

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 33 卷 第 10 期 Vol.33 No.10 **2013**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 10 期 2013 年 5 月 (半月刊)

目次

福建长汀水土保持专题

- 福建省长汀县水土流失区的时空变化研究——“福建长汀水土保持”专题序言 徐涵秋 (2945)
- 福建省长汀县河田盆地近 35 年来地表裸土变化的遥感时空分析 徐涵秋 (2946)
- 福建省长汀县河田水土流失区植被覆盖度变化及其热环境效应 徐涵秋, 何 慧, 黄绍霖 (2954)
- 红壤侵蚀地马尾松林恢复后土壤有机碳库动态 何圣嘉, 谢锦升, 曾宏达, 等 (2964)
- 基于 RUSLE 的福建省长汀县河田盆地土壤侵蚀定量研究 杨冉冉, 徐涵秋, 林 娜, 等 (2974)
- 南方红壤水土流失区土地利用动态变化——以长汀河田盆地为例 林 娜, 徐涵秋, 何 慧 (2983)
- 亚热带地区马尾松林碳储量的遥感估算——以长汀河田盆地为例 黄绍霖, 徐涵秋, 林 娜, 等 (2992)
- 南方红壤侵蚀区土壤肥力质量的突变——以福建省长汀县为例 陈志强, 陈志彪 (3002)

前沿理论与学科综述

- 土壤有机质转化及 CO₂ 释放的温度效应研究进展 沈征涛, 施 斌, 王宝军, 等 (3011)
- 湖泊蓝藻水华发生机理研究进展 马健荣, 邓建明, 秦伯强, 等 (3020)

个体与基础生态

- 岩溶区不同植被下土壤水溶解无机碳含量及其稳定碳同位素组成特征 梁 轩, 汪智军, 袁道先, 等 (3031)
- 黄脊雷鳉越冬卵的滞育发育特性 朱道弘, 陈艳艳, 赵 琴 (3039)
- 香港巨牡蛎与长牡蛎种间配子兼容性 张跃环, 王昭萍, 闫喜武, 等 (3047)

种群、群落和生态系统

- 西藏珠穆朗玛峰国家级自然保护区鸟类群落结构与多样性 王 斌, 彭波涌, 李晶晶, 等 (3056)
- 采伐对长白山阔叶红松林生态系统碳密度的影响 齐 麟, 于大炮, 周旺明, 等 (3065)
- 胶州湾近岸浅水区鱼类群落结构及多样性 徐宾铎, 曾慧慧, 薛 莹, 等 (3074)
- 黄河口盐地碱蓬湿地土壤-植物系统重金属污染评价 王耀平, 白军红, 肖 蓉, 等 (3083)
- 不同起始状态对草原群落恢复演替的影响 杨 晨, 王 炜, 汪诗平, 等 (3092)
- 施肥梯度对高寒草甸群落结构、功能和土壤质量的影响 王长庭, 王根绪, 刘 伟, 等 (3103)
- 高寒退化草地狼毒种群株丛间格局控制机理 高福元, 赵成章 (3114)
- 藏东南色季拉山西坡土壤有机碳库研究 马和平, 郭其强, 刘合满, 等 (3122)
- 灵石山不同海拔米槠林优势种叶片 $\delta^{13}\text{C}$ 值与叶属性因子的相关性 王英姿 (3129)
- 西门岛人工秋茄林恢复对大型底栖生物的影响 黄 丽, 陈少波, 仇建标, 等 (3138)
- 喀斯特峰丛洼地土壤剖面微生物特性对植被和坡位的响应 冯书珍, 苏以荣, 秦新民, 等 (3148)
- 青藏高原高寒草甸植被特征与温度、水分因子关系 徐满厚, 薛 娴 (3158)

景观、区域和全球生态

近 60 年挠力河流域生态系统服务价值时空变化..... 赵 亮,刘吉平,田学智 (3169)

基于系统动力学的雏菊世界模型气候控制敏感性分析..... 陈海滨,唐海萍 (3177)

资源与产业生态

主要气候因子对麦棉两熟棉花产量的影响..... 韩迎春,王国平,范正义,等 (3185)

低覆盖度行带式固沙林对土壤及植被的修复效应..... 姜丽娜,杨文斌,卢 琦,等 (3192)

不同土地利用方式土下岩溶溶蚀速率及影响因素..... 蓝家程,傅瓦利,彭景涛,等 (3205)

农地保护的外部效益测算——选择实验法在武汉市的应用 陈 竹,鞠登平,张安录 (3213)

研究简报

温度、投饵频次对白色霞水母无性繁殖与螅状体生长的影响 孙 明,董 婧,柴 雨,等 (3222)

内蒙古达赉湖西岸地区大鸕巢穴特征和巢址选择..... 张洪海,王 明,陈 磊,等 (3233)

红外相机技术在鼠类密度估算中的应用..... 章书声,鲍毅新,王艳妮,等 (3241)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 304 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 33 * 2013-05



封面图说: 色季拉山的长苞冷杉和高山杜鹃林——色季拉山高海拔处的植被主要有长苞冷杉、林芝云杉和高山杜鹃等,再高海拔地区则分布有高山灌丛、草甸等。长苞冷杉为我国特有种,属松科常绿乔木,分布于西藏东南部高山地带。树高可达 40m,树皮暗褐色,针叶较短;其球果圆柱形,直立。长苞冷杉的形态独特,与分布区内多种冷杉有密切的亲缘关系,和云杉、杜鹃的分布也彼此交叠。随着色季拉山体海拔的升高,区域气候对于山地土壤从黄壤至棕色森林土、直至高山草甸土的完整发育,以及对森林生态系统类型的形成都产生直接而深刻的影响。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201203070309

王斌,彭波涌,李晶晶,普穷,胡慧建,马建章. 西藏珠穆朗玛峰国家级自然保护区鸟类群落结构与多样性. 生态学报, 2013, 33(10): 3056-3064.
Wang B, Peng B Y, Li J J, Pu Q, Hu H J, Ma J Z. Avifaunal community structure and species diversity in the Mt. Qomolangma National Nature Reserve, Tibet, China. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(10): 3056-3064.

西藏珠穆朗玛峰国家级自然保护区 鸟类群落结构与多样性

王 斌^{1,2}, 彭波涌³, 李晶晶^{4,5}, 普 穷⁶, 胡慧建⁴, 马建章^{1,*}

(1. 东北林业大学野生动物资源学院, 哈尔滨 150040; 2. 湖南师范大学生命科学学院, 长沙 410081;
3. 湖南省西洞庭自然保护区, 汉寿 415900; 4. 华南濒危动物研究所, 广州 510260;
5. 西南林业大学, 昆明 650224; 6. 珠穆朗玛峰国家级自然保护区管理局, 日喀则 857002)

摘要:通过样线法调查并综合有关文献, 录得珠峰保护区鸟类 342 种, 并对其鸟类群落结构与多样性进行了分析。其中留鸟 218 种, 夏候鸟 67 种, 冬候鸟 43 种, 旅鸟及迷鸟 14 种; 国家一级保护鸟类 8 种, 二级保护鸟类 31 种; 东洋界 132 种, 古北界 156 种, 广布种 54 种, 特有种 19 种。多样性指数 2.4340, 均匀性指数 0.4371。研究表明, 喜马拉雅山脉将保护区明显阻隔为南坡和北坡两种不同的生态景观。南坡鸟类群落以森林鸟类为主, 东洋界成分占 67%, 垂直分带明显, 多样性系数 3.3983, 均匀度指数 0.6396; 北坡鸟类群落以湿地和荒漠鸟类为主, 古北界成分占 77%。呈斑块状分布, 多样性指数 1.8751, 均匀度指数 0.4199, 南、北坡鸟类群落的相似百分率为 15.70, 差异显著。

关键词:鸟类; 群落结构; 多样性; 珠穆朗玛峰; 自然保护区; 西藏

Avifaunal community structure and species diversity in the Mt. Qomolangma National Nature Reserve, Tibet, China

WANG Bin^{1,2}, PENG Boyong³, LI Jingjing^{4,5}, PU Qiong⁶, HU Huijian⁶, MA Jianzhang^{1,*}

1 College of Wildlife Resources, Northeast Forestry University, Harbin 150040 China

2 College of Life-Sciences, Hunan Normal University, Changsha 410081 China

3 West Dongting Lake Nature Reserve, Hanshou 415900 China

4 South China Institute of Endangered Animals, Guangzhou 510260 China

5 Southwest Forestry University, Kunming 650224 China

6 Mt. Qomolangma National Nature Reserve, Shigatse 857002 China

Abstract: The Mt. Qomolangma National Nature Reserve (QNNR) is located in southwestern Tibet Autonomous Region, China between 27°48'—29°19'N 84°27'—88°00'E and is the world's highest nature reserve. The Reserve, with a total area of 32,681 km² and a human population of 60,000, harbors a unique alpine ecosystem and is the origination place of Asia's continental highland avifauna. While the south slope is heavily influenced by the Indian Ocean Monsoon (IOM), the north slope is blocked from the IOM by the high Himalayan Mountains. This characterizes the Reserve with distinct ecological landscapes between its south and north slopes, along with multiple climate types and rich biodiversity. However, with recent economic development and frequent interference from human activities, the natural environment and climate here are becoming degraded. The climate changes and environmental degradation and their influence on the avian resources of Mt. Qomolangma, a globally sensitive area in biodiversity and environmental changes, have attracted considerable interest.

收稿日期: 2012-03-07; 修订日期: 2012-10-23

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jianzhangm@163.com

Because of the complicated geographical environment and adverse climate, surveys on avifauna in this area are scarce and there lacks adequate data to document its avifauna diversity, distribution, and dynamics. This study aimed to bridge this knowledge gap and to clarify the status and dynamic changes of the avian fauna in the QNNR. It was designed to provide scientific baseline data in support of QNNR's scientific management, as well as to provide environmental quality monitoring of the Tibet Plateau. Between Oct. 2010 and Aug. 2011, we organized an expedition team composed of members from Hunan Normal University, the South China Institute of Endangered Animals, and the Chinese Academy of Forestry Sciences. A comprehensive investigation of avian resources within the QNNR was conducted with belt transect surveys, interviews and literature searches. Thirty-three belt transects were designed based on the principles of prioritizing species, accessibility and habitat representation, resulting in a total length of 353.4 km and the total area of 800 km², covering 2.45% of the total area of the QNNR.

Our expedition found 342 avian species, including 218 permanent residents, 67 summer residents, 43 winter residents, and 14 accident visitors, in the QNNR. Among them, 8 and 31 species are listed on China's National Protected Animals List Class I and Class II, respectively. The avifauna of the QNNR has a highly mixed composition of faunal distribution types, with 132 Oriental Realm species, 156 Palaearctic Realm species, 54 Cosmopolitan species, and 19 endemic species. The total diversity and evenness indices are 2.4340 and 0.4371, respectively. Our findings also suggested distinct avifaunal communities inhabiting the south and north slopes of the Himalayas, with only 20 species found in both slopes. Forest birds dominate in the south slopes, and 67% of these species are of the Oriental Realm element. A clear vertical zoning in community structures was also found in the south slopes. By contrast, on the north slopes, wetland and desert birds dominate the avifaunal community, and 77% of these species are of Palaearctic elements. The avifaunal spatial distribution in the north slopes are mosaic, instead of vertical zoning. The diversity and evenness indices are 3.3983 and 0.6396 in the south slopes, 1.8751 and 0.4199 in the north slopes. Overall, the avifauna between the south and north slopes in the QNNR are significantly different, with only 15.30% shared in both slopes.

Key Words: bird; community structure; biodiversity; Nature Reserve; Mt. Qomolangma; Tibet

珠穆朗玛峰(简称“珠峰”)国家级自然保护区(简称“保护区”)是世界上海拔最高的自然保护区,不仅保护着世界上独一无二的极高山生态系统,而且还是亚洲大陆高山鸟类的发源地^[1]。

鸟类是生态系统中重要成员之一,其群落结构与数量分布变化是测度生态系统状态的重要指标。解放前,由于历史和地理上的原因,我国没有组织西藏鸟类研究与调查的历史记录。相反,最早进入西藏进行鸟类研究的主要是国外学者,其工作主要集中在采集标本、分类与地理分布研究方面^[2-4]。西藏和平解放后,针对西藏自治区的野生动物资源,新中国组织了多次考察和采集工作,其中只有两次考察比较全面地涉及到现珠峰保护区范围:第一次是1960年—1967年,由中国科学院组织的综合科学考察,第二次是1987年—1990年,由自治区林业局等多家单位实施的西藏珍稀野生动物考察^[5]。尽管珠峰地区的地理条件相当复杂、气候条件恶劣,野外工作难度极大,但这些研究还是取得了一些开拓性的成果:1972年,Vaurie在《Tibet and It's Birds》中描述了采自珠峰地区的鸟类标本^[6];1974年,钱燕文等在珠峰地区科考报告中对1966—1968年间鸟类考察资料进行了总结以及区系和垂直分布分析^[7];1982年,王祖祥通过实地考察、研究西藏鸟类标本、并综合有关文献,记录喜马拉雅山地区繁殖鸟18目,43科,289种,并作了鸟类区系及垂直分布分析^[8]。关于珠峰保护区鸟类的群落结构与多样性研究,国内外尚无报道。

随着经济建设的发展,珠峰地区受人类活动的影响日益加剧,环境和气候都发生了变化^[9,10],作为全球敏感地区,其变化的趋势与影响备受世人瞩目。为了进一步摸清珠峰保护区的鸟类资源现状与动态变化,为保护区的科学管理、综合科学研究以及青藏高原的环境质量监测提供依据,2010年10月至2011年8月,受珠峰保护区的委托,由华南濒危动物研究所牵头,邀请中国林科院、湖南师大成立联合考察组,对珠峰国家级自然

保护区的野生动物资源进行了深入细致而广泛的野外考察,并针对保护区鸟类群落结构与多样性作了专题调查研究。

1 自然状况

珠峰保护区位于西藏自治区西南隅,与尼泊尔联邦民主共和国交界,北纬 $27^{\circ}48'—29^{\circ}19'$,东经 $84^{\circ}27'—88^{\circ}00'$ 。行政上隶属定结、定日、聂拉木、吉隆四县;面积 32681.53 km^2 ,约占自治区总面积的 2.6% ;居民约 59237 人,约占自治区总人口的 2% [7,11]。

西藏境内 8000 m 以上的山峰有 11 座,其中 5 座(珠穆朗玛峰、洛子峰、马卡鲁峰、卓奥友峰、希夏帮马峰)坐落在保护区内,因此珠峰地区被誉为除南极、北极之外的“地球第三极”;由于海拔、纬度、地势的关系,保护区大致上可以沿希夏帮马峰—卓奥友峰—珠穆朗玛峰—马卡鲁峰一线分为南坡和北坡。由于受喜马拉雅山脉的阻隔,印度洋季风难以逾越,使得北坡和南坡呈现出两种截然不同的生态景观:南坡多南北走向河谷,坡谷陡峭,山脊与谷底的相对高差达 $1000—7000 \text{ m}$ 以上(海拔从 $1440—8848 \text{ m}$)。空气含氧量较北坡为高,因受印度洋暖湿气流影响,气候较为温暖湿润,昼夜温差较小,占全区面积的 14.18% ;北坡则印度洋暖湿气流难以到达,加之地势较高而平坦,海拔均在 4000 m 以上,气候较为寒冷干旱,昼夜温差大,空气含氧量较低,朋曲河谷东西贯穿北坡腹地,生态系统结构较为简单,占全区面积的 85.82% 。巨大的海拔落差,使得该区拥有我国从南到北的各种气候类型,生态系统结构复杂,垂直分带极其明显。原始的高山森林与荒漠河谷、异常丰富的生物多样性、独特的自然条件和社会习俗为该区的动物保护营造了良好的自然与社会环境 [12]。

2 调查与统计方法

2.1 样线法

为了较为全面地体现珠峰保护区鸟类资源的现状,鉴于保护区地域辽阔,许多地方地形复杂,或被视为“生命禁区”的无人区,调查难度极大,加上调查时间有限,根据物种优先、交通方便、生境具有代表性的原则,全区选取了 33 条样线,样线长度达 353.4 km ,覆盖面积约 260 km^2 ,加上在转换调查区域路途经过或休整时考察的样线之外的调查面积,总面积达 800 km^2 ,占保护区总面积的 2.45% 。

在南坡林区及灌丛等视野不开阔地带,采取徒步样线调查,速度一般为每小时 $1—2 \text{ km}$;本次主要在定结县陈塘乡的嘎玛沟、定日县绒辖乡的绒辖沟、吉隆县的吉隆沟和聂拉木县的樟木镇 4 个区域内进行调查。在北坡荒漠、草原、开阔河谷等地带,采取驾车样线调查,速度一般为每小时 20 km 左右;主要调查了定结湖、多布扎湖、叶如藏布、拉吉河、朋曲河、定日盆地、佩枯措、浪强措、丁母措、色龙、琐作盆地、加雄河谷、曼曲河谷以及乡镇周边的一些农田、草地。

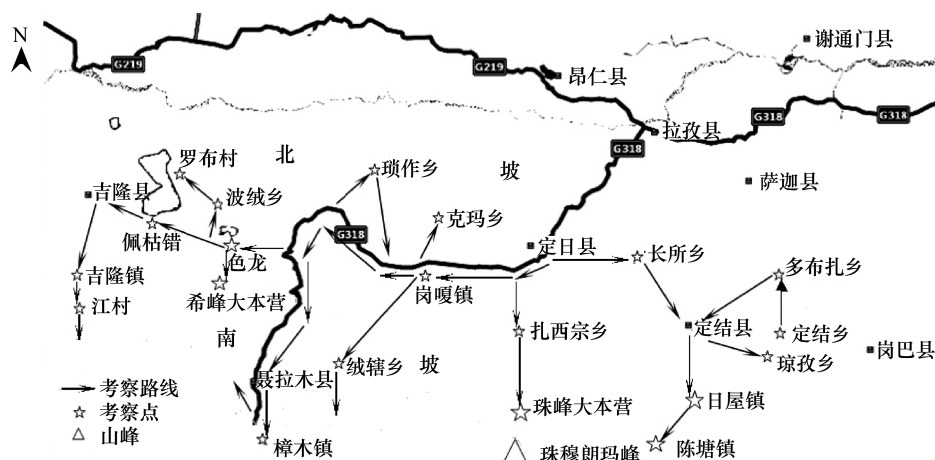


图1 珠穆朗玛峰国家级自然保护区调查路线示意图

Fig. 1 The sketch map of the survey lines in the QNNR

2.2 直接计数法

在湖泊、开阔河谷、农地等物种分布比较集中生境中进行逐个直接计数,并借助照片、录像资料予以修正。

2.3 统计方法

多样性指数(Shannon 指数): $H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$, 式中 p_i 表示某物种在统计区域内的百分率。

均匀指数(Pielou 指数): $J' = H'/H_{\max}$, 式中, $H_{\max}$ 为总物种数的自然对数。

优势度指数(Simpson 指数): $D = \sum_{i=1}^n p_i^2$ 。

相似百分率: $S = \frac{2c}{a+b} (100)$ 。式中 a 、 b 分别代表 a 、 b 生境中的鸟类种数; c 代表 a 、 b 生境中共有的鸟类种数。

优势种:依据鸟类频率指数公式 $RB = (d/D) \times (n/D)$, 式中 d 为遇见该鸟的天数; D 为野外调查天数; n 为遇见该鸟的总数量, RB 大于 10 的鸟种为优势种。

以上统计数据均用 Excel 软件进行处理。

3 结果与分析

3.1 群落结构

本次野外调查记录到保护区鸟类 17752 只, 属 18 目, 57 科, 261 种, 南坡记录到 3292 只, 属 13 目, 44 科, 202 种; 北坡记录到 14460 只, 属 13 目, 33 科, 86 种; 通过文献查阅获鸟类 16 目, 35 科, 81 种^[6-8, 12-19], 共记录鸟类 18 目、58 科、342 种, 占目前西藏自治区全区鸟类种数(488 种)^[5] 的 70%, 超过 1982 年王祖祥统计的整个喜马拉雅地区鸟类种数(289 种)^[8] 53 种。其中留鸟 218 种, 夏候鸟 67 种, 冬候鸟 43 种, 旅鸟或迷鸟 14 种^[20]。

其中, 国家 I 级保护的物种有 8 种^[21-22], 即: 玉带海雕 (*Haliaeetus leucoryphus*)、白尾海雕 (*Haliaeetus albicilla*)、金雕 (*Aquila chrysaetos*)、胡兀鹫 (*Gypaetus barbatus*)、红胸角雉 (*Tragopan satyra*)、灰腹角雉 (*Tragopan blythii*)、棕尾虹雉 (*Lophophorus impejanus*) 和黑颈鹤 (*Grus nigricollis*), 国家 II 级保护动物 31 种。

列入 CITES 附录 I 的有 2 种: 棕尾虹雉 (*Lophophorus impejanus*) 和黑颈鹤 (*Grus nigricollis*); 列入 CITES 附录 II 的鸟类有 17 种。

列入 IUCN 名录的鸟种有 18 种。属濒危等级 (EN) 1 种: 猎隼 (*Falco cherrug*); 属近危等级 (NT) 8 种: 秃鹫 (*Aegypius monachus*)、白尾海雕、白眼潜鸭 (*Aythya nyroca*)、红腹角雉 (*Tragopan temminckii*)、红胸角雉、长嘴剑鸻 (*Charadrius placidus*)、黄腰响蜜鸫 (*Indicator xanthonotus*)、灰头鸫 (*Turdus rubrocanus*)。

3.2 空间分布格局

鸟类的群落结构与栖息地的气候、地形、地势及相关的植被类型密切相关, 即生态系统的多样性决定了鸟类群落结构的多样性。根据保护区内鸟类的分布、植被状况和地形气候特点, 大致上可将保护区的鸟类群落划分为北坡和南坡两大群落, 6 种生态类型。北坡: 荒漠、湿地-农田; 南坡: 灌丛-草甸; 针叶林、针阔混交林、阔叶林, 南、北坡均有记录的鸟类共 20 种, 其群落结构相似性为 15.3%, 差异显著。群落结构各有其自身的物种分布特征, 又有一定程度的相似性, 空间距离较近或相邻群落物种相似程度较高, 如针阔混交林与阔叶林群落, 物种相似百分率达 51.80%; 空间距离较远的群落物种相似程度较低, 如荒漠与阔叶林群落, 物种相似百分率仅 6.00% (表 1)。

3.2.1 荒漠群落

海拔 4800 m 至雪线以下, 气候干燥、酷冷, 空气稀薄; 地表绝大部分为石砾荒漠、冰川、溪流, 还有少许村落、农田夹杂其间, 主要包括珠峰大本营、卓奥友峰、希夏邦马峰大本营附近地域, 局部有少量有植被, 以苔草 (*Carex atrata*)、小蒿草 (*Kobresia pygmaea*) 为主。

表 1 珠峰保护区鸟类群落结构相似性比较

Table 1 The avifauna community similarities between different habitats in the QNNR

	荒漠 Desert	湿地-农田 Wetland and cropland	灌丛-草甸 Shrub and meadow	针叶林 Coniferous forest	针阔混交林 Mixedbroadleaf- coniferforest	阔叶林 Broadleaf forest
荒漠 Desert	—	16	4	4	5	3
湿地-农田 Wetland and croplan	32.32	—	3	4	13	12
灌丛-草甸 Shrub and meadow	22.22	6.90	—	3	4	4
针叶林 Coniferous forest	15.09	7.69	14.63	—	14	11
针阔混交林 Mixedbroadleaf-coniferforest	8.77	15.76	7.84	23.53	—	43
阔叶林 Broadleaf forest	6.00	15.89	9.09	20.95	51.80	—

对角线上方为共同分布物种数,对角线下方为相似百分率

共记录 4 目 10 科 23 种,东洋界 1 种,古北界 19 种,广布种 3 种。

代表种类:藏雪鸡(*Tetraogallus tibetanus*)、岩鸽(*Columba rupestris*)、地山雀(*Pseudopodoces humilis*)、角百灵(*Eremophila alpestris*)、红嘴山鸦(*Pyrhcorax pyrrhcorax*)、棕颈雪雀(*Pyrgilauda ruficollis*)等。

优势种:角百灵、红嘴山鸦、岩鸽。

3.2.2 湿地-农田群落

海拔 4000—4500 m 之间,气候寒冷、干燥,实测昼夜温差可达 30 ℃ (−9—21 ℃,2011 年 5 月 10 日),地势较为平坦,多大风;主要包括保护区北坡朋曲河流域及周边草地、农田。农作物主要为青稞和小麦,植被以紫花针茅(*Stipa purpurea*)、藏沙蒿(*Artemisia wellbyi*)、藏白蒿(*Artemisia younghusbandi*)、三角草(*Trikeriaia hookeri*)、青藏苔草(*Carex moorcroftii*)、芨芨草(*Lasiagrostis*)等为主。

共记录 13 目 30 科 75 种。东洋界 3 种,古北界 55 种,广布种 17。

代表种类:黑颈鹤、斑头雁(*Anser indicus*)、赤麻鸭(*Tadorna ferruginea*)、高原山鹑(*Perdix hodgsoniae*)等。

优势种:斑头雁、赤麻鸭、黑颈鹤。

3.2.3 灌丛-草甸群落

海拔 4000—4800 m 之间,包括日屋至曲雪唐嘎一带,绒辖沟达仓村附近地域。植被以西伯利亚刺柏(*Juniperus sibirica*)、杜鹃(*Rhododendron* spp.)、锦鸡儿(*Caragana jubata*)、高山嵩草(*Kabresta pygmaea*)、针茅(*Stipa purpurea*)等为主。

共记录 3 目 11 科 12 种。东洋界 2 种,古北界 7 种,广布种 3 种。

代表种类:黄嘴山鸦(*Pyrhcorax graculus*)、白眉朱雀(*Carpodacus thura*)。

优势种:黄嘴山鸦。

3.2.4 针叶林群落

海拔 3500—4000 m 之间。包括樟木镇德庆堂、绒辖乡至达仓村一带。植被以乔松(*Pinus griffithii*)、霸王鞭(*Euphorbia royleana*)、喜马拉雅冷杉(*Abies spectabilis*)、长叶松(*Pinus roxburghii*)、长叶云杉(*Picea smithiana*)为主。

共记录 3 目 14 科 29 种。东洋界 12 种,古北界 11 种,广布种 6 种。

代表种:普通朱雀(*Carpodacus erythrinus*)、高山金翅[雀](*Carduelis spinoides*)、黑顶噪鹛(*Garrulax affinis*)、棕臀凤鹛(*Yuhina occipitalis*)、褐冠山雀(*Parus dichrous*)、红头[长尾]山雀(*Aegithalos concinnus*)。

优势种:普通朱雀、黑顶噪鹛。

3.2.5 针阔混交林群落

海拔 3000—3500 m 之间。包括绒辖乡政府以下、樟木镇立新村以上林区及樟木镇至德庆堂河谷边缘、吉隆沟江村、吉布峡谷一带。植被有乔松、喜马拉雅冷杉、长叶松、长叶云杉、高山栎(*Quercus semecarpifolia*)、糙皮桦(*Betula utilis*)、杜鹃(*Rhododendron* spp)等。

共记录 7 目 30 科 90 种。东洋界 53 种。古北界 26 种。广布种 11 种。

代表种:高山兀鹫 (*Gyps himalayensis*)、雪鸽 (*Columba leuconota*)、点斑林鸽 (*Columba hodgsonii*)、鹰鹃 (*Cuculus sparveroides*)、白颈鸫 (*Turdus albocinctus*)、煤山雀 (*Parus ater*)、火尾太阳鸟 (*Aethopyga ignicauda*) 等。

除烟腹毛脚燕 (*Delichon dasypus*) 因营巢区处在样线上,记录数量较多外,其他种类优势度不明显。

3.2.6 阔叶林群落

海拔在 2000—3000 m 之间。包括陈塘乡嘎玛沟、樟木镇雪布岗立新村以下区域、吉隆沟江村至热索桥一带。植被以高山栎、栲 (*Castanopsis* spp)、柯 (*Lihocarpos* spp) 为主。

共记录 6 目 25 科 76 种。东洋界 42 种,古北界 22 种,广布种 12 种。

代表种:黑鹇 (*Lophura leucomelanos*)、紫林鸽 (*Columba punicea*)、大嘴乌鸦 (*Corvus macrorhynchos*)、短嘴山椒鸟 (*Pericrocotus brevirostris*)、黄腹柳莺 (*Phylloscopus affinis*)、红头噪鹛 (*Garrulax erythrocephalus*)、黑顶奇鹛 (*Heterophasia capistrata*)、黄颈凤鹛 (*Yuhina flavicollis*)、紫啸鸫 (*Myophonus caeruleus*)、红腹旋木雀 (*Certhia nipalensis*)、黑胸太阳鸟 (*Aethopyga saturata*) 等。

优势种:大嘴乌鸦、黄腹柳莺、黑顶奇鹛、黄颈凤鹛。

3.3 区系分析

在动物地理区划上,珠峰保护区鸟类以古北界鸟类为主,156 种,占 46%;东洋界鸟类 132 种,占 38%;广布种 54 种,占 16%^[23-24]。其中,黑颈鹤、藏雪鸡、高原山鹑、红胸角雉、灰腹角雉、棕尾虹雉、黑鹇、西藏毛腿沙鸡 (*Syrrhaptes tibetanus*)、长嘴百灵 (*Melanocorypha maxima*)、地山雀、棕色林鸫 (*Erithacus hyperythrus*)、鹁岩鹛 (*Prunella rubeculoides*)、红腹旋木雀、白腰雪雀 (*Onychostruthus taczanowskii*)、褐翅雪雀 (*Montifringilla adamsi*)、棕颈雪雀、棕背雪雀 (*Montifringilla blanfordi*)、玫红眉朱雀 (*Carpodacus rhodochrous*)、红头灰雀 (*Pyrhulla erythrocephala*) 等 19 种为青藏高原特有种,喜马拉雅山脉是他们分布的最南缘。

郑作新先生等曾将西藏鸟类区划分为两个 I 级区(青藏区和西南区)、3 个 II 级区(羌塘高原亚区、青海藏南亚区和西南山地亚区)、6 个 III 级区(羌塘高原小区、藏东山地小区、藏南山地小区、波密察隅小区、墨脱吉隆小区、丹龙达旺小区)。北坡属于古北界、青藏区、青海藏南亚区、藏南山地小区;南坡属于东洋界、西南区、西南山地亚区、墨脱吉隆小区^[5]。本次调查及区系分析结果显示:北坡及南坡高海拔地域包括荒漠、湿地-农田、灌木-草甸群落类型,古北界种类占 77%,而东洋界成分极少,不到 4%,富有青藏高原特色,属古北界;南坡自针叶林带以下低海拔地域,东洋界成分占 67%,古北界仅占 22%,属东洋界,这种状况与上述结论相吻合。

表 2 珠峰保护区不同生境鸟类群落(物种数)区系结构(百分数)比较

区系成分 Avifauna	群落类型 Community type					
	荒漠 Desert	湿地农田 Wetland and Cropland	灌丛草甸 Shrub and Meadow	针叶林 Coniferous forest	针阔混交林 Mixedbroadleaf- conferforest	阔叶林 Broadleaf forest
东洋界 Oriental Realm	1(4%)	3(4%)	2(17%)	12(41%)	53(59%)	42(55%)
古北界 Palaearctic Realm	19(83%)	55(73%)	7(58%)	11(38%)	26(29%)	22(29%)
广布种 Cosmopolitan species	3(13%)	17(23%)	3(25%)	6(21%)	11(12%)	12(16%)

3.4 多样性分析

根据样线调查的数据统计,珠峰保护区鸟类多样性指数为 2.4340,密度 89 只/km²。南坡鸟类多样性指数为 3.3983,密度 189 只/km²;北坡鸟类多样性指数为 1.8751,密度 275 只/km²;南坡的鸟类多样性明显高于北坡,但密度小于北坡;南坡的海拔跨度大,面积小,小气候类型多样,生境复杂,物种数多,但种群数量小,为 244 种 3292 只,多样性指数、均匀度指数较高,而优势度指数较低;北坡地势平坦,面积大,海拔跨度小,小气候相对单一,生境也较简单,物种数量少,但种群数量大,为 128 种 14460 只,多样性指数、均匀度指数较低,而优势度指数较高。

表 3 珠峰保护区不同生境鸟类群落多样性指数对比

Table 3 Community diversity indices of different habitats in the QNNR

生境类型 Habitat type	物种数 Numbers of species	特有种 Numbers of endemics	优势度(<i>D</i>) Simpson index	均匀度(<i>J'</i>) Pielou index	密度/(只/km ²) Density	多样性(<i>H'</i>) Shannon index
荒漠 Desert	23	4	0.2423	0.5512	134	1.7284
湿地-农田 Wetland-cropland	75	8	0.3876	0.3823	317	1.6507
灌丛-草甸 Shrub-meadow	12	0	0.2271	0.7768	132	1.9304
针叶林 Coniferous forest	29	0	0.0926	0.8143	87	2.7420
针阔混交林 Mixedbroadleaf- coniferforest	90	2	0.1432	0.6966	211	3.1343
阔叶林 Broadleaf forest	76	3	0.1150	0.69586	231	3.01359

本表数据依据本次野外调查数据统计结果,不包含文献数据

4 讨论

4.1 珠峰保护区鸟类群落结构特点

物种丰富,特有种多,多样性指数高。珠峰保护区几乎具有全国除海洋以外的其他生态类型,这是国内其他任何保护区无法比拟的;珠峰保护区面积只有西藏自治区总面积的 2.6%,其鸟类种数却占全自治区的 70%,占全国鸟类种数的 25%;西藏鸟类有 22 种特有种,保护区内分布有其中 19 种,占 86%。根据目前的报道来看,在全国范围内比较而言,珠峰保护区的鸟类多样性指数(3.3983)都是比较高的,如广东省南岭 3.171,吉林长白山 2.025,湖南壶瓶山 1.846^[25],宁夏沙坡头 2.860^[26]。

南北坡差异显著,垂直分带明显,鸟类群落空间格局和时间格局随着季节的变化而变化。此次调查发现,保护区内大多数鸟类有明显的垂直迁徙现象。北坡的湿地水禽,如黑颈鹤、斑头雁、赤麻鸭、小鸊鷉等,越冬时可下到海拔 3000—4000 m 的日喀则附近的雅鲁藏布江流域,夏天繁殖时又回到海拔 4000—5000 m 的朋曲河流域;南坡的森林鸟类如太阳鸟、雉鸡类等夏季可以上升到海拔 4000 m 左右的针叶林带,冬季则退缩至海拔 2000 m 左右的阔叶林区。

显然,气候的更替引起了植被状况的改变,同时也带来了鸟类食物资源与隐蔽条件的变化,从而导致鸟类的垂直迁徙现象。因此,在同一个栖息地的不同时间段,鸟类的群落结构会相应发生变化,这种现象在许多高山地区都存在。但是,作为世界上海拔最高的保护区,珠峰保护区内海拔高差可达 7000 m,鸟类的垂直迁徙现象显得尤为突出,但本次调查受时间所限,得到的数据尚不全面且无可比较,因此,其群落的时间格局特征值得深入研究。

4.2 珠峰地区古北界与东洋界的过渡带可能处在山地针叶林带

珠峰保护区处在古北界和东洋界结合部,南坡中上部高海拔地带以及北坡属古北界,下部属东洋界,王祖祥等^[8]倾向于将海拔 3000 m 左右的山地针阔混交林带作为两界的过渡地带。从表 2 的分析结果来看,东洋界成分随着海拔高度的上升而减少,古北界成分随着海拔高度的下降而减少,而在针叶林带时接近 1:1 (41:38),故推测其分界线大致在海拔 3500—4000 m 之间的针叶林带。

4.3 物种的分布与数量正在发生改变

据中国科学院 20 世纪 60 年代考察,珠峰地区南坡鸟类 134 种,北坡 53 种^[7];80 年代的整个喜马拉雅山脉的统计结果^[8]为南坡 248 种,北坡为 126 种;本次珠峰保护区的调查结果显示为南坡 244 种,北坡 128 种。虽然统计范围大小不一,但鸟类的种类与数量明显呈上升趋势。据《西藏鸟类志》记载,20 世纪 70 年代,黑颈鹤的数量较少,“在每一平坦的高原沼泽地区(约 50 至 60km² 的面积)只能见到有一、二只。”而此次调查发现仅在保护区北坡就记录到 240 只,密度为 6 只/km²,可见其数量比 20 个世纪有大幅度增加。

近来的研究表明,珠峰正以每年约 10 mm 的速度抬升^[27],该地区的气候也正在变暖^[28],冰川退缩^[29],从整体上看,南坡的植被覆盖呈上升趋势,北坡的湿地与草原则呈现退化趋势^[9],2000—2008 年间,北坡的湿地面积也退化了 71.3 km²^[30]。地质变迁、气候变化、人类活动对珠峰保护区的自然环境以及栖息在其中的鸟类

种群的影响如何,将是具有重大理论意义和现实意义的课题。

4.4 黑颈鹤的繁殖种群与越冬种群

黑颈鹤是国家一级保护鸟类,青藏高原的特有种、繁殖鸟,有迁徙习性,夏季可分布到海拔 5000 m 左右的湿地及周边农田,冬季大多数迁徙至海拔 3000—4000 m 的湿地及周边草地、农田越冬。而保护区内朋曲河谷的黑颈鹤,其越冬、繁殖情况在此次调查中均被记录,此现象在当地访问调查中也得到了证实。越冬者和繁殖者是否属于不同种群?还是因为受气候变暖或湿地周边开垦为农田而为其越冬提供了充足的食物影响,部分个体已开始适应高寒环境不再迁徙?有待进一步研究核实。

4.5 珠峰保护区内存在斑头雁越冬种群

斑头雁在西藏繁殖,繁殖期在 5—8 月。据《西藏鸟类志》记载:“冬季的斑头雁向南迁徙到印度、尼泊尔低海拔的湖泊越冬。”而此次调查发现:2011 年 1 月 12 日,在海拔 3944 m 的定结县城边的叶如藏布一带冰面和草滩上,发现 7 个群体觅食或休息,大群体 400 只,小群体也有 29 只,共有 1748 只。可见部分群体很可能就在这一带越冬。

4.6 建议

珠峰保护区是全球性的热点地区与敏感地区,蕴含着极其丰富和独特的物种资源,具有巨大的保护价值。由于面积大,地形及生态环境极为复杂多样,而且不少地方是人类很难涉足的区域或被称为“生命禁区”的雪峰、冰川地带,调查难度极大,短时间内难以将该区的鸟类资源及其动态调查清楚。本次调查虽然时跨 2a,但也只能选择一些代表性的区域,因而只能是阶段性的、粗略的、不太全面的结果。因此加大基础设施建设和人力资源建设投入力度,建立长期、稳定而有效的珠峰保护区物种监测机制很有必要。

致谢:西藏林业厅野外保护处与珠峰保护区管理局给予大力支持,宗嘎处长、嘎玛局长、多吉主任悉心指导,拉巴科长、普布、索伦、次桑分局长亲自参与并为本次考察工作安全、顺利地进行给予保障,特此致谢。

References:

- [1] Козлова Е В. Авифауна Тибетского нагорья, ее родственные связи и история. 1953, 5(1): 25-30.
- [2] Li L X. History of birds surveys in Qinghai-Tibetan Plateau//China Ornithological Society, et al. Studies on Chinese Ornithology. Beijing: China Forestry Publishing House, 1996: 11-18.
- [3] Liu W L. Protection and utilization of wild animal in Tibet plateau in human history. Journal of Tibet University, 1993, 8(1): 46-49.
- [4] Luo G H. Studies on china's fauna and flora by the west during 1840—1949. China Historical Materials of Science and Technology, 1998, 19(4): 11-11.
- [5] Yin B G, Liu W L. Tibet rare wild animal protection. Beijing: China Forestry Publishing House, 1992.
- [6] Vaurie C. Tibet and Its Birds. 1-344 H. London: Witherby Limited, 1972.
- [7] The comprehensive scientific expedition to Xizang, Academia Sinica, Scientific survey of Mount Qomolangma Region- Biological and alpine geography. Beijing: Science Press, 1974: 1-74.
- [8] Wang Z X. On the vertical distribution of birds in himalayan region. Zoological Research. 1982, 3(Suppl 2): 252-292.
- [9] Ma F, Li J J, Peng P H, Gao Z Y, Han A K. Vegetation changes on southern and northern slopes of the Mt. Qomolangma national nature reserve. Progress in Geography, 2010, 29(11): 1427-1432.
- [10] Yang X C, Zhang Y L, Zhang W, Yang Y P, Wang Z F, Ding M J, Chu D. Climate change in Mt. Qomolangma region in china during the last 34 years. Acta Geographica Sinica, 2006, 61(7): 687-687.
- [11] Li B S. A preliminary evaluation of the mount Qomolangma nature reserve. Journal of Natural Resources, 1993, 8(2): 97-103.
- [12] Li D H, Wang Z X, Jiang Z H. Studies on the birds of southeastern Xizang, with notes on their vertical distribution. Acta Zoologica Sinica, 1978, 24(3): 231-250.
- [13] Kinnear N B, M B O U. On the Birds collected by Mr A F R. Wollaston during the First Mt. Everest Expedition, Ibis, 1922: 495-526.
- [14] Frank L M B O M. Birds of the Gyantse Neighbourhood, Southern Tibet. Ibis, 1927, 69(3): 644-659.
- [15] Ali S, Ripley S D. Handbook of the Birds of India and Pakistan, Together with Those of Nepal, Sikkim, Bhutan, Ceylon. London: Oxford University Press, 1969-1973, vol5-7.
- [16] Bailey F M. Notes from southern Tibet. Bombay Natural History Society, 1915, 24(1): 72-78.
- [17] The comprehensive scientific expedition to Qinghai-Xizang plateau, Academia Sinica. The avifauna of Xizang. Beijing: Science Press, 1983.

- [18] Cao Q K, Cao J H, Li D H, Wang Z X. New records of subspecies of Chinese birds from Xizang. *Current Zoology*, 1977, 23(3): 336-336.
- [19] Deng Z X, Jiang Z H, Wang Z Y, Wang Z X, Li D H. New records of Chinese birds from Xizang (Tibet). *Acta Zoologica Sinica*, 1980, 26(3): 286-287.
- [20] Zheng G M. A checklist on the classification and distribution of the birds of China(second edition). Beijing: Science Press, 2011.
- [21] John, MacKinnon, Karen Phillipps, He F Q. A field guide to the birds of China. Changsha: Hunan Educational Publishing House, 2000.
- [22] Zheng G M, Wang Q S. China red data book of endangered animals-Aves. Beijing: Science Press, 1998.
- [23] Hang F L, Chang J C. A Handbook of names of the birds in China. Beijing: Press, 1997.
- [24] Zhang R Z. Zoogeography of China. Beijing: Science Press, 1999: 81-167.
- [25] Xu J, Zou P Z, Wen C Y, Chen J R. Studies on birds' community structure in Chebaling national nature Eserves. Supplement to the Journal of Sun Yatsen University, 2022, 22(3): 229-235.
- [26] Huang Z H, Liu Y F, Long J, Cong P H, Liu R G. Community structure of summer bird in Shapotou nature reserve, Ningxia. *Journal of Jingtangshan University: Natural Science*, 2006, 27(4): 5-8.
- [27] Gao D Y. Scientific expedition in the region of mount Qomolangma (the mount Everest). *Nature Magazine*, 2005, 27(4): 213-217.
- [28] NieY, Zhang Y L, Liu L S, Zhang J P. Glacial change in the vicinity of Mt. Qomolangma (Everest), central high Himalayas since 1976. *Journal of Geographical Sciences*, 2010, 20(5): 667-686.
- [29] Yang X C, Zhang Y L, Zhang W, Yan Y P, Wang Z F, Ding M J, Chu D. Climate change in Mt. Qomolangma region in china during the last 34 years. *Acta Geographica Sinica*, 2006, 61(7): 687-696.
- [30] Li G Q, Hang A K, Wang X B, Li G M, Gao Z Y, Wang H, Yong Z. Distribution of degraded wetlands and their influence factors in Qomolangma national nature reserve. *Wetland Science*, 2010, 8(2): 110-113.

参考文献:

- [1] E B 柯是洛夫. 西藏高原的鸟类分布及其类缘关系和历史. *动物学报*, 1953, 5(1): 25-30.
- [2] 李来兴. 青藏高原鸟类学普查近代史略 // 中国鸟类学会等. 中国鸟类学研究. 北京: 中国林业出版社, 1996: 11-18.
- [3] 刘务林. 西藏高原人类保护利用野生动物简史. *西藏大学学报*, 1993, 8(1): 46-50.
- [4] 罗桂环. 近代西方对中国生物的研究. *中国科技史料*, 1998, 19(4): 11-11.
- [5] 尹秉高, 刘务林. 西藏珍稀野生动物与保护. 北京: 中国林业出版社, 1992.
- [7] 中国科学院西藏科学考察队. 珠穆朗玛峰地区科学考察报告——生物与高山地理. 科学出版社, 1974.
- [8] 王祖祥. 喜马拉雅地区鸟类区系及其垂直分布. *动物学研究*, 1982, 3(Suppl 2): 252-292.
- [9] 马飞, 李景吉, 彭培好, 高志勇, 阚媛珂. 珠穆朗玛峰国家级自然保护区南北坡植被覆盖变化. *地理科学进展*, 2010, 29(11): 1427-1432.
- [10] 杨续超, 张德锂, 张玮, 阎宇平, 王兆锋, 丁明军, 除多. 珠穆朗玛峰地区近 34 年来气候变化. *地理学报*, 2006, 61(7): 687-687.
- [11] 李渤生. 珠穆朗玛峰自然保护区的初步评价. *自然资源学报*, 1993, 8(2): 97-103.
- [12] 李德浩、王祖祥、江智华. 西藏东南部地区的鸟类. *动物学报*, 1978, 24(3): 231-250.
- [17] 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 西藏鸟类志. 北京: 科学出版社, 1983.
- [18] 蔡其侃、曹俊和、李德浩, 王祖祥. 西藏鸟类的国内亚种新纪录. *动物学报*, 1977, 23(3): 336-336.
- [19] 郑作新, 江智华, 王子玉, 王祖祥, 李德浩. 西藏鸟类的国内新纪录. *动物学报*, 1980, 26(3): 286-287.
- [20] 郑光美. 中国鸟类分类与分布名录 (第二版). 北京: 科学出版社, 2011.
- [21] 约翰. 马敬能, 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.
- [22] 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.
- [23] 杭馥兰、常家传. 中国鸟类名称手册. 北京: 中国林业出版社, 1997.
- [24] 张荣祖. 中国动物地理. 北京: 科学出版社, 1999.
- [25] 徐剑, 邹佩贞, 温彩艳, 陈建荣. 车八岭国家级自然保护区鸟类群落结构研究. *中山大学学报论丛*, 2022, 22(3): 229-235.
- [26] 黄族豪, 刘迺发, 龙井, 丛培昊, 刘荣国. 宁夏沙坡头国家级自然保护区夏季鸟类群落结构. *井冈山学院学报: 自然科学版*, 2006, 27(4): 5-8.
- [27] 高登义. 珠穆朗玛峰科学考察. *自然杂志*, 2005, 27(4): 213-217.
- [29] 杨续超, 张德锂, 张玮, 阎宇平, 王兆锋, 丁明军, 除多. 珠穆朗玛峰地区近 34 年来气候变化. *地理学报*, 2006, 61(7): 687-696.
- [30] 李国庆, 阚媛珂, 王绪本, 李国明, 高志勇, 汪涵, 永忠. 珠穆朗玛峰国家级自然保护区退化湿地分布及影响因素研究. *湿地科学*, 2010, 8(2): 110-113.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 10 May, 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Special Topics in Soil and Water Conservation of County Changting, Fujian Province

- Spatiotemporal dynamics of the bare soil cover in the Hetian basinal area of County Changting, China, during the past 35 years XU Hanqiu (2946)
- Analysis of fractional vegetation cover change and its impact on thermal environment in the Hetian basinal area of County Changting, Fujian Province, China XU Hanqiu, HE Hui, HUANG Shaolin (2954)
- Dynamic of soil organic carbon pool after restoration of *Pinus massoniana* in eroded red soil area HE Shengjia, XIE Jinsheng, ZENG Hongda, et al (2964)
- RUSLE-based quantitative study on the soil erosion of the Hetian basin area in County Changting, Fujian Province, China YANG Ranran, XU Hanqiu, LIN Na, et al (2974)
- Land use changes in a reddish soil erosion region of Southern China: Hetian Basin, County Changting LIN Na, XU Hanqiu, HE Hui (2983)
- Remote-sensing estimate of the carbon storage of subtropical *Pinus massoniana* forest in the Hetian Basin of County Changting, China HUANG Shaolin, XU Hanqiu, LIN Na, et al (2992)
- Mutation of soil fertility quality in the red eroded area of southern China: A case study in Changting County, Fujian Province CHEN Zhiqiang, CHEN Zhibiao (3002)

Frontiers and Comprehensive Review

- The temperature dependence of soil organic matter decomposition and CO₂ efflux: a review SHEN Zhengtao, SHI Bin, WANG Baojun, et al (3011)
- Progress and prospects on cyanobacteria bloom-forming mechanism in lakes MA Jianrong, DENG Jianming, QIN Boqiang, et al (3020)

Autecology & Fundamentals

- Characteristics of concentrations and carbon isotope compositions of dissolved inorganic carbon in soil water under varying vegetations in karst watershed LIANG Xuan, WANG Zhijun, YUAN Daoxian, et al (3031)
- The traits of diapause development of overwinter eggs in *Rammeacris kiangsu* Tsai (Orthoptera: Arcypteridae) ZHU Daohong, CHEN Yanyan, ZHAO Qin (3039)
- Analysis of gamete compatibility between *Crassostrea hongkongensis* and *C. gigas* ZHANG Yuehuan, WANG Zhaoping, YAN Xiwu, et al (3047)

Population, Community and Ecosystem

- Avifaunal community structure and species diversity in the Mt. Qomolangma National Nature Reserve, Tibet, China WANG Bin, PENG Boyong, LI Jingjing, et al (3056)
- Impact of logging on carbon density of broadleaved-Korean pine mixed forests on Changbai Mountains QI Lin, YU Dapao, ZHOU Wangming, et al (3065)
- Community structure and species diversity of fish assemblage in the coastal waters of Jiaozhou Bay XU Binduo, ZENG Huihui, XUE Ying, et al (3074)
- Assessment of heavy metal contamination in the soil-plant system of the *Suaeda salsa* wetland in the Yellow River Estuary WANG Yaoping, BAI Junhong, XIAO Rong, et al (3083)
- The effects of different original state on grassland community restoration succession YANG Chen, WANG Wei, WANG Shiping, et al (3092)
- Effects of fertilization gradients on plant community structure and soil characteristics in alpine meadow WANG Changting, WANG Genxu, LIU Wei, et al (3103)
- Pattern-controlling mechanics of different age classes of *Stellera chamaejasme* population in degraded alpine grassland GAO Fuyuan, ZHAO Chengzhang (3114)

- Soil organic carbon pool at the western side of the sygera mountains, southeast Tibet, China MA Heping, GUO Qiqiang, LIU Heman, et al (3122)
- Correlation between foliar $\delta^{13}\text{C}$ and foliar trait factors of dominant species in *Castanopsis carlessii* forests in Lingshishan National Forest Park WANG Yingzi (3129)
- Influences of artificial *Kandelia obovata* mangrove forest rehabilitation on the macrobenthos in Ximen Island HUANG Li, CHEN Shaobo, CHOU Jianbiao, et al (3138)
- Responses of soil microbial properties in soil profile to typical vegetation pattern and slope in karst-cluster depression area FENG Shuzhen, SU Yirong, QIN Xinmin, et al (3148)
- Correlation among vegetation characteristics, temperature and moisture of alpine meadow in the Qinghai-Tibetan Plateau XU Manhou, XUE Xian (3158)
- Landscape, Regional and Global Ecology**
- The temporal and spatial variation of the value of ecosystem services of the Naoli River Basin ecosystem during the last 60 years ZHAO Liang, LIU Jiping, TIAN Xuezhi (3169)
- Sensitivity analysis of climate control in the Daisyworld model based on system dynamics CHEN Haibin, TANG Haiping (3177)
- Resource and Industrial Ecology**
- Analysis of key climatic factors influencing on seed cotton yield in cotton-wheat double cropping HAN Yingchun, WAN Guoping, FAN Zhengyi, et al (3185)
- The effect of low-covered sand-fixing forest belts on restoration of the soil and vegetation JIANG Lina, YANG Wenbin, LU Qi, et al (3192)
- Dissolution rate under soil in karst areas and the influencing factors of different land use patterns LAN Jiacheng, FU Wali, PENG Jingtao, et al (3205)
- Measuring external benefits of agricultural land preservation: an application of choice experiment in Wuhan, China CHEN Zhu, JU Dengping, ZHANG Anlu (3213)
- Research Notes**
- Effect of temperature and feeding frequency on asexual reproduction and polyp growth of the scyphozoan *Cyanea nozakii* Kishinouye SUN Ming, DONG Jing, CHAI Yu, LI Yulong (3222)
- The research on *Buteo hemilasius* nest-site selection on the west bank of Dalai Lake in Dalai Lake Natural Reserve ZHANG Honghai, WANG Ming, CHEN Lei, et al (3233)
- Estimating rodent density using infrared-triggered camera technology ZHANG Shusheng, BAO Yixin, WANG Yanni, et al (3241)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索自然奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 高玉葆

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 33 卷 第 10 期 (2013 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 10 (May, 2013)

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	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
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
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	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
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	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
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	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



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 90.00 元