

# 四川绵阳地区水鸟的多样性分析\*

刘昊<sup>①②</sup> 石红艳<sup>②</sup> 张利权<sup>①</sup>

(①华东师范大学河口海岸国家重点实验室 上海 200062; ②绵阳师范学院生命科学与工程系 绵阳 621000)

**摘要:** 2000年1月~2003年1月,采用样线法对绵阳地区水鸟进行调查,共记录7目10科30属58种。其中有各级保护动物19种,留鸟12种(20.7%),夏候鸟4种(6.92%),旅鸟、冬候鸟各21种(36.19%)。区系组成包括:古北型43种(74.1%),东洋型9种(15.5%),广布型6种(10.4%)。多样性分析得出绵阳地区水鸟 Shannon-Winer 指数  $H' = 2.5736$ 、Pielou 指数  $J = 0.6338$  及  $G-F$  指数  $D_{G-F} = 0.5936$ 。在3种不同类型湿地生境中,以涪江河谷多样性最丰富。同时指出,自然环境恶化和人类活动是该地区水鸟面临的主要威胁。

**关键词:** 绵阳;水鸟;多样性

**中图分类号:** Q958 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263(2004)04-85-05

## Analysis of Water Birds Diversity in Mianyang, Sichuan Province, China

LIU Hao<sup>①②</sup> SHI Hong-Yan<sup>②</sup> ZHANG Li-Quan<sup>①</sup>

(① State Key Laboratory of Estuarine and Coastal Research, East China Normal University, Shanghai 200062;

② Department of Life Science and Technology, Mianyang Normal University, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** We conducted water fowl fauna survey by using linear transect sampling method from January 2000 to January 2003 in Mianyang, Sichuan, China. Fifty-eight species of water birds, belonging to 7 orders, 10 families and 30 genera, were recorded during the survey. Nineteen species of them are the provincial protected birds. There are 12 species (20.7% of the total) of residents, four species (6.92%) of summer birds, 21 (36.19%) species of winter birds and 21 species (36.19%) of passengers. Among 58 species of water birds, 43 species are the avian species of palaenaretic, nine species of Oriental birds and six species of widespread birds. The value of each diversity index of water birds of Mianyang is  $H' = 2.5736$  (Shannon-Winer index),  $J = 0.6338$  (Pielou index) and  $D_{G-F} = 0.5936$  ( $G-F$  index). Among three different kinds of wetland habitats: Fujiang River valley (about 130 km long), rice paddy, and large reservoir, the biggest value of diversity index was found in the Fujiang River valley. The results indicated that the water birds are facing the threats from the environmental degradation and human activity in the area.

**Key words:** Wetland; Avis; Species diversity

绵阳位于四川盆地西北部、岷山南麓,嘉陵江重要支流——涪江的中上游地带,地理坐标为:东经  $103^{\circ}45' \sim 105^{\circ}43'$ ,北纬  $30^{\circ}42' \sim 33^{\circ}03'$ 。关于绵阳地区鸟类,四川资源动物志编委会、陈玉祥、刘昊等曾有报道<sup>[1-5]</sup>。为进一步查清该地区水鸟资源现状,并为今后的研究及保护工作提供参考,笔者于2000年1~4月,2001年2、6、12月,2002年2、7、11月,2003年1月,对绵阳地区水鸟多样性现状进行了调查,现报道如下。

### 1 调查区域及概况

将绵阳地区湿地分为3种类型:涪江河谷(长约

\* 四川省教委青年基金(2000-B31);

第一作者介绍 刘昊,男,30岁,博士研究生;主要研究方向:鸟兽生态学及湿地生态学;E-mail: lhshy9@126.com。

收稿日期:2003-12-10,修回日期:2004-05-25

130 km)、稻田区及大型水库;并选择该 3 种湿地生境的主要分布地绵阳市中区、江油及三台县 3 区县作为调查区域(图 1)。调查区内气候属亚热带湿润季风型,年降水量 1000 mm,年平均气温 16℃,极端温度:最低 -4.5℃,最高 39.4℃;地貌以河谷平原及中、低丘陵为主,高程 700~300 m,植被以水稻、小麦等农作物和人工槭柏混交林为主,残存少量亚热带常绿阔叶林。

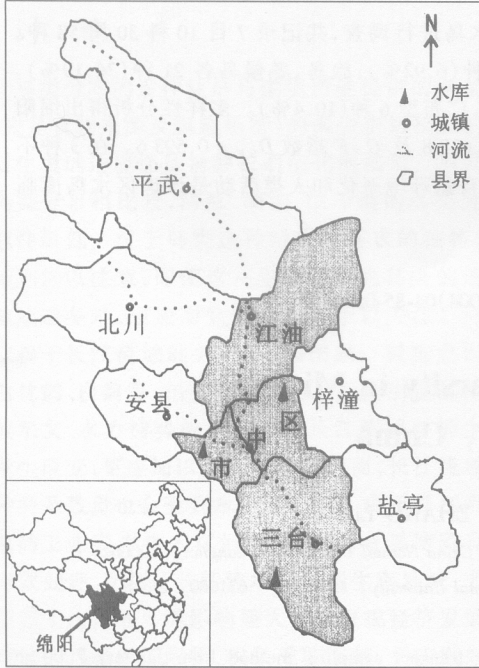


图 1 调查区域示意图

## 2 研究方法

**2.1 野外调查** 野外调查以样线法进行,在 3 种湿地类型中布设长度为 2~10 km 样线 10 条。调查用双筒望远镜(10~30×50)、以步行或乘船(水库)方式沿样线行进,通过鸟类外形<sup>[6,7]</sup>及鸣声(稻田区)判别种类,记录数量、生境及人类活动情况等因子。累计调查样线 30 条次,总长度 45 km,记录水鸟 10 913 只。

**2.2 数据处理** 以 Shannon-Winer 指数测度水鸟物种多样性:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

其中,  $H'$  为物种多样性指数,  $S$  为总的物种数,  $P_i$  为第  $i$  物种个体数与所有物种个体总数的比值。

用 Pielou 指数测度均匀度:

$$J = H'/H'_{\max}$$

其中,  $H'$  同上,  $H'_{\max}$  为  $\ln S$ ,  $S$  同上。

用  $G-F$  指数<sup>[8]</sup>测度科属间多样性。

$F$  指数(科的多样性):

$$D_F = - \sum_{k=1}^m D_{FK}$$

其中,  $m$  为群落中的科数,  $D_{FK}$  为  $k$  科中的物种多样性,其计算公式为:

$$D_{FK} = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

$P_i$  为群落中  $k$  科  $i$  属中的物种数占  $k$  科物种总数的比值,  $n$  为  $k$  科中的属数,  $G$  指数(属的多样性):

$$D_C = - \sum_{j=1}^m q_j \ln q_j$$

其中  $q_j$  为群落中  $j$  属的物种数与总的物种数之比,  $m$  为群落中的总属数。

$G-F$  指数:

$$D_{G-F} = 1 - D_C/D_K$$

若该地区(生境)仅有一个物种,或仅有几个分布在不同科的物种,则定义该地区  $G-F$  指数为零。

水鸟相对数量等级划分:各生境中物种个体数量所占比例大于 10% 为优势种, 1%~10% 为常见种, 0.1%~1% 为少见种, 小于 0.1% 为稀有种,同时分布于多个生境的种类取最大值。

## 3 结果

**3.1 种类及组成** 野外调查共记录水鸟 7 目 10 科 30 属 58 种,约占四川水鸟种数 47.54%,全国的 26.85%。其中受各级保护的鸟类 19 种,分别是国家 II 级 1 种(鸳鸯),省级 7 种,列入中日、中澳候鸟保护协定的有 16 种。就居留类型而言,有留鸟 12 种(20.70%)、夏候鸟 4 种(6.92%),而旅鸟、冬候鸟各 21 种(36.19%),占有绝对优势;体现了绵阳地区水鸟物种组成上明显的季节性。相对数量上以鸭类(Anatidae)及鹭类(Ardeidae)为多,其中赤麻鸭、斑嘴鸭、绿翅鸭、绿头鸭及白鹭、夜鹭为优势种;多数鸨鹬类(Charadriidae & Scolopacidae)(15 种)及鸥类(Laridae)(3 种)为少见种或稀有种,其中黑翅长脚鹬、灰斑鸨、红脚鹬、灰头麦鸡等仅观察到 1 次。本区水鸟区系组成以古北型鸟类为主,在记录的 58 种鸟类中,古北型 43 种(74.1%),东洋型 9 种(15.5%),广布型 6 种(10.4%)。详见表 1。

**3.2 多样性分析** 整个绵阳地区水鸟 Shannon-Winer 指数为 2.573 6, Pielou 均匀度指数为 0.633 8,  $G-F$  指数为 0.593 6。3 种生境中,涪江河谷水鸟有最高的 Shannon-Winer 指数和  $G-F$  指数,分别为 2.541 3 和 0.525 1,水库区有最低的  $G-F$  指数值 -0.261 3 和最高

的均匀度值0.8779,稻田区的 Shannon-Winer 指数和 Pielou 均匀度指数最低,分别为1.2665和0.5764(表2)。

表1 绵阳地区水鸟调查表

种 类	栖息环境			相对 数量	保护 类型	居留 类型	区系 归属
	河流	水库	水田				
鸊鷉目 Podicipediformes							
鸊鷉科 Podicipedidae							
1. 小鸊鷉 <i>Tachybaptus ruficollis</i>	✓	✓		++	省	留	广
2. 黑颈鸊鷉 <i>Podiceps nigricollis</i>	✓			+		冬	古
3. 凤头鸊鷉 <i>P. cristatus</i>	✓	✓		++	省	冬	古
鸕形目 Pelecaniformes							
鸕鹳科 Phalacrocoracidae							
4. 鸕鹳 <i>Phalacrocorax carbo</i>	✓	✓		+++	省	冬	广
鸕形目 Ciconiiformes							
鹭科 Ardeidae							
5. 苍鹭 <i>Ardea cinerea</i>	✓	✓		+++		留	古
6. 牛背鹭 <i>Bubulcus ibis</i>	✓		✓	++	日	夏	东
7. 大白鹭 <i>Egretta alba</i>	✓			++	日	旅	广
8. 中白鹭 <i>E. intermedia</i>	✓	✓	✓	++	省	夏	东
9. 白鹭 <i>E. garzetta</i>	✓	✓	✓	++++		留	东
10. 夜鹭 <i>Nycticorax nycticorax</i>	✓		✓	++++	日	夏	东
11. 池鹭 <i>Ardeola bacchus</i>			✓	++		夏	东
雁形目 Anseriformes							
鸭科 Anatidae							
12. 赤麻鸭 <i>Tadorna ferruginea</i>	✓			++++		冬	古
13. 翘鼻麻鸭 <i>T. tadorna</i>	✓			++		旅	古
14. 针尾鸭 <i>Anas acuta</i>	✓			++		冬	古
15. 绿翅鸭 <i>A. crecca</i>	✓	✓		++++		冬	古
16. 绿头鸭 <i>A. platyrhynchos</i>	✓	✓		++++		冬	古
17. 斑嘴鸭 <i>A. poecilorhynchos</i>	✓	✓		++++		冬	东
18. 赤膀鸭 <i>A. strepera</i>	✓			++		旅	古
19. 赤颈鸭 <i>A. penelope</i>	✓			++		旅	古
20. 白眉鸭 <i>A. querquedula</i>	✓			+	澳	旅	古
21. 罗纹鸭 <i>A. falcata</i>	✓			++		冬	古
22. 琵嘴鸭 <i>A. clypeata</i>	✓			++	澳	旅	古
23. 赤嘴潜鸭 <i>Netta rufina</i>	✓			+++		旅	古
24. 红头潜鸭 <i>Aythya ferina</i>	✓			+++		旅	古
25. 青头潜鸭 <i>A. baeri</i>	✓			+++		旅	古
26. 凤头潜鸭 <i>A. fuligula</i>	✓			+++		冬	古
27. 鹊鸭 <i>Bucephala clangula</i>	✓			+++		冬	古
28. 棉凫 <i>Nettapus coromandelianus</i>	✓			+		旅	东
29. 鸳鸯 <i>Aix galericulata</i>	✓			+	II	旅	古
30. 白秋沙鸭 <i>Mergus albellus</i>	✓			++		冬	古
31. 普通秋沙鸭 <i>M. merganser</i>	✓			++		冬	古
鹤形目 Gruiformes							
秧鸡科 Rallidae							
32. 骨顶鸡 <i>Fulica atra</i>	✓			++		冬	广
33. 白胸苦恶鸡 <i>Amaurornis phoenicurus</i>			✓	++		留	东
34. 董鸡 <i>Gallicrex cinerea</i>			✓	++	日	留	东
鸻形目 Charadriiformes							
鸻科 Charadriidae							

续表 1

种 类	栖息环境			相对数量	保护类型	居留类型	区系从属
	河流	水库	水田				
35. 凤头麦鸡 <i>Vanellus vanellus</i>	✓			+++	日	冬	古
36. 灰头麦鸡 <i>V. cinereus</i>	✓			+		冬	古
37. 金雉 <i>Pluvialis dominica</i>	✓			++		旅	古
38. 灰斑雉 <i>P. squatarola</i>	✓			+		旅	古
39. 剑雉 <i>Charadrius hiaticula</i>	✓			+++	澳	留	古
40. 金眶雉 <i>C. dubius</i>	✓			++	澳	留	广
41. 环颈雉 <i>C. alexandrinus</i>	✓			+		冬	广
鸻科 Scolopacidae							
42. 中杓鸻 <i>Numenius phaeopus</i>	✓			+		旅	古
43. 白腰杓鸻 <i>N. arquata</i>	✓			+	日、澳	旅	古
44. 鹤鸻 <i>Tringa erythropus</i>	✓			+	省	旅	古
45. 红脚鸻 <i>T. tetanus</i>	✓			+		旅	古
46. 青脚鸻 <i>T. nebularia</i>	✓			+		旅	古
47. 白腰草鸻 <i>T. ochropus</i>	✓			+++		留	古
48. 林鸻 <i>T. glareola</i>	✓			+		冬	古
49. 矶鸻 <i>T. hypoleucos</i>	✓			++	日、澳	留	古
50. 翻石鸻 <i>Arenaria interpres</i>	✓			++		留	古
51. 针尾沙锥 <i>Gallinago stenura</i>	✓		✓	++	澳	留	古
52. 扇尾沙锥 <i>G. gallinago</i>	✓		✓	++	日	留	古
反嘴鸻科 Recurvirostridae							
53. 黑翅长脚鸻 <i>Himantopus himantopus</i>	✓			+	日	旅	古
燕鸻科 Glareolidae							
54. 普通燕鸻 <i>Glareola maldivarum</i>	✓			+		旅	古
鸥形目 Lariformes							
鸥科 Laridae							
55. 银鸥 <i>Larus argentatus</i>	✓			+	省、日	旅	古
56. 渔鸥 <i>L. ichthyaetus</i>	✓			+		冬	古
57. 红嘴鸥 <i>L. ridibundus</i>	✓			+++	日	冬	古
58. 普通燕鸥 <i>Sterna hirundo</i>	✓			+	省	冬	古

东:东洋型;古:古北型;广:广布型;冬:冬候鸟;夏:夏候鸟;留:留鸟;旅:旅鸟;++++:优势种;+++ :常见种;++ :少有种;+ :稀有种;省:省重点保护物种;II:国家二级保护物种;日:中日候鸟保护协定保护物种;澳:中澳候鸟保护协定保护物种

表 2 绵阳地区及不同生境中水鸟的多样性分析

湿地类型	种数	$H'$	$J$	$D_F$	$D_C$	$D_{C-F}$
涪江河谷	54	2.541 3	0.637 1	6.392 3	3.036	0.525 1
稻田区	9	1.266 5	0.576 4	2.025 3	1.889	0.067 3
水库区	9	1.929 0	0.877 9	1.329 6	1.677	-0.261 3
全地区	58	2.573 6	0.633 8	7.725 3	3.139 5	0.593 6

$H'$ : Shannon-Winer 指数;  $J$ : Pielou 指数;  $D_F$ : 科间多样性;  $D_C$ : 属间多样性;  $D_{C-F}$ : 科属间多样性指数

## 4 讨 论

与四川盆地内其它地市比较<sup>[9-15]</sup>, 绵阳是水鸟种类最丰富地区之一, 这表明绵阳地区是四川省内水鸟最重要的迁徙通道和越冬地, 在水鸟保护中占有重要地位。同时, 绵阳地区的水鸟资源有以下特征: (1) 种类

组成以雁鸭类(20种)和鸻类(19种)为主, 但在数量上, 二者的样线统计数分别为8952只和572只, 相差很大; (2) 绵阳地区水库的水鸟资源丰富度远低于其它地市水库的历史记录<sup>[17,18]</sup>; (3) 没有发现一些历史文献<sup>[1,2,9]</sup>记载过的大型种类, 如白额雁(*Anser albifrons*)、豆雁(*A. fabalis*)、灰鹤(*Grus grus*)等。而调查中也注意到, 作为省级水鸟保护区、绵阳库容和面积最大的鲁班水库已成为当地的旅游热点, 库区内宾馆和游船随处可见; 涪江受上游过度采伐、全球气候变化及各地为满足日益增长的工农业用水而筑坝引水等事件的影响, 径流量严重减少, 导致江面变窄, 滩涂湿地面积锐减; 冬春季大规模的沙石开采活动不仅进一步减少了滩涂湿地面积, 还对分布其中的水鸟产生直接的干扰。因此, 笔者认为, 虽然东亚水鸟迁徙主线在沿海(尤其是

鸬鹚类)<sup>[7]</sup>,但生境破碎、栖息地丧失及干扰才是绵阳地区库区水鸟锐减、鸬鹚类数量稀少及大型水禽雁类、鹤类消失的主要原因。

在3种湿地生境中,涪江河谷是水鸟主要迁徙路线,生境面积大、异质性强,所以有最多的物种数、最大的物种多样性指数  $H'$  值和科属间多样性指数  $D_{c,F}$  值,但由于各数量级种类都有,且少见种、稀有种较多(21种和17种),所以均匀度  $J$  值相对较低。稻田区是该地区4种水鸟的惟一生境,但由于人为干扰严重,组成上只有优势种(2种)和少见种(7种),无常见种和稀有种,故物种多样性  $H'$  值和均匀度  $J$  值最低。水库区鸟类组成主要是优势种和常见种,所以均匀度  $J$  值最大。值得注意的是,虽然水库区的物种数与稻田区相同,均匀度  $J$  值和物种多样性  $H'$  值也高于后者,但科属间多样性指数  $D_{c,F}$  值却低于后者且为负数,相似的结果在天津水鸟研究中也曾报道<sup>[19]</sup>。通常  $G-F$  指数为0~1的测度,但当一个地区或某一生境中单属科比例较大时,  $G-F$  指数会出现负值<sup>[8]</sup>。本研究中,水库区记录的4科水鸟中,有2科(鸬鹚科和鸭科)为单属科,二者未能对  $F$  指数做出贡献,使  $F < G$ ,最终导致  $G-F$  指数值为负数。这一结果表明,不同多样性指数之间不完全成正相关关系。因此,在进行生物多样性分析时,单纯使用某一种多样性指数是不能完全体现生物类群各层次多样性,必须将不同的多样性指数结合起来进行综合分析。

总的来说,绵阳地区的水鸟资源丰富,但同时面临着自然生态环境恶化和当地经济发展过程中不当行为带来的巨大威胁。就保护绵阳地区水鸟多样性而言,涪江河谷区和稻田区应是重点关注和保护生境。

## 参 考 文 献

- [1] 陈玉祥,张华宣.绵阳市郊鸟类区系研究.绵阳师专学报,1992,10(2):75~80.
- [2] 陈玉祥,张华宣.四川绵阳市郊鸟类.四川动物,1994,13(1):23~24.
- [3] 《四川资源动物志》编辑委员会.四川资源动物志第1卷总论.成都:四川科学出版社,1985.
- [4] 《四川资源动物志》编辑委员会.四川资源动物志第3卷鸟类.成都:四川科学出版社,1985.
- [5] 刘昊,石红艳,黄开志等.绵阳三江库区水鸟资源及其保护对策.四川动物,2003,22(2):92~95.
- [6] 李桂垣.四川鸟类原色图鉴.北京:中国林业出版社,1995.
- [7] 约翰·马敏能,卡伦·菲利普斯,何芬奇.中国鸟类野外手册.长沙:湖南教育出版社,2000.
- [8] 蒋志刚,纪力强.鸟兽物种多样性测度的  $G-F$  指数方法.生物多样性,1999,7(3):220~225.
- [9] 邓其祥,胡锦鑫,余志伟等.南充地区鸟类调查报告.南充师范学院学报(自然科学版),1980,9(2):46~88.
- [10] 吴先智.四川金堂县鸟类区系调查报告.四川动物,1988,7(4):39~40.
- [11] 徐中辉.四川省广元市城郊的鸟类.四川动物,2000,19(5):35~36.
- [12] 黄强,邓黎合,毛珂.四川宜宾地区鸟类调查报告.动物学杂志,1995,30(6):7~15.
- [13] 刘克志,黄强,邓黎合等.四川泸州地区鸟类报告.动物学杂志,1994,29(5):22~31.
- [14] 李桂垣,张瑞云,袁制军.雅安地区的鸟类调查报告.动物学杂志,1963,5(1):19~22.
- [15] 邓其祥,余志伟,江明道.四川几条河流水禽资源的调查.四川动物,1987,6(3):44~45.
- [16] 余志伟,周材权,马丁·威廉姆斯.二滩水库区鸟类调查报告.四川师范学院学报(自),1993,19(1):89~113.
- [17] 邓其祥,余志伟.四川几个水库水禽资源的初步调查.四川动物,1983,2(3):18~21.
- [18] 李海涛,邓其祥.邛海冬候鸟的监测及保护.四川师范学院学报(自然科学版),2000,21(2):182~186.
- [19] 张淑萍,张正旺,徐基良等.天津地区水鸟区系组成及多样性分析.生物多样性,2002,10(3):280~285.