

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第10期 Vol.31 No.10 **2011**

中国生态学学会
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 31 卷 第 10 期

2011 年 5 月 (半月刊)

目 次

大熊猫取食竹笋期间的昼夜活动节律和强度·····	张晋东, Vanessa HULL, 黄金燕, 等 (2655)
高枝假木贼的胎生萌发特性及其生态适应·····	韩建欣, 魏 岩, 严 成, 等 (2662)
准噶尔盆地典型地段植物群落及其与环境因子的关系 ·····	赵从举, 康慕谊, 雷加强 (2669)
喀斯特山地典型植被恢复过程中表土孢粉与植被的关系·····	郝秀东, 欧阳绪红, 谢世友, 等 (2678)
青藏高原高寒草甸土壤 CO ₂ 排放对模拟氮沉降的早期响应·····	朱天鸿, 程淑兰, 方华军, 等 (2687)
毛乌素沙地南缘沙漠化临界区域土壤水分和植被空间格局·····	邱开阳, 谢应忠, 许冬梅, 等 (2697)
雪灾后粤北山地常绿阔叶林优势树种幼苗更新动态·····	区余端, 苏志尧, 解丹丹, 等 (2708)
四川盆地四种柏木林分类型的水文效应·····	龚固堂, 陈俊华, 黎燕琼, 等 (2716)
平茬对半干旱黄土丘陵区柠条林地土壤水分的影响·····	李耀林, 郭忠升 (2727)
连栽杉木林林下植被生物量动态格局·····	杨 超, 田大伦, 胡日利, 等 (2737)
近 48a 华北区太阳辐射量时空格局的变化特征·····	杨建堂, 刘 勤, 严昌荣, 等 (2748)
中型景观尺度下杨树人工林林分特征对树干病害发生的影响——以河南省清丰县为例·····	王 静, 崔令军, 梁 军, 等 (2757)
耕作措施对冬小麦田杂草生物多样性及产量的影响·····	田欣欣, 薄存瑶, 李 丽, 等 (2768)
官山保护区白颈长尾雉栖息地适宜性评价·····	陈俊豪, 黄晓凤, 鲁长虎, 等 (2776)
花椒园节肢动物群落特征与气象因子的关系·····	高 鑫, 张晓明, 杨 洁, 等 (2788)
沙漠前沿不同植被恢复模式的生态服务功能差异·····	周志强, 黎 明, 侯建国, 等 (2797)
大豆出苗期和苗期对盐胁迫的响应及耐盐指标评价·····	张海波, 崔继哲, 曹甜甜, 等 (2805)
不同耐盐植物根际土壤盐分的动态变化·····	董利苹, 曹 靖, 李先婷, 等 (2813)
短期 NaCl 胁迫对不同小麦品种幼苗 K ⁺ 吸收和 Na ⁺ 、K ⁺ 积累的影响 ·····	王晓冬, 王 成, 马智宏, 等 (2822)
套袋微域环境对富士苹果果皮结构的影响·····	郝燕燕, 赵旗峰, 刘群龙, 等 (2831)
畜禽粪便施用对稻麦轮作土壤质量的影响·····	李江涛, 钟晓兰, 赵其国 (2837)
土霉素胁迫下拟南芥基因组 DNA 甲基化的 MSAP 分析·····	杜亚琼, 王子成, 李 霞 (2846)
甲藻孢囊在长山群岛海域表层沉积物中的分布·····	邵魁双, 巩 宁, 杨 青, 等 (2854)
湖南省城市群生态网络构建与优化 ·····	尹海伟, 孔繁花, 祈 毅, 等 (2863)
基于多智能体与元胞自动机的上海城市扩展动态模拟 ·····	全 泉, 田光进, 沙默泉 (2875)
城市道路绿化带“微峡谷效应”及其对非机动车道污染物浓度的影响 ···	李 萍, 王 松, 王亚英, 等 (2888)
专论与综述	
北冰洋微型浮游生物分布及其多样性·····	郭超颖, 王桂忠, 张 芳, 等 (2897)
种子微生物生态学研究进展 ·····	邹媛媛, 刘 洋, 王建华, 等 (2906)
条件价值评估的有效性与可靠性改善——理论、方法与应用·····	蔡志坚, 杜丽永, 蒋 瞻 (2915)
问题讨论	
中国生态学期刊现状分析 ·····	刘天星, 孔红梅, 段 靖 (2924)
研究简报	
四季竹耐盐能力的季节性差异·····	顾大彤, 郭子武, 李迎春, 等 (2932)
新疆乌恰泉地震前后泉水细菌群落的变化·····	杨红梅, 欧提库尔·玛合木提, 曾 军, 等 (2940)
两种猎物对南方小花蝽种群增长的影响及其对二斑叶螨的控害潜能 ·····	黄增玉, 黄林茂, 黄寿山 (2947)
学术信息与动态	
全球变化下的国际水文学研究进展: 特点与启示 ——2011 年欧洲地球科学联合会会员大会述评·····	卫 伟, 陈利顶 (2953)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 302 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 34 * 2011-05



封面图说: 藏酋猴 (*Macaca thibetana*) 属猴科 (*Cercopithecidae*) 猕猴属 (*Macaca*) 又名四川短尾猴、大青猴, 为我国特有灵长类之一, 被列为国家二级保护野生动物; 近年来, 由于人类活动加剧, 栖息环境恶化, 导致藏酋猴种群数量和分布日趋缩小; 本照片摄于四川卧龙国家级自然保护区 (拍摄时间: 2010 年 3 月)。

彩图提供: 中国科学院生态环境研究中心张晋东博士 E-mail: zhangjd224@163.com

喀斯特山地典型植被恢复过程中 表土孢粉与植被的关系

郝秀东¹, 欧阳绪红¹, 谢世友^{1,2,*}, 魏兴萍^{1,3}, 罗伦德¹

(1. 西南大学地理科学学院, 重庆 400715; 2. 西南大学三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715;
3. 重庆师范大学地理科学学院, 重庆 400047)

摘要: 喀斯特山地坡耕地、1a 弃耕地、灌草地、15a 疏林地、25a 次生林群落表土孢粉分析和植被样方调查结果表明: (1) 研究区植物孢粉共由 46 科属组成, 以草本和蕨类植物占据优势, 含量为 45.77%—68.35%, 其次是乔木(主要为雪松和马尾松), 含量为(2.53%—21.31%), 灌木植物花粉含量最低, 为 1.04%—8.88%, 显示该区植被退化严重; (2) 恢复过程中各阶段的花粉类型丰富度差别不明显, 物种多样性主要表现为草本、蕨类和灌木植物种类的变化, 乔木基本保持不变; (3) 喀斯特山地典型植被恢复过程的表土孢粉组合差别明显, 与其相应的实际植被情况大致相同, 基本反映了石漠化地区现代植被的基本状况, 表明孢粉可以为该区恢复和重建自然生态环境提供参考性依据。

关键词: 喀斯特山地; 植被演替; 表土孢粉组合; 典型植被

The relationship between pollen assemblage in topsoil and vegetation in karst mountain during different restoration period of typical vegetation community

HAO Xiudong¹, OUYANG Xuhong¹, XIE Shiyou^{1,2,*}, WEI Xingping^{1,3}, LUO Lunde¹

1 School of Geographical Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China

2 Key Laboratory of the Three-Gorge Reservoir Region's Eco-Environment (Ministry of Education), Southwest University, Chongqing 400715, China

3 School of Geographic Science, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China

Abstract: Karst mountains are, typically, ecologically fragile. The soil is shallow and discontinuous, with a heavy clay texture. Moisture content is low and a C horizon is generally lacking. The result is poor stability, with slow soil formation often leading to a state of negative growth and eventual lack of renewability. This occurs especially during use of the land for arable agriculture, and its subsequent restoration with secondary vegetation. Most previous research has focussed on the physical and chemical properties of the soil, micro-organisms, and hydrology, with little work on palynology or vegetational history.

In the present study, we investigated Mt. Jigongshan, Beibei District, Chongqing City, using *Platycladus orientalis* communities of different ages to reconstruct the succession back to forest. Typical plots were chosen to analyse the vegetation at each stage. The original Zonal vegetation of the area was subtropical broadleaved forest, but this is now all removed. In its place are secondary forest trees such as *Platycladus orientalis*, *Trachycarpus fortunei* etc., and understorey shrubs such as *Pyracantha fortuneana*, *Coriaria sinica* and *Mysine africana*. The herb layer is of *Imperata cylindrica* etc. The farming was of two to three crops per year, of wheat, corn and sweet potato. The typical time sequence is slope farmland--1 year abandoned farmland--bush grassland--15 year scattered woodland--25 year woodland. The vegetation and the pollen/spore

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAC01A16); 国家林业局 948 项目(2009-4-20); 重庆市自然科学基金重点项目(CSTC2009BA0002); 中国地质科学院岩溶地质研究所岩溶动力学重点实验室开放课题基金项目(KDL2008-15)共同资助

收稿日期: 2010-10-12; **修订日期:** 2011-04-07

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xiesy@swu.edu.cn

content of the surface soil was recorded in each of these five types.

Results: (1) 46 pollen/spore taxa were recorded, with herbs and ferns dominant (58%—96%), then trees (mainly *Cedrus deodara* and *Pinus massoniana*) with 3%—21%, and then shrub pollen with only 1%—9%. (2) The abundance of the pollen types is not clearly related to the recovery stage. (3) The list of taxa at each site is, however, indicative of the vegetation.

It is therefore concluded that palynology can indicate the stages of recovery in the natural environment of the study area.

Key Words: karst mountain; succession of vegetation; pollen assemblage in topsoil; typical vegetation

喀斯特山地属于典型的生态脆弱区,其土壤土层浅薄,分布不连续,质地较粘重,水分较差,普遍缺乏 C 层,稳定性差,常处于负增长状态,与缓慢的成土速率相比,具有不可再生性^[1-3]。而喀斯特山地耕地退耕后随着地表植被的恢复,受喀斯特环境及其生态效应下特定群落结构的控制和影响,土壤特征表现出一些特殊性,但目前相关研究多侧重在土壤理化性质、微生物和水分生态效应等方面^[4-6],孢粉方面的研究甚少^[7-8]。孢粉是植物的组成部分,因其外壁含有耐高温、氧化和酸碱腐蚀的孢粉素($C_{96}H_{22}O_{24}$),使之在漫长的地质年代里,可以一直被保存下来^[9]。孢粉分析是研究过去、现在的环境变化的一种重要的方法^[10-18]。表土孢粉组合与当地植被状况与沉积环境关系密切。因此,在喀斯特山地植被恢复典型样地开展表土孢粉与现代植被的关系研究,对于认识喀斯特山地生态恢复规律和指导生态实践具有重要的意义。

本研究以喀斯特山地为背景,选择适应能力强的侧柏植物群落的不同恢复年限及阶段的完整演替过程为内容,以“空间换时间”的方法选择典型样地,分析了植被恢复过程中不同时间段表土孢粉与现代植被的关系,为该喀斯特山地退化生态系统的全面治理,恢复和重建自然生态环境提供参考性依据。

1 研究区概况

本文选择重庆市北碚观音峡背斜鸡公山作为研究区域(图 1),该区海拔 400—700 m,属于渝中喀斯特槽谷低山。年均气温 16.17℃,年均降雨量 885 mm 左右。成土母岩主要为下三叠统嘉陵江组灰岩,土壤为黄色石灰土,土层浅薄,基岩多出露。地带性植被为中亚热带常绿阔叶林,但原始林已不存在,目前都为次生林,乔木为侧柏(*Platycladus orientalis*)、棕榈(*Trachycarpus fortunei*)等,林下灌木为火棘(*Pyracantha fortuneana*)、马桑(*Coriaria sinica*)、铁仔(*Myrsine africana*),草本层为白茅(*Imperata cylindrica*)等。由于破坏严重,林地呈斑块状分布。农业种植多为小麦-玉米-红苕,一年两熟到三熟。完整的植被演替序列为坡耕地-弃耕地-灌草地-疏林地-次生林地。

2 研究方法

2.1 植被调查及表土孢粉取样

样地选在一个完整的地貌单元内,且尽量保证地形和海拔条件相近,群落调查和野外样品采集同时进行,采样时间为 2010 年 6 月。植物群落调查样方面积林地为 20 m×20 m,灌丛为 15 m×15 m,草甸为 10 m×10 m;同时记录样方内的群落特征,如植物群落总盖度、种分盖度、种名、高度、多度等。表土样品采集与群落调查相对应,即每做一个群落调查,同时在样方内采集一个表土样品。按梅花点法(取样方四角各一小块样品与样方中间样品混合)取样,共记录和采集了不同的代表性植被恢复阶段:坡耕地、1a 弃耕地、灌草地、15a 疏林地和 25a 次生林地等 5 个不同植被类型的植物群落和表土样品(表 1)。

2.2 实验方法

孢粉的提取采用常规酸、碱处理和重液浮选的方法。孢粉的鉴定与统计是在 400—1000 倍的光学生物显微镜下进行,5 个样品共统计有效孢粉 2985 粒,每个样品不少于 550 粒。运用 LuoPacias 孢粉鉴定系统鉴定孢粉^[19-20],共鉴定出孢粉 46 科属。

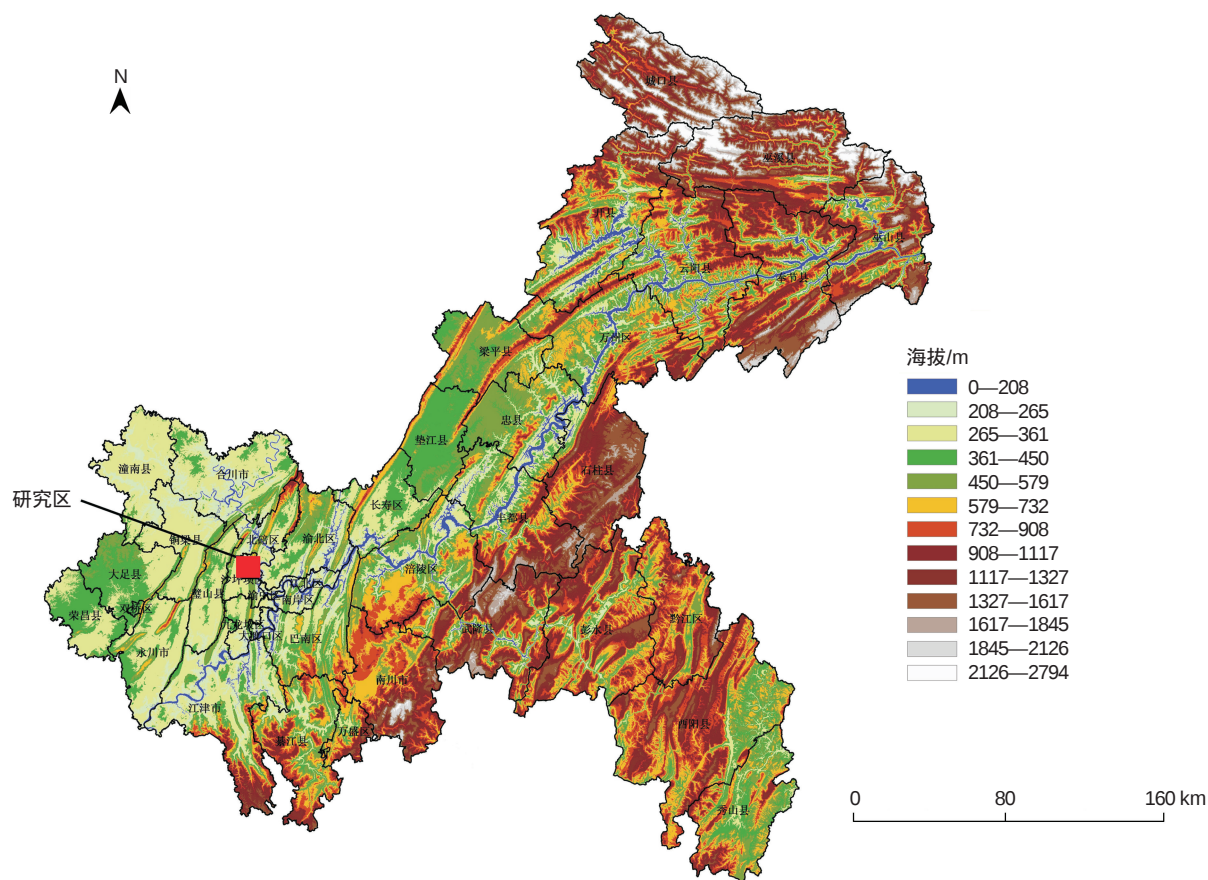


图1 研究区位置图
Fig.1 Location of the study area

表1 表土孢粉采样地的基本特征

Table 1 Basis features of the surface pollen sampling site

样地 Site name	样地编号 Site No.	纬度(N) Latitude	经度(E) Longitude	海拔/m Elevation	坡向/(°) Slope aspect	坡度/% Slope degree	植被盖度 Vegetation coverage	主要植物 Main plant
坡耕地 Slope farmland	JGS-1	29°41.234′	106°24.244′	553	100	15	—	玉米 <i>Zea mays</i>
1a 弃耕地 1-year abandoned farmland	JGS-2	29°41.201′	106°24.315′	604	100	25	95	白茅 <i>Imperata cylindrica</i>
灌草地 Bush-grass land	JGS-3	29°41.199′	106°24.327′	605	110	10	90	火棘 <i>Pyracantha fortuneana</i>
15a 疏林地 15-year scattered woodland	JGS-4	29°41.340′	106°24.416′	632	290	30	20	侧柏 <i>Platycladus orientalis</i>
25a 次生林地 25-year woodland	JGS-5	29°41.326′	106°24.360′	643	65	20	80	侧柏, 棕榈 <i>Platycladus orientalis</i> , <i>Trachycarpus fortunei</i>

3 表土孢粉分析结果

喀斯特山地典型植被恢复过程的表土孢粉组合(图2)以草本、针叶乔木和蕨类孢粉占优势,含量分别为17.41%—46.16%、27.73%—39.75%和16.65%—33.14%,其次是阔叶乔木花粉,花粉含量为2.53%—17.58%,灌木花粉含量最小,为1.04%—8.88%。各植物孢粉类型的百分含量如图3所示。

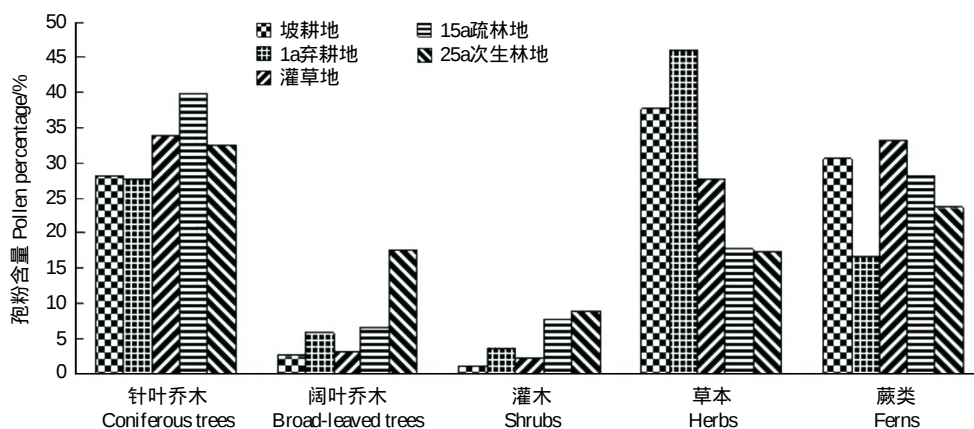


图2 表土样品孢粉组合百分比关系图

Fig. 2 The percentage comparison of different pollen assemblages in different surface samples

3.1 样点 JGS-1 坡耕地

该样点现代植被为农作物和各种草本植物混生的坡耕地,群落种类简单,主要为玉米(*Zea mays*)和甘薯(*Ipomoea batatas*)等农作物。

孢粉组合中草本和蕨类植物孢粉占优势,分别为 37.74% 和 30.61%。主要有藜科(*Chenopodiaceae*) (8.62%)、苋菜(*Amaranthus mangostanus*) (8.32%)、曲苞芋属(*Gonatanthus*) (3.71%)、玉米(3.27%)、里白(*Hicriopteris glauca*) (10.85%)、凤尾蕨属(*Pteris*) (5.65%)、肾蕨(*Nephrolepis cordifolia*) (4.01%)、芒萁(*Dicranopteris linearis*) (3.86%)及药用阴地蕨(*Botrychium officinale*) (2.23%)等。其次是针叶乔木花粉,为 28.08%,仅为雪松(*Cedrus deodara*) (17.68%)和马尾松(*Pinus massoniana*) (10.40%)。阔叶乔木和灌木花粉含量低,分别为 2.53% 和 1.04%,主要有栗属(*Castanea*) (1.04%)和桤木属(*Alnus*) (1.04%)等。

3.2 样点 JGS-2 1a 弃耕地

该样点现代植被为各种草本植物丛生的 1a 弃耕地,此群落盖度较大,达 95%,种类也较复杂。主要为白茅、蒿属(*Artemisia*)和荨麻属(*Urtica*)等草本植物。

孢粉组合中草本花粉仍占优势(不同演替阶段含量最高),达 46.16%,主要为白茅(10.77%)、蒿属(9.14%)、荨麻属(4.40%)、车前属(*Plantago*) (2.77%)、玉米(2.61%)及菊科(*Asteraceae*) (2.61%)等。但蕨类孢子数量下降,为 16.65%,主要有里白(5.22%)、肾蕨(4.08%)、凤尾蕨属(2.94%)及柄盖蕨(*Peranema cyathoides*) (1.47%)等。针叶乔木含量略有下降,为 27.73%,主要有雪松(17.13%)、马尾松(10.60%)。阔叶乔木和灌木花粉含量也较上个样点略有上升,但仍较低,分别为 5.87% 和 3.59%,主要有棕榈(3.26%)、木油桐(*Vernicia montana*) (0.98%)、榛属(*Corylus*) (0.98%)和火棘(2.77%)等。

3.3 样点 JGS-3 灌草地

该样点现代植被为灌草地,以草本和蕨类植物为主,分布一些灌木。此群落覆盖度较大,达 90% 以上,灌木层植物主要是火棘和马桑等;草本层常见的有荨麻属、菊科、车前属和天南星属(*Arisaema*)等植物。

孢粉组合中针叶乔木花粉含量明显上升,达 33.87%,主要为雪松(22.88%)、马尾松(10.99%)。蕨类孢子含量也有明显(不同演替阶段含量最高),达 33.14%,主要为里白(17.48%)、肾蕨(3.96%)、凤尾蕨属(3.42%)及卷柏属(*Selaginella*) (3.06%)等。但草本花粉数量略有下降,为 27.73%,主要有荨麻属(6.13%)、天南星属(4.86%)、车前属(3.78%)、菊科(3.78%)、藜科(3.06%)及禾本科(2.61%)等。阔叶乔木和灌木花粉含量仍较低,分别为 3.06% 和 2.16%,主要有棕榈(2.70%)和火棘(1.80%)等。

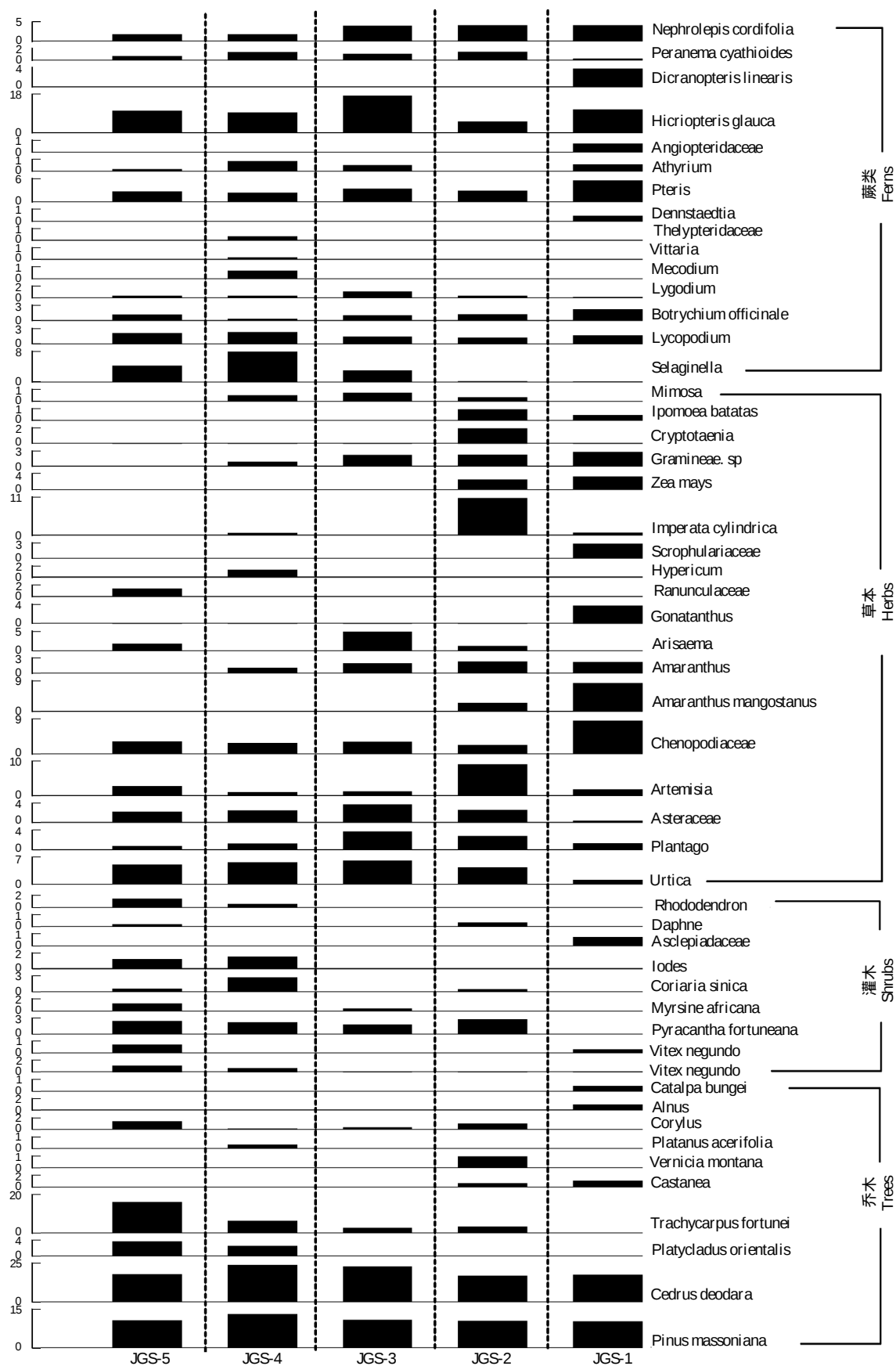


图3 表土样品的孢粉类型百分比图谱

Fig. 3 Major pollen taxa percentage diagram in the surface samples

3.4 样点 JGS-4 15a 疏林地

该样点现代植被为 15a 疏林地,林下分布一些灌木、草本植物。乔木层组成主要为侧柏,高 3 m 左右,一般胸径 6—8 cm,盖度 20% 以上;灌木层的种类数量均少,主要为火棘和马桑等;草本层常见的有荨麻属、菊科、藜科和车前属等植物。

孢粉组合中针叶乔木花粉含量继续增加(不同演替阶段含量最高),达 39.75%,为雪松(23.92%)、马尾松(13.25%)和侧柏(2.58%)。蕨类孢子略有下降,为 28.05%,主要有里白(9.64%)、卷柏属(7.92%)、凤尾蕨属(2.41%)及石松属(*Lycopodium*) (2.24%)等。草本植物花粉下降明显,为 17.72%,主要有荨麻属(5.68%)、藜科(2.75%)、菊科(2.58%)、金丝桃属(*Hypericum*) (1.38%)及车前属(1.20%)等。灌木和阔叶乔木花粉含量也较上几个演替阶段略有上升,但仍较低,分别为 7.75%和 6.71%,主要有马桑(2.75%)、火棘(2.24%)、微花藤属(*Iodes*) (1.55%)、棕榈(6.20%)等。

3.5 样点 JGS-5 25a 次生林地

该样点现代植被为 25a 次生林地,林下分布一些灌木、草本植物。乔木层组成主要为侧柏和棕榈,高 10m 左右,一般胸径在 15cm 以上,盖度 80% 以上;灌木层的种类数量均少,主要为火棘、马桑和铁仔等;草本层常见的有荨麻属、菊科、藜科、蒿属和车前属等植物。

孢粉组合中针叶乔木花粉较上一个样点略有下降,为 32.51%,主要为雪松(18.12%)、马尾松(10.66%)、侧柏(3.73%)。蕨类植物孢子含量较上几个演替阶段略有下降,为 23.62%,主要有里白(10.30%)、卷柏属(4.26%)、凤尾蕨属(2.66%)及石松属(2.13%)等。阔叶乔木花粉含量明显上升(不同演替阶段含量最高),为 17.58%,主要为棕榈(16.16%)、榛属(1.42%)。草本花粉含量较上几个不同演替阶段略有下降(不同演替阶段含量最低),为 17.41%,主要有荨麻属(5.15%)、藜科(3.20%)、蒿属(2.84%)、菊科(2.31%)及天南星属(1.78%)等。灌木花粉含量较上几个演替阶段略有上升,但仍较低,为 8.88%,仅为火棘(2.49%)、杜鹃花属(*Rhododendron*) (1.42%)、铁仔(1.24%)和微花藤属(1.24%)。

4 讨论与结论

(1)考虑到松属花粉的超代表性(松属花粉因具气囊而随风飘至较远,个别花粉甚至会飞到 800 km 之外^[21],能够长距离传输,对本地花粉组合产生影响),结合本研究中不同样点含量近似,实际取样地并无松属植物生长这一情况,将之从数据统计中剔除,重新计算孢粉组合的乔-灌-草百分比(图 4)。

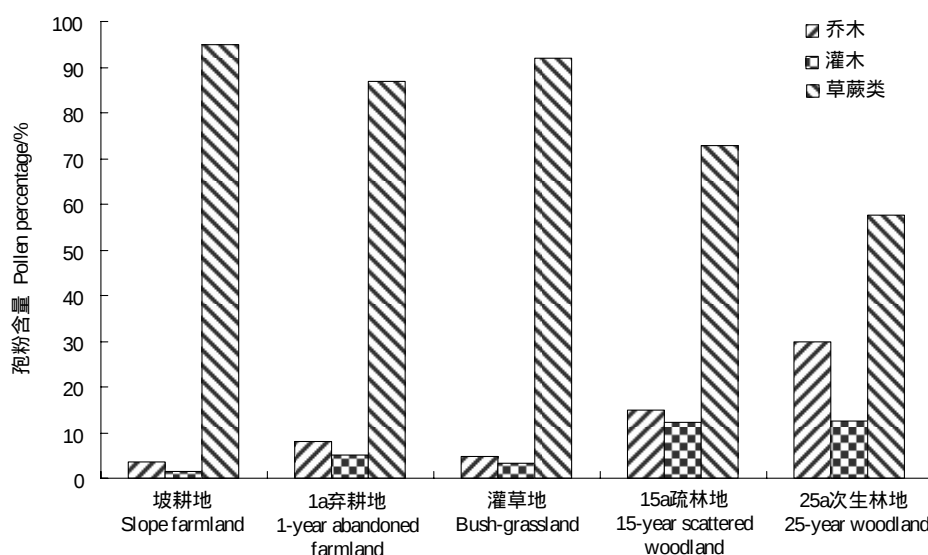


图 4 典型植被恢复过程中的乔-灌-草比例(种)

Fig. 4 Proportion of trees, shrubs and herbs during the typical vegetation restoration

孢粉组合中草蕨类占绝对优势(57.61%—95.06%),其次是乔木(3.52%—29.93%),灌木含量最小(1.44%—12.49%),表现出典型的喀斯特山地特征,较好的反映出该区现代植被的基本状况。这主要是因为现有的喀斯特山地,长期遭受人为干扰和破坏,土壤、水分、小气候、矿质肥料等变得较差,草本和蕨类植物对不良条件有更强的适应性,能迅速地生长。而乔灌木所需水分、营养元素等较多,此时的岩溶环境不利于其生长。

(2) 对不同演替阶段的孢粉组合按照植物类型进行统计(表2),以进行物种多样性分析。

表2 典型植被恢复过程中的花粉类型丰富度

Table 2 Abundance of pollen types during the different periods of typical vegetation restoration

植物类型 Vegetation types	JGS-1	JGS-2	JGS-3	JGS-4	JGS-5
乔木 Trees	5	5	4	6	5
灌木 Shrubs	2	3	2	5	7
草本、蕨类 Herbs and ferns	25	22	18	22	16
总计 Total	32	30	24	33	28

结果显示:喀斯特山地典型植被恢复过程中各阶段的花粉类型丰富度差别不明显,物种多样性主要表现为草本、蕨类和灌木植物种类的变化,乔木基本保持不变。草本、蕨类种类依次为 JGS-1> JGS-2 = JGS-4> JGS-3> JGS-5;灌木种类依次为 JGS-5> JGS-4> JGS-2> JGS-1 = JGS-3。出现这种现象的原因:一是由于喀斯特山地脆弱的生态环境对物种有很强的选择性,在植被恢复过程中只能选择嗜钙性、旱生性、石生性物种进行种植,从客观上造成各阶段的植物丰度差别不明显;二是由于人类的耕作等,草本、蕨类的种类虽发生了一些变化,但其各阶段的种类和含量均占绝对优势;三是随着恢复阶段的发展,灌木植物种类和含量均逐渐增加,群落的结构和功能也趋于完善和稳定。

(3) 蕨类孢子在不同演替阶段群落含量基本稳定在 30% 左右。坡耕地和弃耕地草本花粉含量较高(>35%),农作物花粉也只出现在这两个样地,灌草地阶段草本花粉含量低于 30%,疏林或次生林地低于 20%。针叶乔木花粉在灌草地以后各个阶段含量高于 30%,其他则低于 30%。阔叶乔木花粉只在最后阶段含量高于 10%,其他均低于 10%。灌木花粉仅在疏林地和次生林地阶段含量高于 5%,其他均低于 5%。

(4) 由于孢粉的产量和保存等诸多因素的影响,造成研究区一些主要植物的花粉在孢粉组合中含量较低。甘薯是该区的常见农作物,但其花粉在研究区的表土孢粉组合中含量却很低,且仅在耕地和 1a 弃耕地二个样点出现,分别为 0.98% 和 0.45%。据调查,甘薯在该区很少开花,使得其花粉产量低。侧柏作为喀斯特山地恢复过程中的典型植物,在研究区分布较多,但其花粉含量却很低(2.58%—3.73%),且仅在 15a 疏林地和 25a 次生林地样点出现。这可能与侧柏花粉的结构简单、外壁薄、不容易保存和鉴定,以及实验过程中易流失等有关。而蕨类孢子产量较高,传播范围较小,加之孢子外壁较厚,易于保存,使得其含量在各样点较高(16.65%—33.14%),在灌草地样点达 33.14%。

(5) 喀斯特山地典型植被恢复过程的表土孢粉组合差别明显,与其相应的实际植被情况大致相同,基本反映了石漠化地区现代植被的基本状况,表明孢粉可以为该区恢复和重建自然生态环境提供参考性依据。对于表土孢粉组合与现代植被关系的研究,取决于表土孢粉组合能够多大程度上反映其现代植被状况,这就要深入探讨研究区内孢粉的传播与表土孢粉组合之间的关系。孢粉的传播取决于研究区的地貌特征、盛行风向、水流走向以及孢粉自身的结构等诸多因素,但其各种因素的权重如何有待进一步探讨。由于采样点数量的限制,只对喀斯特山地典型植被恢复过程 5 种主要植被类型的表土孢粉进行了分析,要反映整个喀斯特山地的表土孢粉与现代植被的关系,还需加大样品数量,做深入研究。

致谢:感谢中国地质科学院岩溶地质研究所袁道先院士对本文孢粉分析的大力支持;感谢新西兰 Massey 大学的 prof. John Flenley 教授对英文摘要的润色。

References:

- [1] Yuan D X. World correlation of karst ecosystem: objectives and implementation plan. *Advances in Earth Science*, 2001, 16(4): 461-466.
- [2] Li Y B, Xie D T, Wei C F, Qu S R. The fragility of eco-environment in southwest China karst mountain. *Carsologica Sinica*, 2002, 21(1): 25-29.
- [3] Jiang J L, Chen Z H, Hu C, Wang Z M. Study on eco-environment fragile evaluation of karst mountains in southwest China. *Geological Science and Technology Information*, 2003, 22(3): 95-99.
- [4] Ren W, Xie S Y, Xie D T. Changes of soil moisture ecoeffects during process of typical ecosystem restoration in karst mountain. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2009, 23(5): 128-132.
- [5] Li Y B, Gao M, Shao J G, Xie D T, Wei C F. Changes of soil ecosystem in karst mountain areas under the impact of different vegetations. *Scientia Geographica Sinica*, 2005, 25(5): 606-613.
- [6] Ren W, Xie S Y, Xie D T, Feng H F. Changes of soil physicochemical and microbial features during the typical vegetation restoration in karst mountain. *Carsologica Sinica*, 2010, 29(1): 35-40.
- [7] Hao X D, Xie S Y, Ouyang X H, Luo L D, Shi S Q, Li L L, Sun A Z, Zhao Z Y. Preliminary study on the relationship between surface spore-pollen assemblages and vegetation of Mt. Jinpo Nature Reserve, Chongqing. *Journal of Southwest University: Natural Science Edition*, 2010, 32(10): 30-36.
- [8] Hao X D, Xie S Y, Ouyang X H, Luo L D, Shi S Q, Li L L, Sun A Z, Zhao Z Y. Features of spore-pollen assemblage in topsoil under different vegetation types in karst desert — a case in Nanping Town, Nanchuan District, Chongqing. *Carsologica Sinica*, 2010, 29(3): 93-99.
- [9] Wang K F, Wang X Z. *Introduction to palynology*. Beijing: Peking University Press, 1983: 1-4.
- [10] Pan T, Wu S H, Dai E F, Wang H, Zhao D S. Relationships between surface pollen and spores assemblages and environmental difference in the Southern Subtropics of Yunnan Province, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(1): 151-160.
- [11] Pan T, Wu S H, Dai E F, Wang H, Zhao D S. Quantitative relationships between surface pollen and spores assemblages and vegetation in the Southern Subtropics of Yunnan Province, China. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(12): 6060-6069.
- [12] Shen L, Chen X Y, Li Y Y. Glacial refugia and postglacial recolonization patterns of organisms. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(11): 1983-1990.
- [13] Cai Y L, Chen Z Y, Wang Z H, Chen Y, Song B P, Tao J. Paleovegetation and paleoclimate fluctuations in Qingpu Area, Shanghai since 8.5 ka B. P. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(1): 51-60.
- [14] Yang Z R. Reconstruction of climate and environment since the holocene in Diaojiaohai Lake Area, Daqing Mountains, Inner Mongolia. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(4): 538-543.
- [15] Wang X L, Li Y C, Xu Q H, Yang X L, Zhang Z Q, Jia H J, Cao X Y, Zhang L Y. Modern pollen distribution in the middle and north of Lvliang Mountains, Shanxi Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(8): 3682-3690.
- [16] Li Y C, Xu Q H, Yang X L, Zheng Z H. Pollen assemblages of major steppe communities in China. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(3): 555-564.
- [17] Yan S, Kong Z C, Yang Z J, Zhang Y, Ni J. Seeking relationship between vegetation and *Picea* pollen in surface soils of Xinjiang northwestern China. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(9): 2017-2023.
- [18] Qie G F, Yang Y, Wang C, Mu S H. The influence of urban surface condition on diurnal variation of tree pollen dispersal. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(15): 3974-3982.
- [19] Luo L D. Study and application about the pollen-spore double ten coding taxonomic identifying system. *Journal of Southwest China Normal University: Natural Science Edition*, 1988, 13(3): 100-108.
- [20] Luo L D. Microcomputer data base about sporopollen to identify and inquire used by coding method. *Acta Palaeontologica Sinica*, 1998, 37(1): 133-136.
- [21] Li W Y. *Quaternary Vegetation and Environment in China*. Beijing: Science Press, 1998: 8-16.

参考文献:

- [1] 袁道先. 全球岩溶生态系统对比: 科学目标和执行计划. *地球科学进展*, 2001, 16(4): 461-466.
- [2] 李阳兵, 谢德体, 魏朝富, 屈双荣. 西南岩溶山地生态脆弱性研究. *中国岩溶*, 2002, 21(1): 25-29.
- [3] 靖娟利, 陈植华, 胡成, 王中美. 中国西南部岩溶山区生态环境脆弱性评价. *地质科技情报*, 2003, 22(3): 95-99.
- [4] 任伟, 谢世友, 谢德体. 喀斯特山地典型植被恢复过程中土壤水分生态效应. *水土保持学报*, 2009, 23(5): 128-132.

- [5] 李阳兵,高明,邵景安,谢德体,魏朝富. 岩溶山区不同植被群落土壤生态系统特性研究. 地理科学, 2005, 25(5): 606-613.
- [6] 任伟,谢世友,谢德体,冯慧芳. 岩溶山地典型植被恢复过程中土壤理化性质及微生物特征. 中国岩溶, 2010, 29(1): 35-40.
- [7] 郝秀东,谢世友,欧阳绪红,罗伦德,石胜强,孙爱芝,李林立,赵增友. 重庆金佛山表土孢粉组合与植被关系的初步研究. 西南大学学报: 自然科学版, 2010, 32(10): 30-36.
- [8] 郝秀东,谢世友,欧阳绪红,罗伦德,石胜强,孙爱芝,李林立,赵增友. 岩溶石漠化区不同植被类型表土孢粉组合特征——以重庆市南川区南平镇石漠化区为例. 中国岩溶, 2010, 29(3): 93-99.
- [9] 王开发,王宪曾. 孢粉学概论. 北京:北京大学出版社,1983: 1-4.
- [10] 潘韬,吴绍洪,戴尔阜,王昊,赵东升. 云南亚热带南部孢粉空间组合特征及其与环境分异的关系. 生态学报, 2009, 29(1): 151-160.
- [11] 潘韬,吴绍洪,戴尔阜,王昊,赵东升. 云南亚热带南部表土孢粉组合与植被间的定量关系. 生态学报, 2008, 28(12): 6060-6069.
- [12] 沈浪,陈小勇,李媛媛. 生物冰期避难所与冰期后的重新扩散. 生态学报, 2002, 22(11): 1983-1990.
- [13] 蔡永立,陈中原,王张华,陈宇,宋保平,陶静. 上海青浦 8.5kaB. P. 以来植被演变与气候波动. 生态学报, 2001, 21(1): 51-60.
- [14] 杨志荣. 内蒙古大青山调角海子地区全新世气候与环境重建研究. 生态学报, 2001, 21(4): 538-543.
- [15] 王学丽,李月丛,许清海,阳小兰,张振卿,贾红娟,曹现勇,张丽艳. 山西西部吕梁山北中段现代花粉散布特征. 生态学报, 2008, 28(8): 3682-3690.
- [16] 李月丛,许清海,阳小兰,郑振华. 中国草原区主要群落类型花粉组合特征. 生态学报, 2005, 25(3): 555-564.
- [17] 闫顺,孔昭宸,杨振京,张芸,倪健. 新疆表土中云杉花粉与植被的关系. 生态学报, 2004, 24(9): 2017-2023.
- [18] 鄧光发,杨颖,王成,牟少华. 软质与硬质地表对树木花粉日飘散变化的影响. 生态学报, 2010, 30(15): 3974-3982.
- [19] 罗伦德. 孢粉双十编码分类鉴定系统的研制与应用. 西南师范大学学报:自然科学版, 1988, 13(3): 100-108.
- [20] 罗伦德. 孢粉编码鉴定与资料查询微机数据库——POCIAS 系统(中文版). 古生物学报, 1998, 37(1): 133-136.
- [21] 李文漪. 中国第四纪植被与环境. 北京:科学出版社,1998: 8-16.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 10 May, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Circadian activity pattern of giant pandas during the bamboo growing season	2655
..... ZHANG Jindong, Vanessa HULL, HUANG Jinyan, et al	
The vivipary characteristic of <i>Anabasis elatior</i> and its ecological adaptation	2662
..... HAN Jianxin, WEI Yan, YAN Cheng, et al	
Relationships between plant community characteristics and environmental factors in the typical profiles from Dzungaria Basin	2669
..... ZHAO Congju, KANG Muyi, LEI Jiaqiang	
The relationship between pollen assemblage in topsoil and vegetation in karst mountain during different restoration period of typical vegetation community	2678
..... HAO Xiudong, OUYANG Xuhong, XIE Shiyong, et al	
Early responses of soil CO ₂ emission to simulating atmospheric nitrogen deposition in an alpine meadow on the Qinghai Tibetan Plateau	2687
..... ZHU Tianhong, CHENG Shulan, FANG Huajun, et al	
Spatial pattern of soil moisture and vegetation attributes along the critical area of desertification in Southern Mu Us Sandy Land	2697
..... QIU Kaiyang, XIE Yingzhong, XU Dongmei, et al	
Dynamics of dominant tree seedlings in montane evergreen broadleaved forest following a snow disaster in North Guangdong	2708
..... OU Yudian, SU Zhiyao, XIE Dandan, et al	
A comparative analysis of the hydrological effects of the four cypress stand types in Sichuan Basin	2716
..... GONG Gutang, CHEN Junhua, LI Yanqiong, et al	
Effect of cutting management on soil moisture in semi-arid Loess Hilly region	2727
..... LI Yaolin, GUO Zhongsheng	
Dynamics of understory vegetation biomass in successive rotations of Chinese fir (<i>Cunninghamia lanceolata</i>) plantations	2737
..... YANG Chao, TIAN Dalun, HU Yueli, et al	
Spatial and temporal variation of solar radiation in recent 48 years in North China	2748
..... YANG Jianying, LIU Qin, YAN Changrong, et al	
Impact of stand features of short-rotation poplar plantations on canker disease incidence at a mesoscale landscape: a case study in Qingfeng County, Henan Province, China	2757
..... WANG Jing, CUI Lingjun, LIANG Jun, et al	
Effects of different soil tillage systems on weed biodiversity and wheat yield in winter wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) field	2768
..... TIAN Xinxin, BO Cunyao, LI Li, et al	
Habitat suitability evaluation of Elliot's pheasant (<i>Syrnaticus ellioti</i>) in Guanshan Nature Reserve	2776
..... CHEN Junhao, HUANG Xiaofeng, LU Changhu, et al	
Relationships between arthropod community characteristic and meteorological factors in <i>Zanthoxylum bungeanum</i> gardens	2788
..... GAO Xin, ZHANG Xiaoming, YANG Jie, et al	
The differences of ecosystem services between vegetation restoration models at desert front	2797
..... ZHOU Zhiqiang, LI Ming, HOU Jianguo, et al	
Response to salt stresses and assessment of salt tolerability of soybean varieties in emergence and seedling stages	2805
..... ZHANG Haibo, CUI Jizhe, CAO Tiantian, et al	
Dynamic change of salt contents in rhizosphere soil of salt-tolerant plants	2813
..... DONG Liping, CAO Jing, LI Xianting, et al	
Effect of short-term salt stress on the absorption of K ⁺ and accumulation of Na ⁺ , K ⁺ in seedlings of different wheat varieties	2822
..... WANG Xiaodong, WANG Cheng, MA Zhihong, et al	
Effects of the micro-environment inside fruit bags on the structure of fruit peel in 'Fuji' apple	2831
..... HAO Yanyan, ZHAO Qifeng, LIU Qunlong, et al	
Enhancement of soil quality in a rice-wheat rotation after long-term application of poultry litter and livestock manure	2837
..... LI Jiangtao, ZHONG Xiaolan, ZHAO Qiguo	
MSAP analysis of DNA methylation in <i>Arabidopsis</i> (<i>Arabidopsis thaliana</i>) under Oxytetracycline Stress	2846
..... DU Yaqiong, WANG Zicheng, LI Xia	
Distribution of dinoflagellate cysts in surface sediments from Changshan Archipelago in the North Yellow Sea	2854
..... SHAO Kuishuang, GONG Ning, YANG Qing, et al	
Developing and optimizing ecological networks in urban agglomeration of Hunan Province, China	2863
..... YIN Haiwei, KONG Fanhua, QI Yi, et al	
Dynamic simulation of Shanghai urban expansion based on multi-agent system and cellular automata models	2875
..... QUAN Quan, TIAN Guangjin, SHA Moquan	
"Micro-canyon effect" of city road green belt and its effect on the pollutant concentration above roads for non-motorized vehicles	2888
..... LI Ping, WANG Song, WANG Yaying, et al	
Review and Monograph	
The abundance and diversity of nanoplankton in Arctic Ocean	2897
..... GUO Chaoying, WANG Guizhong, ZHANG Fang, et al	
Advances in plant seed-associated microbial ecology	2906
..... ZOU Yuanyuan, LIU Yang, WANG Jianhua, et al	
Improving validity and reliability of contingent valuation method through reducing biases and errors: theory, method and application	2915
..... CAI Zhijian, DU Liyong, JIANG Zhan	
Discussion	
The analysis of Chinese ecological academic journals	2924
..... LIU Tianxing, KONG Hongmei, DUAN Jing	
Scientific Note	
Seasonal variations in salt tolerance of <i>Oligostachyum lubricum</i>	2932
..... GU Daxing, GUO Ziwu, LI Yingchun, et al	
Variation of a spring bacterial community from Wuqia Sinter in Xinjiang during the pre- and post-earthquake period	2940
..... YANG Hongmei, OTKUR Mahmut, ZENG Jun, et al	
Comparison of the effect of two prey species on the population growth of <i>Orius similis</i> Zheng and the implications for the control of <i>Tetranychus urticae</i> Koch	2947
..... HUANG Zengyu, HUANG Linmao, HUANG Shoushan	

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 10 期 (2011 年 5 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 10 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	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	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
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@csppg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@csppg.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 70.00 元