J. Lake Sci.(湖泊科学),2010,**22**(6):837-841
http://www.jlakes.org. E-mail:jlakes@niglas.ac.cn
© 2010 by *Journal of Lake Sciences*

2007－2008 年云南高原湖泊鱼类多样性与资源现状*

袁　刚[1,2],茹辉军[1,2],刘学勤[1]**
(1:中国科学院水生生物研究所,武汉 430072)
(2:中国科学院研究生院,北京 100049)

摘　要:为了解云南高原湖泊鱼类资源及多样性现状,于2007－2008 年对云南高原 11 个大型湖泊进行了 2 次调查.共鉴定鱼类 39 种,隶属于 7 目 13 科 33 属,鲤形目鱼类最多,占 65.0%.其中共调查到土著鱼类 14 种,外来鱼类 25 种.在种数上,外来鱼类已经成为各湖泊的主体.在鱼类区系上,由高原鱼类区系向长江中下游鱼类区系演变.主要经济鱼类年龄结构以 0^+ 和 1^+ 鱼为主.分析表明,土著鱼类多样性与海拔和湖泊面积密切相关.土著鱼类物种数在中等海拔(1700－1800m)处最高,并与湖泊面积呈显著正相关.最后根据调查结果,提出了一些保护建议.
关键词:鱼类资源;多样性;土著鱼类;云南高原湖泊

Fish diversity and fishery resources in lakes of Yunnan Plateau during 2007－2008

YUAN Gang[1,2], RU Huijun[1,2] & LIU Xueqin[1]
(1:*Institute of Hydrobiology*, *Chinese Academy of Sciences*, *Wuhan* 430072, *P. R. China*)
(2:*Graduate University of Chinese Academy of Sciences*, *Beijing* 100049, *P. R. China*)

Abstract: To study current status of fishery resources and fish diversity in Yunnan Plateau lakes, a survey was carried out in 11 lakes during 2007－2008. Total 39 fish species belonging to 7 orders, 13 families and 33 genera were recorded. Cypriniformes were the richest, accounting for 65.0% of total fish species. There were 14 native fishes and 25 exotic fishes being recorded during the survey. In terms of species richness, exotic fishes have dominated in each lake. Fish fauna is characteristic of a shifting from the Plateau to the Plain characters. The age structure analysis showed that year 0^+ and 1^+ individuals dominated in most economic fishes. Analysis showed that native species diversity was closely correlated with lake elevation and area. The diversity of native species was highest in elevation of 1700－1800m above sea level. There was significant positive relationship between diversity of native species and lake area. Some conservation suggestions were gave at the end of the paper.
Keywords: Fishery resources; diversity; native fishes; Yunnan Plateau lakes

云南高原湖泊有土著鱼类 94 种,其特点为物种区域分化强烈、形态多样;特有鱼类多,是我国重要的鱼类种质资源宝库[1].然而由于酷渔滥捕、外来种入侵、水体污染、栖息地缩减等原因[1-3],云南高原湖泊鱼类多样性和资源量面临严重威胁.研究表明,云南高原湖泊土著鱼类种类数显著下降,濒危和灭绝的种数已占湖泊鱼类总种数的 66%[1];土著鱼类种群数量减少,天然渔产量下降[4].

云南高原湖泊鱼类资源状况报道较多,但大多在十年以前[5-8],就目前而言,其资源现状如何尚不清楚,有必要对其进行调查研究.在鱼类多样性研究方面,以往研究多是种类组成及其与环境因子、人类活动关系的定性分析,较少探讨宏观尺度上影响多样性格局的因素.因此,本文根据 2007－2008 年云南高原湖泊鱼类两次大规模的调查,对云南高原湖泊鱼类多样性现状及分布格局进行分析,旨在为云南高原鱼类资源的保护提供科学依据.

---

* 科技部基础性工作专项"中国湖泊水质、水量和生物资源调查"项目(2006FY110600)资助. 2010－06－01 收稿;2010－09－13 收修改稿. 袁刚,男,1984 年生;E-mail: gangyuan@ihb.ac.cn.
** 通讯作者;E-mail: xqliu@ihb.ac.cn.

1 样品采集与方法

本调查选取云南高原11个大型湖泊,包括滇池、抚仙湖、阳宗海、杞麓湖、星云湖、异龙湖、大屯海、长桥海、洱海、程海和泸沽湖(图1).

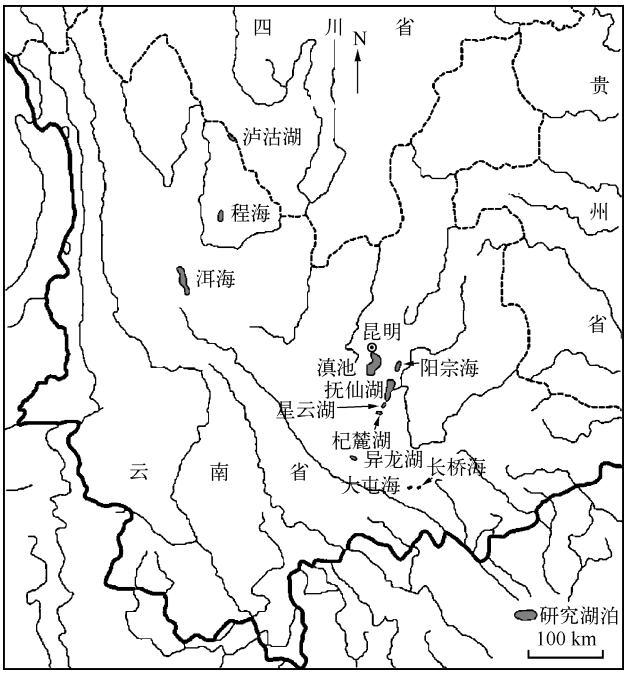


图1 云南高原11个大型湖泊分布

Fig. 1 Distribution of the eleven lakes in Yunnan Plateau

野外调查分两次进行,分别于2007年11－12月和2008年6－8月开展. 调查方法为:对各湖渔获物进行统计并取样,测量基本参数,包括全长、体长、体高、头长、吻长、眼径、眼间距、尾柄长、尾柄高、体重、去内脏重、肠重充塞度和性腺重,采集鳞片以开展年龄分析;同时访问渔民,了解渔具、渔法;进行市场调查,并咨询湖管站等单位,了解渔产量等. 鱼类鉴定依据《中国动物志》(硬骨鱼纲鲤形目和硬骨鱼纲鲇形目),《云南鱼类志》[9-12].

搜集各湖历史上的鱼类和渔业调查资料. 宏观格局分析以历史资料为主,其中各个湖泊的土著鱼类种数、湖泊面积和水温数据均参考《中国湖泊志》[13]. 本文将10个调查湖泊(缺少长桥海土著鱼类数据)的土著鱼类种数、海拔和面积作了以10为底的对数转换,再作相关性分析.

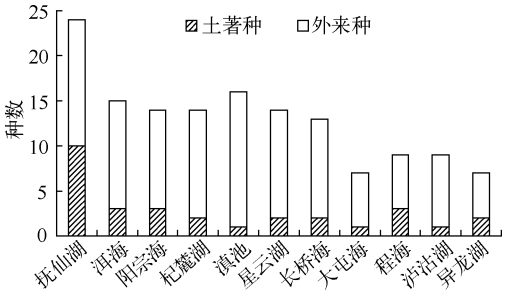


图2 云南高原湖泊外来鱼类和土著鱼类种数对比

Fig. 2 Comparison of species richness between native and non-native fishes in Yunnan Plateau lakes

2 结果与分析

2.1 鱼类多样性及资源现状

2.1.1 *种类与分布* 本调查共鉴定鱼类7目13科33属39种,鲤形目鱼类最多,占65.0%,其次为鲈形目,占15.0%. 共调查到土著鱼类14种,外来鱼类25种. 可见,外来鱼类已经占据了各湖泊渔获物的主体. 就单个湖泊而言,外来鱼类占总数的50%以上,其中滇池最高为93.8%,抚仙湖最低为58.3%(图2).

2.1.2 鱼类区系组成　在鱼类区系上，除程海外，其余湖泊均由高原鱼类区系向长江中下游鱼类区系演变. 各湖地笼渔获物组成以长江中下游小型鱼类为主[棒花鱼 *Abbottina rivularis*（Basilewsky）、小黄黝鱼 *Hypseleotris swinhonis*（Günther）、麦穗鱼 *Pseudorasbora parva*（Temminck et Schlegel）、红鳍原鲌 *Cultrichthys erythropterus*（Basilewsky）、*Hemiculter leucisculus*（Basilewsky）、子陵栉鰕虎鱼 *Rhinogobius giurinus*（Rütter）和波氏栉鰕虎鱼 *Rhinogobius cliffordpopei*（Nichols）]，土著鱼类渔获量很小（平均占渔获物总重量的 12.8%）. 例如，星云湖地笼渔获物中土著鱼类[鲫 *Carassius auratus*（Linnaeus）]的尾数百分比为 2.3%、重量百分比为 11.7%（图 3a）；洱海地笼渔获物中土著鱼类[泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus*（Cantor）]的尾数百分比为 3.1%，重量百分比为 9.8%（图 3b）. 同时渔获物组成也出现了相似的趋势，如子陵栉鰕虎鱼、麦穗鱼等均出现在各个高原湖泊的渔获物中. 程海表现为江河平原鱼类区系组成的特点（未见同属鱼类物种分化、与云南高原其他湖泊和青藏高原鱼类区系不同、土著鱼类多数广泛分布在长江中上游、不存在典型湖泊型鱼类[14]），同时太湖新银鱼（*Neosalanx taihuensis* Chen）和其他外来野杂鱼类（鲿，麦穗鱼和子陵栉鰕虎鱼）的入侵使该特点更为突出.

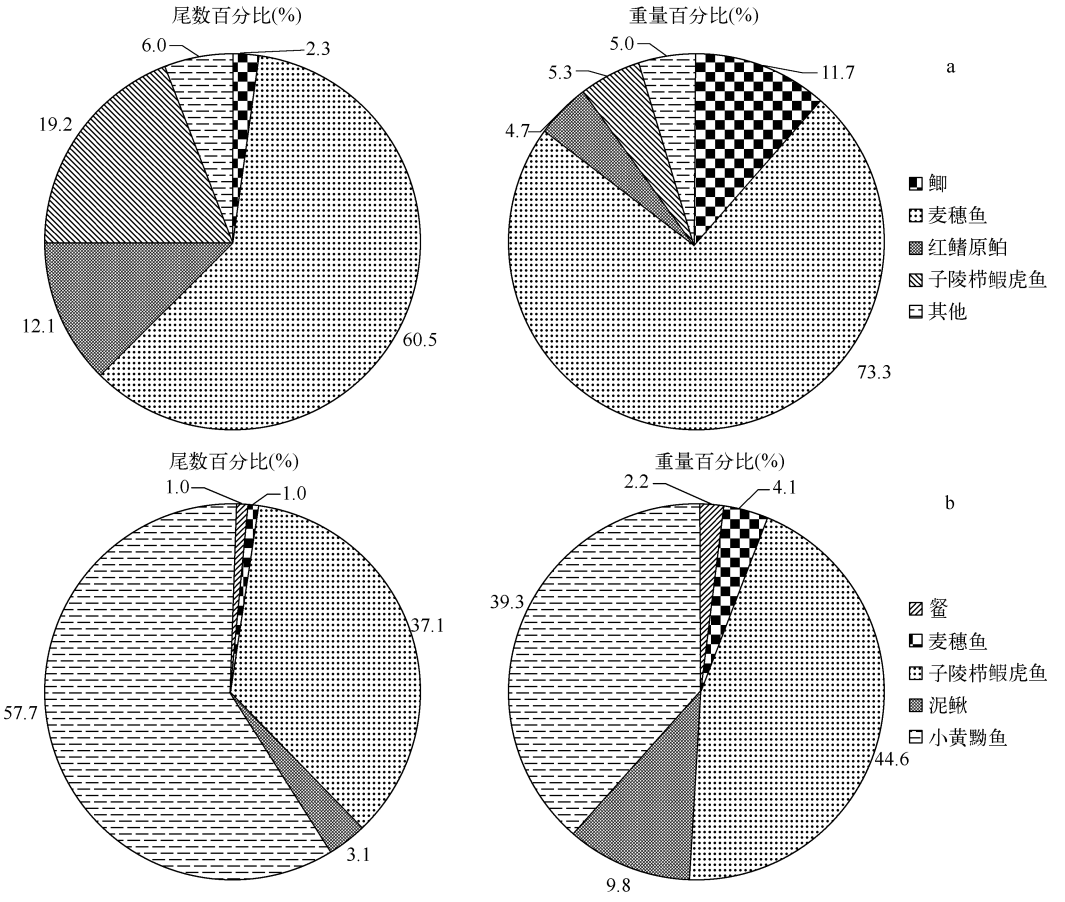


图 3 2007 年 12 月星云湖（a）和 2008 年 7 月洱海（b）地笼渔获物组成

Fig. 3 Composition of fish catch by fishing cage in the Lake Xingyun in December 2007（a）and in the Lake Erhai in July 2008（b）

2.1.3 主要经济鱼类年龄结构与渔产量　在渔产量上，绝大多数湖泊的渔产量以外来鱼类为主，如四大家鱼、罗非鱼和太湖新银鱼等. 例如，2005－2006 年杞麓湖渔产量以鲢、鳙鱼为主，年产约 1000t，占总产量的

70%－80%. 主要经济鱼类年龄结构以 0^+ 和 1^+ 鱼为主,如滇池和杞麓湖鲤鱼 0^+ 和 1^+ 龄鱼的比例合计达 66.7% 和 90.9%(图 4).

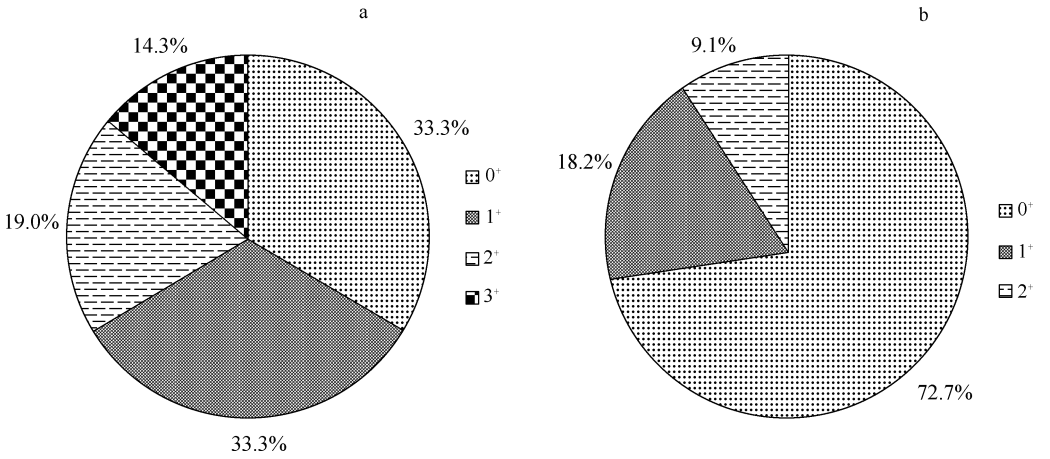


图 4 滇池(a)和杞麓湖(b)鲤鱼年龄组成

Fig. 4 Age structure of common carp in Lake Dianchi(a) and Lake Qilu(b)

2.2 土著鱼类多样性分布格局及影响因素

土著鱼类物种数与海拔的关系见图 5a. 本调查的湖泊海拔分布在 1200－2700m 之间,而当海拔在 1700－1800m 时,土著鱼类物种数最高.

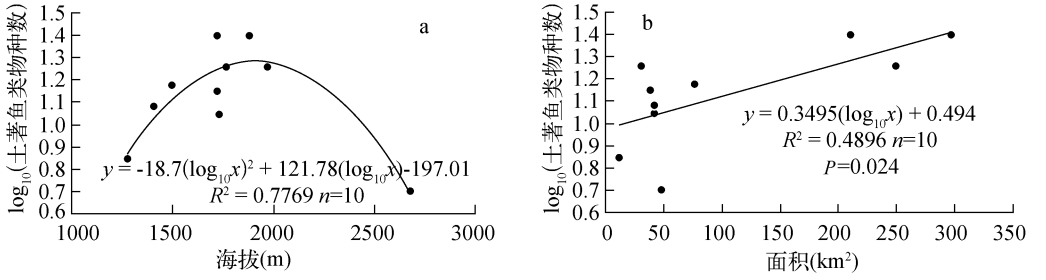


图 5 云南高原湖泊土著鱼类物种数与海拔(a)、面积(b)之间的关系

Fig. 5 Relationship between the number of native fishes and elevation(a), area (b) in Yunnan Plateau lakes

湖泊面积也是决定土著鱼类分布的重要因素. 当湖泊面积增加时,土著鱼类的种类数也随之增加,二者呈显著正相关($P=0.024$)(图 5b).

3 讨论

尽管本调查有时间短、采样强度不够大等不足之处,但在总体上反映了云南高原湖泊鱼类的基本状况. 在鱼类资源上,土著鱼类资源的下降和外来鱼类资源的上升是云南高原湖泊的总体趋势. 与以往的调查相比[1,4-5],各湖土著鱼类资源下降的形势更加严峻,外来鱼类种数占各湖泊鱼类物种数大多高于 50%(图 2),渔产量以经济性外来鱼类为主. 和历史资料记载相比,各湖泊的土著鱼类下降幅度均较大(图 6a),其中滇池下降幅度最大(96.0%),抚仙湖下降幅度最小(60.0%).

在本调查中,云南高原湖泊特有鱼类资源仍处于下降趋势(图 6b;其中文献记载大屯海和长桥海无特有鱼类). 云南高原 11 大湖泊共记载有特有鱼类 49 种[5-7,15],本次调查发现特有鱼类仅占原有特有鱼类数的 8.1%. 作为我国鱼类区系特有属[12]且物种分化强烈[16]的白鱼属在本次调查中,仅发现鳡浪白鱼和程海白鱼. 自 1987 年始,抚仙湖鳡浪白鱼人工孵化成功并放流入湖[2],但在 2004 年产量只有 0.5－1.0t[4],在本次调查中,该种出现频率仍然很低,其资源量的恢复仍需较长时间. 程海白鱼在以往的调查中约占程海总渔产量的 20.0%,由于

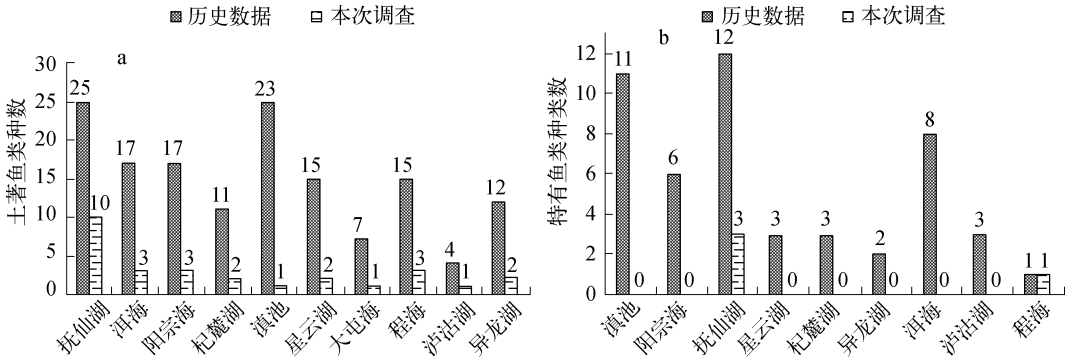


图 6 本次调查发现土著鱼类数(a)和特有鱼类数(b)与文献记载特有鱼类数对比

Fig. 6 Comparison of the number of native species(a) and endemic species(b) between this survey and historical data

引入了银鱼,程海白鱼的渔产量已不具规模. 本次调查的特有鱼类中,仅抚仙湖高原鳅在渔获物中比例仍较高,可能与其种群较高的繁殖潜力有关[17].

已有研究表明,海拔和面积是影响物种数的重要因子[18],本研究亦表明高原湖泊土著鱼类物种数与海拔、湖泊面积均有显著的相关关系,这与上述观点相吻合. 在海拔和面积相关性分析中,滇中湖泊的土著鱼类物种多样性均最高,应重点保护.

根据不同的湖泊状况,本文提出以下保护建议:(1) 针对污染较严重的湖泊,如滇池、星云湖、杞麓湖、异龙湖、大屯海和长桥海,首要任务是治理污染;(2) 对于水质较好且土著鱼类较多的湖泊如抚仙湖和洱海,应控制捕捞强度、限制外来种的入侵及加强特殊生境的保护;(3) 对于人类干扰相对较小的湖泊如泸沽湖,应控制旅游业带来的负面影响.

致谢:感谢文中 11 个湖泊的湖管站、通海县环境保护局、大理市环境保护局等单位的大力协助.

4 参考文献

[1] 杨君兴. 云南的外来鱼类和土著鱼类:影响的方式和程度及相关问题研究. 见:汪　松,谢彼德,解　焱编. 保护中国的生物多样性(二). 北京:中国环境科学出版社,1996:129-138.

[2] 陈银瑞,杨君兴,李再云. 云南鱼类多样性和面临的危机. 生物多样性,1998,**6**(4):272-277.

[3] 周　霖,黄开银. 云南高原湖泊移植银鱼的实践与思考. 水利渔业,2005,**25**(3):39-40.

[4] 熊　飞,李文朝,潘继征等. 云南抚仙湖鱼类资源现状与变化. 湖泊科学,2006,**18**(3):305-311.

[5] 黎尚豪,俞敏娟,李光正等. 云南高原湖泊调查. 海洋与湖沼,1963,**5**(2):87-112.

[6] 杜宝汉,李永安. 洱海鱼类多样性危机及解危对策. 环境科学研究,2001,**14**(3):42-55.

[7] 杨君兴,陈银瑞,何辉远. 滇中高原湖泊鱼类多样性研究. 生物多样性,1994,**2**(4):204-209.

[8] 彭　徐. 四川邛海鱼类多样性危机及对策. 西南师范大学学报,2007,**32**(1):47-51.

[9] 陈宜瑜. 中国动物志硬骨鱼纲鲤形目(中卷). 北京:科学出版社,1998.

[10] 乐佩琦. 中国动物志硬骨鱼纲鲤形目(下卷). 北京:科学出版社,2000.

[11] 褚新洛,郑葆珊,戴远定等. 中国动物志硬骨鱼纲鲇形目. 北京:科学出版社,1999.

[12] 褚新洛,陈银瑞. 云南鱼类志. 北京:科学出版社,1990.

[13] 王苏民,窦鸿身. 中国湖泊志. 北京:科学出版社,1998.

[14] 陈银瑞,李再云,陈宜瑜. 程海鱼类区系的来源及其物种的分化. 动物学研究,1983,**4**(3):227-233.

[15] 孔德平,陈小勇,杨君兴. 泸沽湖鱼类区系现状及人为影响成因的初步探讨. 动物学研究,2006,**27**(1):94-97.

[16] 杨　义,李山友,周小宁等. 裂腹鱼的生物学及养殖. 水利渔业,2003,**23**(4):22-23.

[17] 杨君兴,陈银瑞. 抚仙湖鱼类生物学和资源利用. 昆明:云南科技出版社,1995:25-29.

[18] Brown JH. Macroecology. Chicago and London: The University of Chicago Press, 1995.