

泸沽湖及其附近竹地海湿地越冬水鸟群落组成及历史变化分析

张淑霞^{①②} 孔德军^{③④} 李连翔^⑤ 夏峰^⑥

① 云南省环境科学研究院云南省高原湖泊流域污染过程与管理重点实验室 昆明 650034; ② 大理大学东喜玛拉雅资源与环境研究所 大理 671003; ③ 昆明学院生命科学与技术系 昆明 650144; ④ 云南省高校特色生物资源开发与利用重点实验室 昆明 650144; ⑤ 云南省泸沽湖省级自然保护区管理局 丽江 674309; ⑥ 云南省环境保护厅自然生态处 昆明 650032

摘要: 泸沽湖是中国西南重要的水鸟越冬地和旅游风景区, 开展泸沽湖越冬水鸟群落组成现状调查并进行历史变化分析, 对指导泸沽湖水鸟及其栖息地保护和管理具有重要意义。2013年10月至2014年2月(12月除外), 逐月对泸沽湖全湖及其西北方向的竹地海湿地(距离泸沽湖约500 m, 面积约0.4 km²)越冬水鸟进行调查。泸沽湖共记录到水鸟27种, 观察的最大个体总数约为22 600只, 符合国际重要湿地标准。泸沽湖越冬水鸟群落的主要优势物种为骨顶鸡(*Fulica atra*), 其最大观察数约为10 300只。竹地海湿地共记录到水鸟16种, 观察到的最大个体总数约为3 600只, 其中赤麻鸭(*Tadorna ferruginea*)约为2 700只; 鉴于竹地海湿地亦为水鸟聚集的栖息地, 建议将其划入泸沽湖自然保护区加以保护。对比1992年的调查数据, 发现泸沽湖及其附近竹地海湿地越冬水鸟的物种丰富度(species richness)可能有所下降, 由原来的33种下降到现在的30种, 但个体总数量相对稳定。多种涉禽和喜浅水活动的钻水鸭类(dabbling ducks)消失, 可能与湖岸区旅游活动的持续进行有关; 泸沽湖曾经的主要优势物种赤嘴潜鸭(*Netta rufina*)种群数量大幅下降, 暗示泸沽湖生态系统可能已发生变化。泸沽湖旅游业进一步发展的同时, 保护好现存的浅水栖息地将是泸沽湖水鸟多样性不再继续下降的关键。

关键词: 泸沽湖; 越冬水鸟; 物种丰富度; 多度

中图分类号: Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2015) 05-686-09

Waterbird Communities Comparison with Twenty Years Ago in Lugu Lake and Its Adjacent Zhudihai Wetland, SW China

ZHANG Shu-Xia^{①②} KONG De-Jun^{③④} LI Lian-Xiang^⑤ XIA Feng^⑥

① Yunnan Key Laboratory of Pollution Process and Management of Plateau Lake-watershed, Yunnan Institute of Environmental Science, Kunming 650034; ② Institute of Eastern-Himalaya Biodiversity Research, Dali University, Dali 671003; ③ Kunming University, Kunming 650144; ④ Key Laboratory of Special Biological Resource Development and Utilization of Universities in Yunnan Province, Kunming 650144; ⑤ Yunnan Lugu Lake Nature Reserve Administration, Lijiang 674309; ⑥ Department of Nature and Ecology Conservation, Environmental Protection Bureau of Yunnan Province, Kunming 650032, China

基金项目 云南省2013年度生物多样性保护专项资金项目;

第一作者介绍 张淑霞, 女, 高级工程师; 研究方向: 鸟类学; E-mail: zhangsx@eastern-himalaya.cn.

收稿日期: 2014-10-17, 修回日期: 2015-03-24 DOI: 10.13859/j.cjz.201505003

Abstract: Lugu Lake is an important wintering site for migrating waterbirds in southwest China, and it is a famous tourism scenic area as well. To understand waterbirds community composition and dynamic change in Lugu Lake and Zhudihai Wetland about 500 m apart in the northwest in winter (from October 2013 to February 2014) monthly (except for December). The wintering waterbirds were count by five at 13 sites in Lugu Lake (Fig. 1), while only four times at one site in Zhudihai Wetland (Fig. 1). Total 27 species (see appendix) was record in Lugu Lake, including one Ranked II national protected species, namely the common crane (*Grus grus*). The maximum waterbird observed there was about 22 600 individuals, which meet the standard of Ramsar wetlands. The waterbirds was dominated by coot (*Fulica atra*) with maximum individuals of 10 300. Total 16 species (see Appendix) was recorded in Zhudihai wetland in spite of its area being as small as 0.4 km². The maximum birds observed was about 3 600 individuals dominated by Ruddy Shelduck (*Tadorna ferruginea*) with maximum number of 2 700. Comparison with the survey data collected in 1992 in both Lugu Lake and Zhudihai wetland, five species were added and eight were lost from the bird community, resulted in the species richness reduced from original 33 to 30. However, the waterbird abundance in the two wetlands was stable. Some of the dabbling ducks and wading birds were listed in the name list of disappeared species since 1990s, which might be caused by the booming tourism near lake shore. The ever dominant species Red-crested Pochard (*Netta rufina*) lost about half of its wintering population in Lugu Lake compared with the data collected in 1992, which indicated the ecosystem in Lugu Lake might undergo some change. Considering the species richness in Zhudihai wetland, we suggested it need to be intergraded in the Lugu Lake Nature Reserve system and to protect the shallow water habitat remained in Lugu Lake to stop species richness decreasing in light of the further development of tourism.

Key words: Lugu Lake; Wintering waterbirds; Species richness; Abundance

水鸟以湿地植物、无脊椎动物和鱼类为食, 其在水生生态系统的种子传播、虫害控制、营养物质循环、潜在疾病预报和生物多样性维持等方面发挥着重要功能 (Green et al. 2014)。由于野生鸟类对环境变化和人类活动较为敏感, 通常将野鸟种群数量的长期变化作为评估区域环境和生态系统健康状况以及区域可持续性发展的有效指标 (Gregory et al. 2010)。因此, 开展湿地鸟类群落组成现状及历史动态的研究, 有助于深入了解环境变化对鸟类的影响, 并有针对性地提出鸟类保护和生态系统管理措施。

泸沽湖地处中国西南生物多样性丰富区域, 地跨云南和四川两省, 为高原深水湖泊, 每年冬季有大量越冬水鸟栖息, 也是国内著名的旅游风景区。崔学振等于 1992 年对泸沽湖及其附近竹地海湿地的调查显示, 泸沽湖共记录越冬湿地鸟类 33 种 (附录), 总数量 15 000 ~

18 000 只, 并建议将其列入具有国际重要意义的湿地名录。林雯等 (2007) 于 2005 年冬季对泸沽湖全湖进行了调查, 记录冬季水鸟 21 种, 总数量仅 4 000 只。据杨岚等 (2010) 记述, 中国科学院昆明动物研究所曾于 1988 年至 2007 年间先后 4 次对泸沽湖越冬水鸟进行短暂调查, 这 4 次实地调查累计记录 29 种水鸟, 其中 2001 年文贤继和杨晓君冬季全湖调查记录水鸟 20 种, 为调查记录种类最多的一次; 记录的最大观察数量也为文贤继和杨晓君等记录的 22 700 只; 杨岚等 (2010) 认为泸沽湖及其周边的沼泽、水沟和水田中, 记有 54 种湿地鸟类 (含 4 种雀形目鸟类), 包括黑颈鹤 (*Grus nigricollis*)、东方白鹳 (*Ciconia boyciana*)、黑鹳 (*C. nigra*) 3 种国家 I 级保护物种, 黄嘴白鹭 (*Egretta eulophotes*)、白琵鹭 (*Platalea leucorodia*)、灰鹤 (*G. grus*) 3 种国家 II 级保护

物种。

过去 20 年间,泸沽湖的旅游活动进一步开展,游客数量和人类活动范围进一步扩大,据宁蒗县旅游局统计数据,仅云南境内游客人数从 1992 年的 3.6 万人激增至 2010 年的 37 万人。在长期人类活动影响下,泸沽湖的冬季水鸟群落组成发生了怎样的变化,急需进行现状调查。基于此,作者于 2013 年 10 月至 2014 年 2 月,逐月对泸沽湖及其附近竹地海湿地的越冬水鸟进行了调查,结合崔学振等(1992)同范围内的水鸟调查数据,分析了水鸟物种组成及数量的历史变化,以期为泸沽湖自然保护区的鸟类资源保护和旅游管理提供科学依据。

1 研究方法

1.1 研究地点

泸沽湖(27°41' ~ 27°45'N, 100°45' ~

100°50'E)地处滇西北生物多样性丰富区域,为一高山断层陷落湖泊。湖区水域面积 55.85 km²(王苏民等 1998),由亮海和草海两部分组成(图 1),其中亮海面积约占全湖面积的 87%,平均水深 40.3 m,最大水深 93.5 m,湖岸陡峭,以沉水植物为主;位于西南方的草海面积约占全湖的 13%,夏季水深 1.5 ~ 2.0 m,与亮海相通连,草海区域较开阔,以茂密的挺水植物为主。泸沽湖湖中水质清澈、水生植物繁茂、水深变异大,其良好的自然条件为越冬水鸟提供了充足的食物资源和高异质性的栖息环境。位于泸沽湖西北方向的竹地海湿地(在 Google Earth 上估测距离泸沽湖约 500 m,面积约 0.4 km²),为水位自然涨落的沼泽湿地,预考察中发现其也是大量水鸟聚集的栖息地,且为崔学振等(1992)的调查区域,因此本研究也将该湿地纳入调查区域。

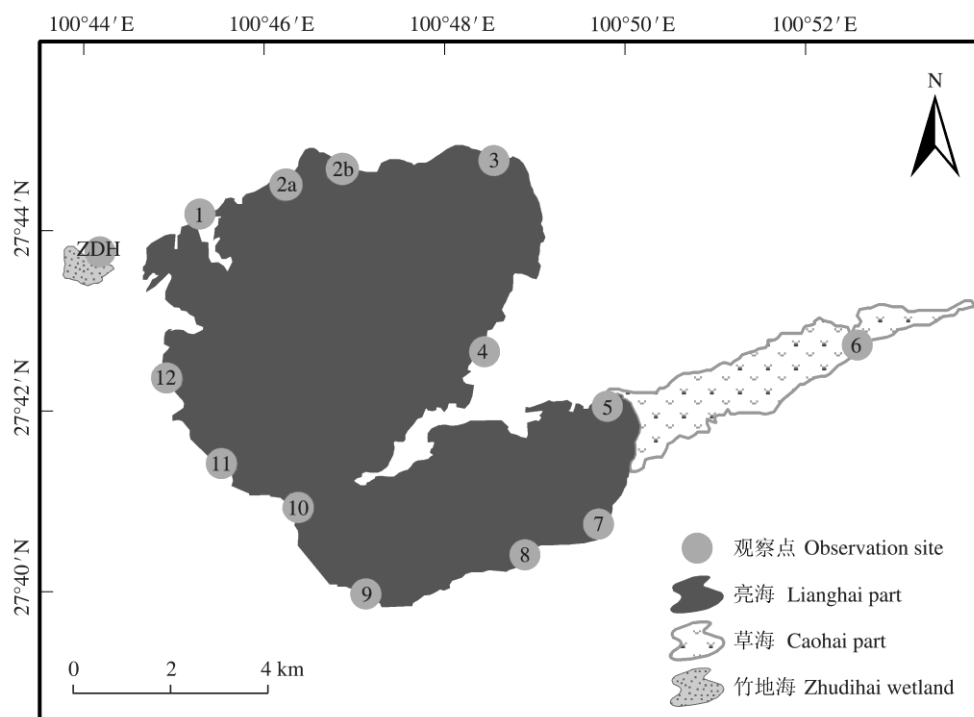


图 1 泸沽湖(亮海与草海区域)及竹地海冬季水鸟观察点位

Fig. 1 The map of Lugu Lake (including Lianghai and Caohai part), Zhudihai wetland and their wintering waterbirds observation sites

1.2 调查方法

通过环湖预考察确定水鸟聚集点, 根据预考察结果, 泸沽湖共设置 13 个观察点, 竹地海湿地设置 1 个观察点 (图 1)。2013 年 10 月至 2014 年 2 月, 逐月对泸沽湖的水鸟物种组成和种群数量进行调查, 共调查 5 次 (12 月未调查, 1 月调查 2 次); 同步对竹地海湿地水鸟调查, 竹地海湿地水鸟共调查 4 次 (12 月未调查, 1 月仅调查 1 次)。每次调查由 2 名调查人员完成, 使用 (20 ~ 50) × 80 宽视野变焦望远镜 (Swarovski APS80HD, 奥地利) 和 10 × 42 双筒望远镜 (Olympus EXWP I, 日本), 采用 “Look-See” 方法 (Bibby et al. 2000) 对视野内的水鸟进行观察。计数时采用精确计数与估算相结合的方法, 对数量较小的群体直接计数, 对数量较大的群体根据不同视野斑块内鸟类密度和斑块数量进行估计。调查日均为晴天, 由于气温低时水鸟不活跃, 调查在日出后、日落前进行 (08:00 ~ 17:00 时)。

1.3 数据处理

杨岚等 (2010) 将生活史全部或部分依赖湿地生存的鸟类, 称之为湿地鸟类, 其中包括依赖湿地生存的部分隼形目 (Falconiformes) 和雀形目 (Passeriformes) 鸟类。本研究中所列水鸟, 仅包括传统意义上的在水中或水边活动的水鸟, 而并不包括依赖湿地生存的隼形目和雀形目鸟类。数据分析时使用历次观察中每个物种数量的最大值进行泸沽湖冬季水鸟个体数量汇总统计 (Howes et al. 1989)。种群数量等级根据 Berger-Parker 优势度指数 (I) (May 1975) 进行划分, 计算公式为 $I = n_i/N$, 式中, n_i 为物种 i 的个体数量, N 为全部物种的总个体数量。优势种 $I \geq 0.05$; 常见种 $0.005 \leq I < 0.05$; 偶见种 $I < 0.005$ 。

2 结果

2.1 物种与群落组成

本次泸沽湖及其附近竹地海湿地冬季水鸟调查累计记录到水鸟 8 科 30 种 (附录)。以鸭

科 (Anatidae) 物种为主, 记有 16 种, 占所录种类总数的 53.33%。

在泸沽湖, 累计记录到冬季水鸟共 27 种 (附录), 个体总数约为 22 600 只。泸沽湖冬季水鸟群落中优势种 5 种, 常见种 8 种, 偶见种 14 种。群落组成中, 骨顶鸡 (*Fulica atra*) 为个体数量最大的优势物种, 其最大观察数约为 10 300 只; 其次为赤嘴潜鸭 (*Netta rufina*), 最大观察数约为 3 100 只。除上述两个优势物种之外, 灰雁 (*Anser anser*)、赤麻鸭 (*Tadorna ferruginea*)、红头潜鸭 (*Aythya ferina*) 也为泸沽湖冬季水鸟群落中的优势种, 种群数量分别约为 1 700 只, 1 200 只和 1 200 只。因此, 在 5 个优势种中, 骨顶鸡的数量最多, 为主要优势物种。常见种为小鸕鹚 (*Podiceps ruficollis*)、凤头鸕鹚 (*P. cristatus*)、绿头鸭 (*Anas crecca*)、斑嘴鸭 (*A. poecilorhyncha*)、赤膀鸭 (*A. strepera*)、赤颈鸭 (*A. penelope*)、凤头潜鸭 (*Aythya fuligula*) 和红嘴鸥 (*Larus ridibundus*); 偶见种以普通鸕鹚 (*Phalacrocorax carbo*)、绿翅鸭 (*Anas crecca*)、琵嘴鸭 (*A. clypeata*)、白眼潜鸭 (*Aythya nyroca*)、鹊鸭 (*Bucephala clangula*)、普通秋沙鸭 (*Mergus merganser*)、灰鹤和鹭类 (heron and egret) 为主。

在竹地海湿地, 累计记录到冬季水鸟共 16 种 (附录), 个体总数最大值约为 3 600 只, 优势种 2 种, 常见种 6 种, 偶见种 8 种。群落组成中, 赤麻鸭为主要优势物种, 最大观察数约为 2 700 只; 其次为赤膀鸭, 最大观察数为 541 只。常见种按照由多到少的顺序为绿翅鸭、灰雁、普通秋沙鸭、白眼潜鸭、红嘴鸥和小鸕鹚; 偶见种为凤头鸕鹚、苍鹭 (*Ardea cinerea*)、池鹭 (*Ardeola bacchus*)、白鹭 (*Egretta garzetta*)、赤嘴潜鸭、白秋沙鸭 (*M. albellus*)、骨顶鸡和凤头麦鸡 (*Vanellus vanellus*), 它们的个体数量均不超过 10 只。与泸沽湖相比, 竹地海湿地的优势种以钻水鸭类 (dabbling ducks) 为主, 而泸沽湖的优势种骨顶鸡和赤嘴潜鸭在竹地海湿

地则为偶见种。苍鹭、白秋沙鸭和凤头麦鸡为仅在竹地海湿地观察到的物种。

2.2 越冬水鸟的历史变化

2.2.1 物种丰富度和多度变化 对比本研究与 1992 年(崔学振等 1992)的调查结果(附录), 1992 年记录泸沽湖及竹地海湿地水鸟 33 种, 本次调查记录 30 种。1992 年记录的 8 个物种在本次调查中未被记录到, 分别是东方白鹳、黑鹳、翘鼻麻鸭(*Tadorna tadorna*)、针尾鸭(*Anas acuta*)、罗纹鸭(*A. falcata*)、白眉鸭(*A. querquedula*)、鸳鸯(*Aix galericulata*)和棉凫(*Nettapus coromandelianus*)。本次调查新增了黑颈鸛鹬(*P. nigricollis*)、池鹭、琵嘴鸭(*Anas clypeata*)、凤头麦鸡和棕头鸥(*L. brunnicephalus*) 5 个物种。消失的 8 个物种中, 在 1992 年记录个体数量在 50 ~ 300 只的有翘鼻麻鸭、罗纹鸭和白眉鸭 3 个物种, 棉凫和针尾鸭数量 10 ~ 50 只, 而东方白鹳、黑鹳、鸳鸯个体数量小于 10 只。

1992 年泸沽湖和竹地海湿地记录的鸟类个体总数量为 15 000 ~ 18 000 只; 本次调查记录泸沽湖水鸟最大观察数约为 22 600 只, 竹地海湿地的最大观察数量约为 3 600 只。与 1992 年相比, 泸沽湖冬季水鸟的个体数量相对保持稳定, 甚至略有增加。

2.2.2 群落组成变化 1992 年调查记录骨顶鸡和赤嘴潜鸭个体数量均为 5 000 只以上, 为群落中个体数量最大的 2 个物种; 本次调查仅记录骨顶鸡为群落中个体数量最大的物种, 赤嘴潜鸭的个体数量(约 3 100 只)远小于骨顶鸡的个体数量(约 10 300 只)。

3 讨论

3.1 泸沽湖丰富的水鸟资源符合国际重要湿地标准

泸沽湖的水鸟资源较丰富, 在我国西南高原湖泊中占有突出地位。包括鸛鹬科(Podicipedidae)、鸺鹠科(Phalacrocoracidae)、鸭科(Anatidae)、秧鸡科(Rallidae)和鸥科

(Laridae)等水鸟物种达 27 种, 总数量超过 2 万只, 已经达到国际重要湿地标准(Ramsar Convention Secretariat 2013)。崔学振等(1992)根据早年的调查结果也建议将泸沽湖列为国际重要湿地, 泸沽湖这一湿地在历经 20 年后仍然为大量水鸟的越冬栖息地, 实属难得, 值得保护。

3.2 多方监测数据的可比性探讨

虽然特定地区水鸟资源的多次调查具体范围、时间等可能有所差异, 且鸟类个体数量的计数也会受到观察者差异的影响(Sauer et al. 1994), 但是也有研究发现这种影响与年度间或研究地点间物种本身变化带来的影响相比, 是很小的(Smith 1984)。崔学振等(1992)仅在 1992 年 1 月上旬对泸沽湖和竹地海湿地进行了 1 次水鸟的种类和数量计数, 而我们的调查次数为 5 次, 多于崔学振等(1992)的调查次数; 调查覆盖的时段为 11 月至次年 2 月, 也长于崔学振等(1992)的调查时段。从逻辑上推理, 1992 年出现的水鸟物种, 如果 2013 年还出现的话, 在本研究更强的调查力度下理应不会漏掉, 本文仅对 1992 年调查中出现而本次调查未获见的物种以及有明显种群下降趋势的物种进行讨论。

3.3 涉禽及钻水鸭类的物种减少

通过本次调查和崔学振等(1992)的调查结果对比, 发现 20 年来泸沽湖冬季水鸟物种丰富度明显下降。消失的物种主要为涉禽(东方白鹳、黑鹳)和浅水区活动的钻水鸭类(翘鼻麻鸭、针尾鸭、罗纹鸭、白眉鸭、鸳鸯和棉凫), 其中东方白鹳、黑鹳和鸳鸯 3 种珍稀濒危物种在 1992 年时记录数量均不超过 10 只。鸛形目(Ciconiiformes)物种和钻水鸭类的种群数量减少, 在其他水鸟长期监测研究中有报道, 例如闻丞等(2014)通过对云南蒙自坝区湖泊越冬水鸟的多年监测(2006 ~ 2014 年), 发现受连年干旱和湖泊周边栖息地变化的影响, 鸛形目鸟类数量有显著下降趋势。亚洲其他国家的研究则显示出钻水鸭类减少的趋势, 例如日

本对全国湿地常见雁鸭类的种群数量进行长期监测（1996 ~ 2009 年），发现种群数量减少的也是钻水鸭类，种群数量减少的地点通常在河流、自然湖泊和人工湖（水库除外）等内陆湿地（Kasahara et al. 2010）；韩国利用水稻田的钻水鸭种群数量在过去的 30 年间也在下降（Mi-Ran et al. 2013）。

与潜水类水鸟（在本研究中包括鸕鹚类、鸕鹚类、骨顶鸡和潜水鸭类）相比，泸沽湖的涉禽以及钻水鸭类通常于浅水区活动，更加靠近岸边，同时也更易受到栖息地变化以及人类活动本身带来的影响。土地利用的变化和人类活动通常会导致栖息地退化，对鸟类多样性的维持是最大的威胁（Stattersfield et al. 2000, Venter et al. 2006, Ma et al. 2009）；与旅游休闲相关的活动，使濒危的水鸟变得更加濒危（Steven et al. 2013）。在泸沽湖水鸟越冬地，旅游活动开展导致的栖息地变化也可能使鸟类多样性发生变化。自 1990 年代，在泸沽湖西南部以落水村为核心的旅游业迅猛发展（彭红松等 2014），游人码头、步道、客栈等临湖而建，使临岸浅水沼泽栖息地直接丧失，并伴随旅游活动人为干扰，这可能是多种涉禽及喜浅水活动的钻水鸭类消失的原因。

3.4 优势物种种群数量明显下降

赤嘴潜鸭越冬期的主要食物为轮藻类（Charophyte）植物，轮藻类生物量的变化可以引起赤嘴潜鸭种群数量的波动（Ruiters et al. 1994）。与泸沽湖相似，在德国深水湖泊康茨坦茨湖（Lake Constance），主要由骨顶鸡、赤嘴潜鸭和红头潜鸭组成冬季水鸟群落，在冬季取食该湖大量的轮藻植物（Schmieder et al. 2006）。泸沽湖的轮藻植物为沉水植物群落的优势类群之一，在泸沽湖内具有较大的资源量和分布范围（谭志卫等 2011），因此，泸沽湖为云南省内赤嘴潜鸭种群数量最多的越冬地（杨岚等 1995）。1990 年代泸沽湖的主要优势物种之一亦为赤嘴潜鸭（崔学振等 1992），本次调查显示赤嘴潜鸭数量已由 1992 年的 5 000 只以

上急剧下降到现在的约 3 100 只。赤嘴潜鸭种群数量的下降是否由轮藻类植物生物量变化所致，有待深入研究。

欧洲 30 年的鸟类监测数据也表明，欧洲鸟类的总体多度和生物量下降是由常见物种多度和生物量下降引起的（Inger et al. 2015）。普通常见物种通常发挥着重要的生态功能，但常见物种种群数量的下降可能已经被低估和忽视（Gaston et al. 2008）。即使是常见优势种很小比例的种群数量下降，往往会导致个体数和生物量的绝对值大量下降，从而显著破坏生态系统的结构、功能和服务价值（Gregory et al. 2010）。泸沽湖为赤嘴潜鸭在云南省最大的越冬种群栖息地，深入探讨泸沽湖赤嘴潜鸭种群数量下降的原因，将有利于维持和保护泸沽湖稳定的生态系统结构。

3.5 浅水栖息地保护的重要性

位于泸沽湖西北方的竹地海湿地面积远小于泸沽湖，是典型的浅水沼泽湿地，在本次调查时期观察到 16 个物种，约 3 600 只水鸟栖息，占泸沽湖物种总数的 59.26%。由于竹地海湿地地势平坦，水生植物繁茂，边缘泥沼地丰富，且目前人为干扰较少，因此为大量越冬水鸟适宜的栖息地。其赤麻鸭、灰雁、绿翅鸭和普通秋沙鸭的种群数量较大，尚有泸沽湖未观察到的白秋沙鸭、凤头麦鸡、苍鹭等水鸟栖息。鉴于此湿地的重要性，建议将该湿地划入泸沽湖自然保护区进行保护。

另外，位于泸沽湖西南岸草海与亮海交界处（本研究 5 号、7 号和 8 号观察点附近的水域），在越冬中后期（1 月和 2 月）可观察到大群水鸟聚集活动，为泸沽湖水鸟保护的重点区域，建议控制该区域内旅游基础设施沿岸建设，保留沿岸自然状况。

3.6 泸沽湖水鸟长期监测和加强保护的必要性

由于候鸟种群数量可能被越冬地的生态条件所限制，需要对鸟类冬季栖息地的需求开展更多的工作（Faaborg et al. 2010）。泸沽湖是我

国西南部重要的水鸟越冬地之一，但当地旅游业的发展可能已经对越冬水鸟产生了长期影响。伴随泸沽湖旅游交通条件的不断改善，如新建公路的使用以及机场的建设和投入使用，可以预期未来旅游人群数量将快速增长，临湖修建的旅游配套设施也将进一步增加，保护好现存的浅水栖息地将是泸沽湖水鸟物种多样性不再继续下降的关键。同时，建立长期监测系统，并根据监测结果及时制定候鸟保护策略也尤为重要。

致谢 感谢云南省泸沽湖省级自然保护区管理局对本研究工作的支持；云南省环境科学研究院的同事张军莉、范亦农、赵磊同志参与了本次调查的野外工作，特致谢忱！

参 考 文 献

- Bibby C J, Burgess N D, Hill D A, et al. 2000. Bird Census Technique. 2nd ed. London: Academic Press, 161.
- Faaborg J, Holmes R T, Anders A D, et al. 2010. Recent advances in understanding migration systems of New World land birds. *Ecological Monographs*, 80(1): 3–48.
- Gaston K J, Fuller R A. 2008. Commonness, population depletion and conservation biology. *Trends in Ecology and Evolution*, 23(1): 14–19.
- Green A J, Elmberg J. 2014. Ecosystem services provided by waterbirds. *Biological Reviews*, 89(1): 105–122.
- Gregory R D, van Strien A. 2010. Wild bird indicators: using composite population trends of birds as measures of environmental health. *Ornithological Science*, 9(1): 3–22.
- Howes J, Bakewell D. 1989. *Shorebird Studies Manual*. Kuala Lumpur: AWB Publication, 143–147.
- Inger R, Gregory R, Duffy J P, et al. 2015. Common European birds are declining rapidly while less abundant species' numbers are rising. *Ecology Letters*, 18(1): 28–36.
- Kasahara S, Koyama K. 2010. Population trends of common wintering waterfowl in Japan: Participatory monitoring data from 1996 to 2009. *Ornithological Science*, 9(1): 23–36.
- Ma Z J, Wang Y, Gan X J, et al. 2009. Waterbird population changes in the wetlands at Chongming Dongtan in the Yangtze River Estuary, China. *Environmental Management*, 43(6): 1187–1200.
- May R M. 1975. Patterns of species abundance and diversity // Cody M L, Diamond J M. *Ecology and Evolution of Community*. Cambridge MA: Harvard University Press, 81–120.
- Mi-Ran K, Hyung-Kyu N, Myung-Hyun K, et al. 2013. Status of birds using a rice paddy in South Korea. *Korean Journal of Environmental Agriculture*, 32(2): 155–165.
- Ramsar Convention Secretariat. 2013. *The Ramsar Convention Manual: a Guide to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971)*. 6th ed. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Ruiters P S, Noordhuis R, Van den Berg M S. 1994. Stoneworts account for fluctuations in Red-crested Pochard *Netta rufina* numbers in the Netherlands. *Limosa*, 67(4): 147–158.
- Sauer J R, Peterjohn B G, Link W A. 1994. Observer differences in the North American breeding bird survey. *The Auk*, 111(1): 50–62.
- Schmieder K, Werner S, Bauer H G. 2006. Submersed macrophytes as a food source for wintering waterbirds at Lake Constance. *Aquatic Botany*, 84(3): 245–250.
- Smith P G R. 1984. Observer and annual variation in winter bird population studies. *The Wilson Bulletin*, 96(4): 561–574.
- Stattersfield A J, Capper D R. 2000. *Threatened Birds of the World*. Barcelona and Cambridge: Lynx Edicions and BirdLife International, 852.
- Steven R, Castley J G. 2013. Tourism as a threat to critically endangered and endangered birds: global patterns and trends in conservation hotspots. *Biodiversity and Conservation*, 22(4): 1063–1082.
- Venter O, Brodeur N N, Nemiroff L, et al. 2006. Threats to endangered species in Canada. *BioScience*, 56(11): 903–910.
- 崔学振, 杨拉珠, 陈安康, 等. 1992. 泸沽湖、邛海越冬湿地鸟类调查. *四川动物*, 11(4): 27–28.
- 林雯, 冉江洪, 郑志荣, 等. 2007. 四川凉山彝族自治州湿地鸟类组成及变化探讨. *四川动物*, 26(1): 32–37.
- 彭红松, 陆林, 路幸福, 等. 2014. 基于旅游客流的跨界旅游区空间网络结构优化——以泸沽湖为例. *地理科学进展*, 33(3): 422–431.

- 谭志卫, 董云仙. 2011. 泸沽湖水生植被现状. 环境科学导刊, 30(6): 26-32.
- 王苏民, 窦洪身. 1998. 中国湖泊志. 北京: 科学出版社, 378.
- 闻丞, 李飏. 2014. 云南蒙自坝区湖泊越冬水鸟组成和变化趋势初报. 动物学杂志, 49(6): 820-829.
- 杨岚, 文贤继, 韩联究, 等. 1995. 云南鸟类志: 上卷 非雀形目. 昆明: 云南科技出版社, 150.
- 杨岚, 李恒. 2010. 云南湿地. 北京: 中国林业出版社, 114-115.
- 郑作新. 2000. 中国鸟类种和亚种分类名录大全. 修订版. 北京: 科学出版社.

附录 2013 年 10 月至 2014 年 2 月 (2013 年 12 月除外) 泸沽湖及其附近竹地海湿地冬季水鸟名录
Appendix The checklist of wintering waterbirds in Lugu Lake and its adjacent Zhudihai Wetland observed from October 2013 to February 2014 (except for December 2013)

物种 Species	1992 年调查种群数量 (崔学振等 1992) Population size surveyed in 1992 (Cui et al. 1992)	本次调查的观察值范围 Individuals observed in this study		保护级别 Protected class
		泸沽湖 Lugu lake	竹地海 Zhudihai Wetland	
1 鸊鷉科 Podicipedidae				
(1) 小鸊鷉 <i>Podiceps ruficollis</i>	100 ~ 300	57 ~ 160 (C)	2 ~ 20 (C)	
(2) 黑颈鸊鷉 <i>P. nigricollis</i>		4 ~ 50 (R)		
(3) 凤头鸊鷉 <i>P. cristatus</i>	100 ~ 300	101 ~ 203 (C)	0 ~ 2 (R)	
2 鸬鹚科 Phalacrocoracidae				
(4) 普通鸬鹚 <i>Phalacrocorax carbo</i>	< 10	0 ~ 8 (R)		
3 鹭科 Ardeidae				
(5) 苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	10 ~ 50		1 ~ 3 (R)	
(6) 池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>		0 ~ 1 (R)	0 ~ 1 (R)	
(7) 大白鹭 <i>Egretta alba</i>	10 ~ 50	0 ~ 4 (R)		
(8) 白鹭 <i>E. garzetta</i>	< 10	0 ~ 1 (R)	0 ~ 1 (R)	
鹤科 Ciconiidae				
东方白鹤 <i>Ciconia boyciana</i>	1			I
黑鹤 <i>C. nigra</i>	< 10			I
4 鸭科 Anatidae				
(9) 灰雁 <i>Anser anser</i>	100 ~ 300	1 400 ~ 1 700 (D)	4 ~ 118 (C)	
(10) 赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>	100 ~ 300	22 ~ 1 200 (D)	80 ~ 2 700 (D)	
翘鼻麻鸭 <i>T. tadorna</i>	100 ~ 300			
针尾鸭 <i>Anas acuta</i>	10 ~ 50			
(11) 绿翅鸭 <i>A. crecca</i>	500 ~ 1 000	5 ~ 48 (R)	7 ~ 124 (C)	
罗纹鸭 <i>A. falcata</i>	50 ~ 100			
(12) 绿头鸭 <i>A. platyrhynchos</i>	500 ~ 1 000	2 ~ 936 (C)		
(13) 斑嘴鸭 <i>A. poecilorhyncha</i>	10 ~ 50	12 ~ 379 (C)		
(14) 赤膀鸭 <i>A. strepera</i>	50 ~ 100	16 ~ 918 (C)	160 ~ 541 (D)	

续附录

物种 Species	1992 年调查种群数量 (崔学振等 1992) Population size surveyed in 1992 (Cui et al. 1992)	本次调查的观察值范围 Individuals observed in this study		保护级别 Protected class
		泸沽湖 Lugu lake	竹地海 Zhudihai Wetland	
(15) 赤颈鸭 <i>A. Penelope</i>	500 ~ 1 000	72 ~ 1 000 (C)		
(16) 琵嘴鸭 <i>A. clypeata</i>		0 ~ 2 (R)		
白眉鸭 <i>A. querquedula</i>	100 ~ 300			
(17) 赤嘴潜鸭 <i>Netta rufina</i>	> 5 000	12 ~ 3 100 (D)	0 ~ 3 (R)	
(18) 红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i>	500 ~ 1 000	31 ~ 1 200 (D)		
(19) 白眼潜鸭 <i>A. nyroca</i>	500 ~ 1 000	2 ~ 34 (R)	2 ~ 30 (C)	
(20) 凤头潜鸭 <i>A. fuligula</i>	100 ~ 300	32 ~ 867 (C)		
(21) 斑背潜鸭 <i>A. marila</i>	100 ~ 300	0 ~ 1 (R)		
鸳鸯 <i>Aix galericulata</i>	< 10			II
棉凫 <i>Nettapus coromandelianus</i>	10 ~ 50			
(22) 鹊鸭 <i>Bucephala clangula</i>	100 ~ 300	8 ~ 45 (R)		
(23) 白秋沙鸭 <i>Mergus albellus</i>	50 ~ 100			0 ~ 2 (R)
(24) 普通秋沙鸭 <i>M. merganser</i>	100 ~ 300	0 ~ 7 (R)	30 ~ 53 (C)	
5 鹤科 Gruidae				
(25) 灰鹤 <i>Grus grus</i>	< 10	0 ~ 12 (R)		II
6 秧鸡科 Rallidae				
(26) 红骨顶 <i>Gallinula chloropus</i>	< 10	3 ~ 45 (R)		
(27) 骨顶鸡 <i>Fulica atra</i>	> 5 000	3 337 ~ 10 300 (D)	2 ~ 10 (R)	
7 鸻科 Charadriidae				
(28) 凤头麦鸡 <i>Vanellus vanellus</i>				0 ~ 6 (R)
8 鸥科 Laridae				
(29) 红嘴鸥 <i>Larus ridibundus</i>	50 ~ 100	126 ~ 436 (C)	2 ~ 27 (C)	
(30) 棕头鸥 <i>L. brunnicephalus</i>		0 ~ 2 (R)		

表中未编号的物种为仅在崔学振等(1992)观察到的物种。通过与崔学振等(1992)的主要调查人员何芬奇先生联系,崔学振等(1992)中所列鸻嘴鹬(*Ibidorhyncha struthersii*)这一物种并非泸沽湖和竹地海出现的物种,故本名录中未包含此物种。观察值范围后的括号内字母代表该物种在相应群落中的优势度: D. 优势种; C. 常见种; R. 偶见种。I. 国家 I 级保护动物; II. 国家 II 级保护动物。鸟名依据《中国鸟类种和亚种分类名录大全》(郑作新 2000)。

Species not numbered were those only record by Cui et al (1992). This checklist did not include species ibisbill *Ibidorhyncha struthersii* which as wrongly listed by Cui et al. (1992). The letters in brackets represent the species dominance degree in corresponding community: D. Dominant species; C. Common species; R. Rare species. I. 1st rank national protected species; II. 2nd rank national protected species. The taxonomy is following *A complete checklist of species and subspecies of the Chinese birds* (Revised Edition) (Zheng 2000).