中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国60年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

(Shengtai Xuebao)

第31卷 第2期
Vol.31 No.2
2011

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版

中国科学院科学出版基金资助出版

生 态 学 报

（SHENGTAI XUEBAO）

第 31 卷 第 2 期　　2011 年 1 月　（半月刊）

目　　次

专论与综述

期刊基本参数：CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 296 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 33 * 2011-01

生 态 学 报 2010,30(2):0395—0400
Acta Ecologica Sinica

西藏夯错水鸟多样性及斑头雁繁殖活动区的变化

张国钢,刘冬平,钱法文,江红星,侯韵秋*,戴　铭,陆　军
(中国林业科学研究院森林生态环境与保护研究所,国家林业局森林保护学重点实验室, 北京　100091)

摘要:于 2009 年 4 — 11 月,对西藏夯错的水鸟资源状况进行了调查,旨在了解该地区水鸟资源状况的了解,并为禽流感的防控提供了科学依据。在夯错全年共记录到水鸟 26 种,隶属于 6 目 10 科。夯错也是斑头雁和棕头鸥重要的繁殖地。水鸟春秋季迁徙高峰期在 4 月份和 10 月份,这也是水鸟多样性较高的 2 个月,其主要原因是由于迁徙鸭类数量和种类的增加。卫星跟踪研究表明,在繁殖前期,斑头雁活动区面积较大,主要在夯错及其周围的湿地取食;进入繁殖中期,斑头雁的活动范围减少了许多;繁殖后期,随着幼鸟陆续出壳,父母随即带领幼鸟离开夯错,到其它湿地取食和育雏,因此此期的活动区面积较大。由于夯错面积较小,不能满足斑头雁对食物的需求,因此部分斑头雁选择其它湿地作为主要的取食地,但部分扩散到其它湿地的斑头雁在迁徙前期重新返回夯错,使得该时期斑头雁的数量有呈上升趋势。通过与青海湖水鸟资源状况的比较发现,夯错水鸟种类较少,这可能主要是由于两个湖泊所处地理区划的不同,并由此带来的气候环境的差异,以及植被条件的不同所造成的。这种差异主要是由于夯错海拔较高,紫外线很强,气候干燥,植被单一,栖息地类型多样性较低,因此水鸟的种数也相对较少一些。

关键词:水鸟;斑头雁;多样性;卫星跟踪;西藏夯错

Diversity of waterbirds and change in home range of bar-headed geese *Anser indicus* during breeding period at Hangcuo Lake of Tibet, China

ZHANG Guogang, LIU Dongping, QIAN Fawen, JIANG Hongxing, HOU Yunqiu*, DAI Ming, LU Jun
Key Laboratory of Forest Protection of State Forestry Administration, The Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, The Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, *China*

Abstract: A survey on current status of waterbirds was conducted at Hangcuo Lake of Tibet from April to November of 2009, to help strengthen the wetland conservation and management and establish baseline information for the surveillance of avian influenza at Hangcuo Lake. A total of 26 waterbird species, belonging 10 families and 6 orders, were recorded during the survey. Over three thousands of Bar-headed Geese *Anser indicus* and Brown-headed Gulls *Larus brunnicephalus* were found breeding on the small island in the lake, suggesting Hangcuo Lake is an important breeding area for Bar-headed Geese and Brown-headed Gulls. With the highest diversity of waterbird species, especially remarkable increases in duck species and numbers, April and October were two peak periods for spring and fall migrations of waterbirds at Hangcuo Lake, respectively. Satellite tracking on the Bar-headed Geese showed that the geese mostly foraged in Hangcuo Lake and the surrounding wetlands in the early breeding period. In the mid-breeding period, the home range decreased dramatically, because the birds were spending much time in sitting on the nests. After the chicks were hatched, adult geese together with their fledglings, left Hangcuo Lake for other wetlands for foraging and chick-rearing. That movement by goose families after hatching possibly was due to decreasing food resources at Hangcuo Lake and resulted in a larger home range in the late breeding period comparing to the mid-breeding period. By the time just before the fall migration started, the numbers of Bar-headed Geese increased remarkably again, as a result of many Bar-headed Geese coming back from nearby wetlands and immigrating from the north to Hangcuo Lake. Hangcuo Lake had fewer number of waterbird species than Qinghai Lake, most likely due to the high altitude, strong ultraviolet radiation, dry weather, and poor habitat diversity of vegetation communities

基金项目:中国林业科学研究院基金资助项目(CAFYBB200707); 国家林业局野生动物疫源疫病项目专项经费资助
收稿日期:2009-12-11;　　**修订日期**:2010-05-07
*通讯作者 Corresponding author. E-mail: houyq@ caf. ac. cn

at Hangcuo Lake.

Key Words: Wateribird; bar-headed goose; diversity; satellite tracking; Hangcuo lake of Tibet

2006 年 5 月西藏夯错及其周边湿地发生了严重的野生水禽感染高致病性禽流感(H5N1)事件,斑头雁(*Anser indicus*)、棕头鸥(*Larus brunnicephalus*)等水禽约 300 余只死于禽流感。夯错属西藏那曲地区,该地区由于自然条件极端恶劣,鸟类调查较少。1959 年起,中国科学院青藏高原综合考察队先后进藏 13 次,但仅有 2 次进入该地区考察[1];姚建初等[2]于 1987 年 3—8 月对那曲地区进行了较为全面的鸟类调查,共记录 118 种及亚种,其中那曲地区 30 种鸟类,水鸟 11 种。此后近 20a,尚无该地区鸟类资源状况的报道,尤其是在禽流感发生地夯错。因此加强对该湖水鸟的季节性动态,以及重要疫源水鸟斑头雁活动区进行研究,不仅有助于对该地区水鸟资源状况的了解,还为禽流感的防控提供科学依据。基于此,于 2009 年 4—11 月,对夯错水鸟的资源状况及动态开展研究,并采用卫星跟踪的方法对疫源水鸟斑头雁的活动区进行分析。

1 研究方法

1.1 调查地点

夯错(N31°18.050′,E91°46.132′)位于那曲地区罗玛乡境内,地处那曲镇南 35km,青藏公路西侧,距拉萨市 295km。夯错平均海拔约 4500m 以上,湖面面积约 350hm^2,湖中有 4 个小岛,湖中及其周边缺少植被,鸟类如斑头雁、棕头鸥等只限于湖中小岛上繁殖。夯错年平均气温为 -0.9℃至 -3.3℃,年相对湿度为 48%—51%,年均降雨量仅在 100—200mm 之间,年日照时数为 2852.6—2881.7h,全年无绝对无霜期。

1.2 方法

调查人员选择 10 个观察点对夯错进行调查。调查时可以接近湖边,甚至进入水中进行观察。采用 20—60 倍单筒望远镜(KOWA 或 SWAROVSKI 两种型号)对视野中的水鸟进行观察统计。观察时,统计的时间以看清并统计完视野范围内的水鸟种类和数量为准,因此,每个调查地点水鸟的数量只局限于视野范围内,是相对数量,而非绝对数量。采用 GPS 对观察点进行定位。每月调查 1 次,观察点固定,共调查了 8 次,每次持续 3d 左右。由于部分调查地点必须在天气晴朗、道路干燥的时候接近,因此每月的调查日期根据天气状况决定。各科、属、种的分类地位及学名和中文名,依从《中国鸟类分类与分布名录》[3]。夯错和观察点的示意图见图 1。

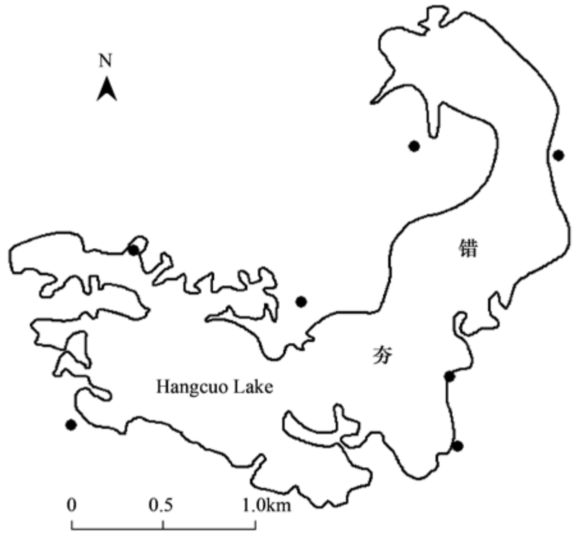

图 1 2009 年西藏夯错和观察点示意图

Fig. 1 The map of Hangcuo and observation site in 2009

(• 观察点)

为了了解杭错斑头雁在繁殖期的活动状况,于 2006 年 4 月 10—25 日,共捕捉到斑头雁 6 只,选择其中健康的 2 只成鸟,佩戴了太阳能卫星发射器(Solar PTT-100),进行身体量测,佩戴卫星发射器,并进行环志,原地释放,所需时间约 15min。跟踪个体的详细情况见表 1。卫星发射器的佩戴方法采用“背负式”。卫星发射器由美国 Northstar 公司生产,重量分别为 30g,2 个发射器发射周期是 8h 开机,15h 关机(表 1)。

跟踪个体的活动位点的信息由法国 ARGOS 公司收集,进行分析后通过电子邮件(ADS)的形式传输给我们。按精确度可以将定位数据的等级(LC)分为:Z、B、A、0、1、2、3。LC0、LC1、LC2 和 LC3 定位误差分别为 >1000m、350—1000m、150—350m 和 <150m。由于接受频率不够,无法估计 LCZ、B、A[4]。因此在对活动区分

析时,采用最小凸多边形(Minimum Convex Polygon)的方法,并选择 1、2、3 等级的数据。

采用 Shannon-Wiener 指数计算各地点水鸟的多样性(H)。

表 1　西藏夯错斑头雁卫星跟踪个体的有关信息

Table 1　The information on the two geese satellite-tracked at Hangcuo Lake of Tibet

发射器 ID PTT ID	环志时间 Banding date	发射周期 Duty cycle	性别 Sex	彩环 Color band	预期寿命/a Life of battery
87864	2009-04-10	8 ON 15OFF	雄 ♂	Blue with white A61	2
87865	2009-04-19	8 ON 15OFF	雌 ♀	Blue with white A63	2

2　研究结果

2.1　物种组成

通过调查,全年共记录到水鸟 26 种,隶属于 6 目 10 科,分别为鸊鷉科、鸬鹚科、鹭科、鸭科、鹤科、秧鸡科、鸻科、鹬科、鸥科和燕鸥科。列入中国濒危动物红皮书(鸟类)是濒危鸟类黑颈鹤[5]。列入中日候鸟协定名录中的鸟类和中澳候鸟协定名录中鸟类分别有 20 种和 4 种。夯错水鸟名录见表 2。

表 2　西藏夯错水鸟名录

Table 2　The list of waterbirds at Hangcuo Lake of Tibet, China

序号 No.	物种 Species	居留型 Status	国家级 National protected species	中日协定 species protected between Chin and Japan	中澳协定 species protected between Chin and Australia	中国濒危动物红皮书(鸟类) China red data book of Endangered animals (Aves)
	鸊鷉科 Podicipedidae					
1	凤头鸊鷉 *Podiceps cristatus*	S		√		
	鸬鹚科 Phalacrocoracidae					
2	普通鸬鹚 *Phalacrocorax carbo*	M		√		
	鹭科 Ardeidae					
3	苍鹭 *Ardea cinerea*	M		√		
4	牛背鹭 *Bubulcus ibis*	M		√	√	
	鸭科 Anatidae					
5	斑头雁 *Anser indicus*	S, M				
6	赤麻鸭 *Tadorna ferruginea*	S		√		
7	翘鼻麻鸭 *T. tadorna*	M		√		
8	绿翅鸭 *Anas crecca*	M		√		
9	绿头鸭 *A. platyrhynchos*	M		√		
10	赤颈鸭 *A. penelope*	M		√		
11	赤膀鸭 *A. strepera*	M		√		
12	针尾鸭 *A. acuta*	M		√		
13	赤嘴潜鸭 *Netta rufina*	M				
14	红头潜鸭 *Aythya ferina*	M		√		
15	白眼潜鸭 *A. nyroca*	M				
16	凤头潜鸭 *A. fuligula*	M		√		
	鹤科 Gruidae					
17	黑颈鹤 *Grus nigricollis*	S	I			E
	秧鸡科 Rallidae					
18	白骨顶 *Fulica atra*	S		√		
	鸻科 Charadriidae					
19	凤头麦鸡 *Vanellus vanellus*	M		√		

续表

序号 No.	物种 Species	居留型 Status	国家级 National protected species	中日协定 species protected between Chin and Japan	中澳协定 species protected between Chin and Australia	中国濒危动物红皮书(鸟类) China red data book of Endangered animals (Aves)
20	环颈鸻 *Charadrius alexandrinus*	M		√		
21	蒙古沙鸻 *C. mongolus*	M		√	√	
	鹬科 Scolopacidae					
22	红脚鹬 *Tringa totanus*	S		√	√	
23	青脚滨鹬 *Calidris temminckii*	M		√		
	鸥科 Laridae					
24	渔鸥 *Larus ichthyactus*	M				
25	棕头鸥 *L. brunnicephalus*	S				
	燕鸥科 Sternidae					
26	普通燕鸥 *Sterna hirundo*	S		√	√	

S:夏候鸟 Summer resident, M:旅鸟 Migrant, E: 濒危 Endangered

2.2 水鸟多样性的季节性动态

夯错在 4 月份是候鸟北迁时期,水鸟的种类和数量都较多;进入 5 月份以后水鸟多样性降低,但数量尤其是斑头雁和棕头鸥比较多,此时期多数斑头雁进入孵化阶段,在 5 月份后期湖中可见大量的斑头雁幼鸟;6 月份水鸟种类和多样性进一步降低,并降到最低谷,而数量也减少了很多,此时数量最多的是棕头鸥,多数棕头鸥也进入繁殖阶段,而斑头雁数量很少,已经不足百只(图 2);进入 7 月份,湖中可见大量的棕头鸥幼鸟,部分先期南迁的鸭类已经抵达,因此水鸟的数量较大,并且多样性值开始增加(图 3);8 月棕头鸥和斑头雁的数量都很少,棕头鸥在繁殖结束后,等幼鸟离巢会飞后,也很快地离开夯错。而南迁鸭类的种类进一步增加,但数量不多,水鸟多样性值达到高峰;9 月份以后,斑头雁的数量开始增加,鸭类的数量也逐渐增加(图 3),但棕头鸥的数量已经越来越少;多样性值在 9 月份和 10 月份基本保持稳定,11 月份水鸟多样性进一步降低,水鸟种类也较少,主要是斑头雁种群数量较大,几乎观察不到棕头鸥,这也表明,夯错不是棕头鸥南迁的停歇地。各月份水鸟多样性变化趋势见表 3。重要水鸟数量的季节性变化见图 2 和图 3。

表 3 2009 年西藏夯错水鸟多样性的季节性变化

Table 3 The Dynamic of waterbird diversity at Hangcuo Lake of Tibet in 2009

项目 Item	4 月 April	5 月 May	6 月 June	7 月 July	8 月 August	9 月 September	10 月 October	11 月 November
物种数 Number of species	15	8	3	14	10	10	11	6
总数量 Total	4255	4780	1756	1695	288	855	1759	1643
多样性 Diversity	1.29	0.41	0.21	2.06	3.82	2.56	2.76	0.49

2.3 斑头雁在夯错的活动区分布及大小

夯错的斑头雁繁殖种群大小约为 3000 只,这些鸟类集中在两个湖中小岛上进行繁殖。通过对卫星跟踪个体的活动区分析可知,繁殖前期,斑头雁主要在夯错及其周围的湿地取食,活动区面积较大,如 ID87864 约 137.1km^2,最远可西至约 10km,南至约 8km 处的湿地;进入繁殖中期,斑头雁的活动范围约减少了许多,取食地也不仅仅局限于湖边,最远可西至约 5km,南至约 4km 处的湿地;繁殖后期,幼鸟出壳,父母随即带领幼鸟离开夯错,如 ID87864 至西南方向约 4km 处的湿地;ID87865 远至西北方向约 22km 处的湿地取食、育雏和换羽,活动区面积很大,约 734.9km^2。进入 9 月份,ID87865 又重新返回夯错,一直到 11 月份南迁前始终在夯错一带活动(表 4)。

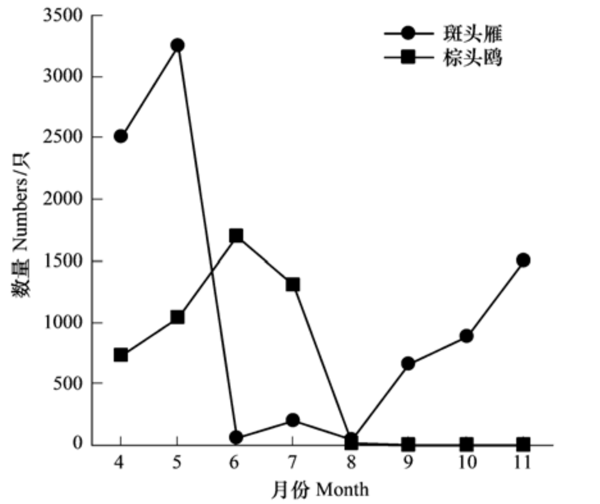

图 2　西藏夯错斑头雁和棕头鸥数量的季节性变化

Fig. 2　The seasonal changes of Bar-headed Goose and Brown-headed Gull numbers at Hangcuo Lake of Tibet

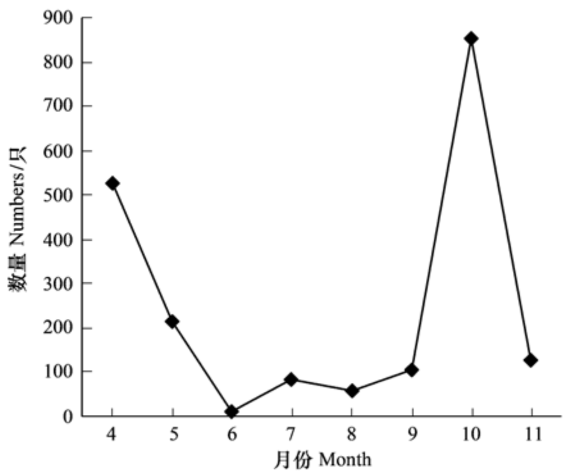

图 3　西藏夯错鸭类数量的季节性变化

Fig. 3　The seasonal changes of ducks number at Hangcuo Lake of Tibet

表 4　卫星跟踪个体在夯错的活动区面积

Table 4　The home range size of two geese satellite-tracked at Hangcuo Lake of Tibet

发射器编号 PTT ID	繁殖前期活动区的面积/km^2 Early breeding period	繁殖中期活动区的面积/km^2 Middle breeding period	繁殖后期活动区的面积/km^2 Later breeding period
ID 87864	137.1	64.9	1.1
ID 87865	–	83.1	734.9

3　讨论

姚建初等[2]对西藏那曲地区进行调查,记录水鸟 11 种,分别为凤头䴙䴘(*Podiceps cristatus*)、斑头雁、赤麻鸭、赤颈鸭(*Anas penelope*)、黑颈鹤(*Grus nigricollis*)、剑鸻(*Charadrius hiaticula*)、环颈鸻(*C. alexandrinus*)、红脚鹬(*Tringa totanus*)、青脚鹬(*T. nebularia*)、渔鸥和棕头鸥,数量都较多。本次调查记录到水鸟 26 种,增加了 15 种,而剑鸻和青脚鹬没有记录到。

据张荣祖[6]动物地理区划,西藏夯错划分在古北界中印亚界青藏区羌塘高原亚区,而青海湖则划分在古北界中印亚界青藏区青海藏南亚区。前者在动物种类上以贫乏为特征,后者则表现了较为复杂的成分。该书中进一步阐明了羌塘高原完全缺乏冬候鸟,而青海藏南的繁殖鸟是羌塘高原的 3 倍。研究发现,青海湖的鸟种数量[7]是夯错 2 倍多,基本上也证实了上述观点。两个湖的凤头䴙䴘(*Podiceps cristatus*)、斑头雁、棕头鸥和白骨顶(*Fulica atra*)都有比较大的繁殖种群。然而夯错鸭类繁殖种群较少,青海湖繁殖的鸭类较多如赤嘴潜鸭(*Netta rufina*)、绿头鸭(*Anas platyrhynchos*)、白眼潜鸭(*Aythya nyroca*)和普通秋沙鸭(*Mergus merganser*)等。青海湖冬季还可以看到大天鹅(*Cygnus cygnus*)、绿头鸭、普通秋沙鸭、鹊鸭(*Bucephala clangula*)等越冬水鸟,而夯错冬季则没有水鸟越冬。

青海湖和夯错的湖水面积虽然相差较大,而从姚建初等[2]在繁殖期对整个那曲地区湖泊调查的结果来看,并结合本项研究,水鸟种数存在着较大差异的原因,可能更多的还是由于两个湖泊所处地理区划的不同,并由此带来的气候环境的差异,以及植被条件的不同所造成的。这种差异主要是由于夯错海拔较高,紫外线很强,气候干燥,植被单一,栖息地类型多样性较低,因此水鸟的种数也相对较少一些。

许多研究表明,鸟类的活动规律与食物的分布和丰富度,以及种内和种间的竞争有关[8-10],繁殖后的扩散对提高幼鸟的生存率也具有重要的意义[11-13]。由于夯错面积较小,可提供的食物资源有限和种内竞争,部分

斑头雁选择其它湿地作为主要的取食地。在斑头雁繁殖结束后,种群数量短期内急剧增加,使得这种现象更为明显。野外观察表明,繁殖结束后,随着幼鸟的陆续出壳,夯错斑头雁的种群数量应该呈上升的趋势,但实际上此时斑头雁的数量却呈下降趋势(图2)。这是由于大多数斑头雁带领幼鸟离开了夯错,到其他湿地进行育雏的缘故。卫星跟踪的结果表明,繁殖后期扩散到其它湿地的斑头雁在迁徙前期重新返回夯错。虽然样本数较少,但至少代表了部分斑头雁这种行为的特点。对青海湖繁殖斑头雁迁徙路线的研究表明,夯错也是青海湖斑头雁南迁途径的重要停歇地。据推测,10 月份至 11 月份斑头雁在夯错数量的增加,主要来自两个方面:部分是离开的斑头雁又重新返回夯错,另一部分则是北方迁徙途径夯错的斑头雁。

致谢: 承蒙西藏自治区林业局、那曲地区林业局给予大力支持;青海湖保护区人员王延明和国际野生生物保护协会赵怀东参与和协助部分调查,在此一并致谢。

References:

[1] The Comprehensive Science Expedition to Quinghai-Xizang Plateau of Academia Sinica. The Avifauna of Xizang. Beijing: Science Press, 1983.
[2] Yao J C, Shao M M, Chen X H. The birds in Naqu region of Tibet. Sichuan Journal of Zoology, 1991, 10(1): 10-13.
[3] Zheng G M. A Checklist on the Classification and Distribution of the Birds of China. Beijing: Science Press, 2005.
[4] ARGOS Inc. User Manual., Maryland: Service Argos, Inc, Landover, 1996.
[5] Zheng G M, Wang Q.S. China Red Data Book of Endangered Animals (Aves). Beijing: Science Press, 1998.
[6] Zhang R Z. Zoogeography of China. Beijing: Science Press, 1999.
[7] Zhang G G, Liu D P, Jiang H X, Shan K, Hou Y Q, Dai M, Chu G Z. Diversity and Dynamics of Waterbirds in Non-wintering season at Qinghai Lake. Scientia Silvae Sinicae, 2007, 43(12):101-105.
[8] Lewis S, Sherratt T N, Hamer, K C, Wanless S. Evidence of intra-specific competition for food in a pelagic seabird. Nature, 2001, 412: 816-819.
[9] Anderson C D, Roby D D, Collis K. Foraging patterns of male and female Double-crested Cormorants nesting in the Columbia River estuary. Canadian Journal of Zoology, 2004, (82):541-554.
[10] Gilliland S G, Ankney C D, Hicklin P W. Foraging ecology of Great Black-backed Gulls during brood-rearing in the Bay of Fundy, New Brunswick. Canadian Journal of Zoology, 2004, (82):1416-1426.
[11] Waters J R. Distance behavior: An ornithological frontier. Condor, 2000, 102:479-481.
[12] Clark R G, Hobson J, Tewksbury J, Hejl S J, Avian dispersal and demography: Scaling up to the landscape and beyond. Condor, 2004, 106:717-719.
[13] Fajardo N, Strong A M, Perlut N G, Buckley N J, Natal and breeding dispersal of Bobolinks(*Dolichonyx oryzivorus*) and Sparrows(*Passerculus sandwichensis*) in an Agricultural landscape. The auk, 2009, 126(2):310-318.

参考文献:

[1] 中国科学院青藏高原综合考察队. 西藏鸟类志. 北京: 科学出版社, 1983.
[2] 姚建初, 邵孟明, 陈兴汉. 西藏那曲地区的鸟类. 四川动物, 1991, 10(1): 10-13.
[3] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录. 北京: 科学出版社, 2005.
[5] 郑光美, 王岐山. 中国濒危动物红皮书(鸟类). 北京: 科学出版社, 1998.
[6] 张荣祖. 中国动物地理. 北京: 科学出版社, 1999.
[7] 张国钢, 刘冬平, 江红星, 单凯, 侯韵秋, 戴铭, 楚国忠. 青海湖非越冬期水鸟多样性分析. 林业科学, 2007, 43(12): 101-105.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 2 January, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Review and Monograph

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

（源于 2010 年版 CSTPCD 数据库）

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	**生态学报**	**11764**	1	**生态学报**	**1.812**
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

★《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次，**全国排名第 1**；影响因子 1.812，**全国排名第 14**；第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊；中国精品科技期刊

编辑部主任：孔红梅　　**执行编辑**：刘天星　段　靖

生　态　学　报
（SHENGTAI　XUEBAO）
（半月刊　1981 年 3 月创刊）
第 31 卷　第 2 期　（2011 年 1 月）

ACTA ECOLOGICA SINICA
（Semimonthly, Started in 1981）
Vol. 31　No. 2　2011

编　辑　《生态学报》编辑部
地址：北京海淀区双清路 18 号
邮政编码：100085
电话：（010）62941099
www.ecologica.cn
shengtaixuebao@rcees.ac.cn

主　编　冯宗炜
主　管　中国科学技术协会
主　办　中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
地址：北京海淀区双清路 18 号
邮政编码：100085
出　版　科　学　出　版　社
地址：北京东黄城根北街 16 号
邮政编码：100717
印　刷　北京北林印刷厂
发　行　科　学　出　版　社
地址：东黄城根北街 16 号
邮政编码：100717
电话：（010）64034563
E-mail：journal@cspg.net
订　购　全国各地邮局
国外发行　中国国际图书贸易总公司
地址：北京 399 信箱
邮政编码：100044
广告经营许可证　京海工商广字第 8013 号

Edited by Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA
Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Tel: (010)62941099
www.ecologica.cn
Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
Editor-in-chief FENG Zong-Wei
Supervised by China Association for Science and Technology
Sponsored by Ecological Society of China
Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS
Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Published by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing　100717, China
Printed by Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
Distributed by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
Tel: (010)64034563
E-mail: journal@cspg.net
Domestic All Local Post Offices in China
Foreign China International Book Trading Corporation
Add: P. O. Box 399 Beijing 100044, China

ISSN 1000-0933 02

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q　**国内外公开发行**　**国内邮发代号** 82-7　**国外发行代号** M670　**定价** 70.00 元