鱼掠食水草,滤食性鲢鳙比例下降,从而水草锐减,浮游植物猛增,许多湖底成为水下“荒漠”,导致水草型湖泊变为浮游植物型湖泊。

#### 4.4 鱼产力的巨大潜力

异龙湖是滇南最大的鱼产基地和集散地,据记载,1941 年为  $7.425 \text{ kg/hm}^2$ ,直到 50 年代初,一直处于自然生长增殖,自然平衡的某种初始状态,捕捞器具和捕捞方法简陋、粗放而古朴,人们常常看到成百上千手臂长的大鱼,成群结队密集地向小溪奋力上逆,呈现鱼比水多场面,或成千上万连片在湖面出游等壮观景象,令人神往,似乎取之不尽,但鱼获量低。

县鱼种场于 1957 年开始向湖里投放鱼种鱼苗,产量很快提高,达到  $37.5 \text{ kg/hm}^2$ 。由于长期天旱,于 1981 年 4 月 28 日出现了异龙湖有史以来第一次全湖干涸,有的土著鱼类可能又从此绝灭,并形成“竭泽而渔”局面,产量达到顶峰  $97.5 \text{ kg/hm}^2$ 。1983 年全湖水草繁盛,估计年产量鲜重  $13.5 \text{ kg/m}^2$ ,成了典型的水草型湖泊。据 1992 年不完全统计,异龙湖已记录过 28 种水草,35 种鱼类。其中土著鱼类约 11 种。1985 年试验,推广网箱、围栏养草鱼,获得很大成功。1988 年围栏  $87.5 \text{ hm}^2$ ,平均鱼产量  $75.75 \text{ kg/hm}^2$ 。1992 年网箱达 4 000 个,约  $11.22 \text{ hm}^2$ ,鱼产量平均  $4.5 \times 10^4 \text{ kg/hm}^2$ ,高产网箱达  $15.0 \times 10^4 \text{ kg/hm}^2$ ,最高记录  $33.75 \times 10^4 \text{ kg/hm}^2$ 。

如前所述,异龙湖藻类植物的鱼产力  $254.1 \text{ kg/hm}^2$ ,如果水生无脊椎动物(1992 年 6 月 18 日同步调查有 103 种)的鱼产量与水生藻类的相当,再加上水草的鱼产量,若管理得当,估计每公顷 450~750kg 是完全可能的。武昌东湖已达  $450 \text{ kg/hm}^2$ ,杭州西湖  $750 \text{ kg/hm}^2$ ,滇池已达  $345 \text{ kg/hm}^2$ ,而异龙湖纬度、海拔比滇池低,雨量、温度比滇池高,虽丰富营养,但有毒有害物质少,高产条件优越,把大湖放养与围栏、网箱合理结合,鱼产潜力是巨大的。但是,如果盲目的开发利用使水位下降、湖面缩小,加上湖区社会经济的发展,水体富营养化加速,鱼类物种多样性遭到严重威胁,渔业丰产和水产品品质将受影响,应予以高度重视,保护治理异龙湖。

本文为云南大学重点生态学科项目。

#### 参 考 文 献

- 大理白族自治州科委、洱海管理局. 1989. 云南洱海科学论文集. 昆明: 云南人民出版社. 282.
- 李 恒. 1980. 云南高原湖泊水生植被的研究. 云南植物研究, 2(2): 113~ 141.
- 云南高原湖泊不合理开发利用的生态后果调研课题组. 1987. 云南高原“四湖”的生态问题和生态后果. 昆明: 云南科技出版社. 117~ 146.
- 胡鸿钧等. 1980. 中国淡水藻类. 上海科技出版社. 11~ 69, 205~ 243, 251~ 474.
- 章宗涉等. 1991. 淡水浮游生物研究方法. 北京: 科学出版社. 358~ 362.
- 黎尚豪等. 1963. 云南高原湖泊调查. 海洋与湖沼, 5(2): 87~ 114.
- Skujia H. 1937. Algal, in Hadeł-Mazzetti. Symbolae Sinicae, I. Wien. 1~ 105.