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 4 期
Vol.31 No.4
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4期 2011年2月 (半月刊)

目 次

专论与综述

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 300 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 32 * 2011-02

生 态 学 报 2011,31(4):1124—1129
Acta Ecologica Sinica

黄龙钙化滩流地物种-面积关系

黄宝强[1], 罗毅波[2,*],安德军[3],寇　勇[3]

(1. 南昌工程学院,南昌　330099;2. 中国科学院植物研究所系统与进化植物学重点实验室,北京　100093;
3. 四川省黄龙国家级风景名胜区管理局,四川黄龙　624000)

摘要:黄龙沟钙化滩流地由于溪流的作用,在滩流地之间形成面积大小不一的植物群落斑块。这些小尺度斑块面积的大小对植物物种数量的影响尚不清楚。应用回归分析法和幂函数方程对黄龙沟钙化滩流地内的物种-面积关系进行了研究。结果表明黄龙沟钙化滩流地中斑块的大小对物种数(含兰科植物)具有强烈的影响,而调查的其他因子对总的植物物种数量的影响不显著。在所调查的环境因子中,斑块面积对物种数量的影响达到79.5%,即斑块越大,所包含的物种数量越多。兰科植物种类数量除了受斑块面积的影响外,还与距离林缘的距离有关(负相关)。物种-面积关系符合幂函数方程 $S=cA^z$ 的规律。不同的尺度下,z 值略有差异,在中等尺度下 (1 －10 m^2)最大,为0.2616,较大尺度下(10 －100 m^2)的最小,z 值为0.2050,小尺度下(<1 m^2),z 值为0.2382。表明中等尺度的斑块(1 －10 m^2)包含的物种数(含兰科植物)的增长速度最快,而在斑块面积大于10 m^2时,物种数增长速度最小。

关键词:小尺度;物种丰富度;斑块;兰科植物

Species-area relationship in travertine area in Huanglong valley, Sichuan

HUANG Baoqiang[1], LUO Yibo[2,*], AN Dejun[3], KOU Yong[3]

1 *Nan Chang Institute of Technology, Nanchang, Jiangxi* 330099, *China*

2 *State Key Laboratory of Systematic and Evolutionary Botany, Institute of Botany, Chinese Academy of Science, Beijing* 100093, *China*

3 *Huanglong Administration of National Scenic Spot, Huanglong, Sichuan* 624000, *China*

Abstract: In Huanglong valley, plant patches with various sizes were developed among streams in the travertine area. This landscape provides a good opportunity for studying the relationship between patch size and plant species numbers at small scale. To gain basic understanding of the plant diversity pattern and improve our ability to conserve the rich biodiversity in Huanglong valley, we sampled a total of 122 patches, and analyzed the patch size species relationships using multiple regression and power formulation. Our study showed that patch size correlated strongly with species richness. Specifically, large patch had more number of species comparing to small ones. Other ecological factors, i. e. the depth of soil, the moss coverage of the patch and the distance among patches, had no correlation on species richness of patches. However, the distance of the patch to the edge of forest, along with patch size, correlated significantly with orchid species numbers. The relationship between species richness and areas were consistent with the power formulation $S=cA^Z$. The Z values were different with various patch size. The medium patch size (1 －10 m^2) had the largest Z value (0.2616), followed by the smallest patch size ($S<1$ m^2, $Z=0.2382$), and the largest patch size had the lowest Z values ($S=10$ －100 m^2, $Z=0.2050$). These results indicated that the medium patch size had the highest increase rate on species number accumulation, whereas the largest patch size had the lowest increase rate.

Key Words: biodiversity-area relationship; orchids diversity; small-scale biodiversity pattern

---

基金项目:国家自然科学基金项目(30770379);国家林业局推广与科技服务资助项目(67112E1001)

收稿日期:2010-01-17;　　**修订日期**:2010-06-09

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: Luoyb@ ibcas. ac. cn

物种-面积关系的基本格局是随着取样面积的增加,物种的数量也随之增加[1]。物种-面积关系是生态学研究的经典内容,是生态学研究中最为基本的几个问题之一[2-4],是生物多样性管理和自然保护的基础[1,5],一个多世纪以来一直受到生态学家的广泛关注[1, 4,6-9]。然而,物种-面积关系一直存在着争论[1,3]。

长期以来,人们一直试探着用各种方程来拟合物种-面积关系,以期解释物种-面积关系中所包含的生物学意义[4,10-12]。物种-面积关系不但与隔离距离、生境、气候和历史有关[8,13],而且与尺度有关[9,14-18]。Scheiner[4]综合前人研究的结果,将物种-面积关系曲线划分为 6 类,同时将取样方法分为 4 类。在物种-面积关系的模型中最为常用的是幂函数方程 $S = cA^Z$(S 为物种数,A 为面积)[3-4,19]。有的研究结果表明 z 值是相对恒定的,其范围在 0. 25—0. 5 之间[3, 7, 20-21]。而也有研究表明,z 值是不稳定的,它与研究的范围大小有关[15]。Crawley 和 Harral[15] 的研究结果表明在小尺度下(cm^2—m^2),z 值较小($0.1 < z < 0.2$),中等尺度下(hm^2—km^2)z 值最大($0.4 < z < 0.6$),而大尺度下(10—1000km^2)z 值又较小($0.1 < z < 0.4$)。在小尺度(< 4047m^2)的情况下,物种-面积关系受当地环境异质性的影响相当强烈[22]。对于岛屿状的物种-面积关系,研究最多的是真正意义上的岛屿[16],Scheiner[23] 认为山顶和块状森林也可以看作是生态学意义上的岛屿,有关这类的物种-面积关系的研究较少,而针对兰科植物的物种-面积关系的研究尚未见报道。黄龙沟钙化滩流地由于溪流的作用,在滩流地形成面积大小不一的植物群落斑块(图 1),在这些斑块中还分布着种类丰富的兰科植物[24]。这些斑块相对现有的岛屿生态学研究的格局来讲尺度很小,这为分析这种小尺度的岛屿状的斑块大小与物种面积关系提供了非常理想的材料。物种数量除了与面积有关外,还可能与其所处的其他的环境条件如斑块之间的距离、土壤等因子有关[25-27]。

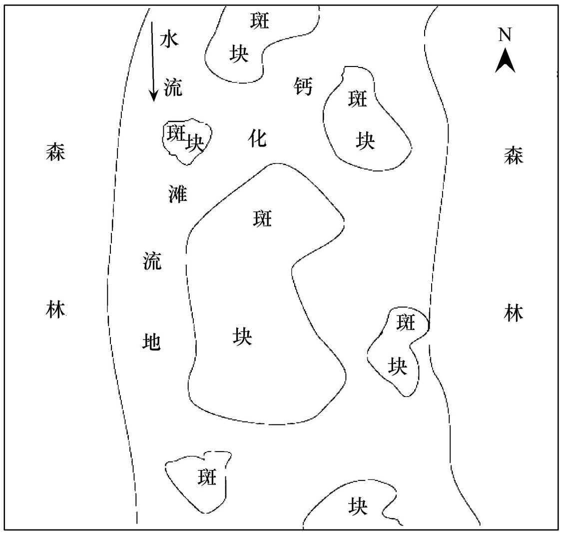

图 1　黄龙沟钙化滩流地斑块分布示意图

Fig. 1　Sketch map of patch distribution in travertine area in Huanglong valley

本文研究目的是:(1)黄龙沟钙化滩流地斑块中植物物种数量与环境因子之间是否相关?(2)黄龙沟钙化滩流地斑块植物物种数量是否依赖于斑块面积,是否可用幂函数模型来拟合,如果可以的话,其 z 值的大小和变化规律如何,是否与 Crawley 和 Harral[15] 研究的结果一致? 此外,考虑到兰科植物对生境具有特殊要求[24],还特别探讨了兰科植物的物种数量与斑块面积之间的关系。

1　研究地区概况

黄龙沟位于四川省北部松潘县境内的黄龙国家级风景名胜区内。气候、土壤及植被概况请参阅文献[28-29]。

2　研究方法

2.1　调查方法

2006 年 7 月至 8 月,在黄龙沟钙化滩流地选取大小不同的斑块,进行调查。根据斑块中乔木层和灌木层的有无,将斑块分为 4 种类型,即类型 1:乔木 + 灌木 + 草本层;类型 2:灌木 + 草本层;类型 3:只有草本层; 类型 4:乔木 + 草本层。调查内容包括:斑块类型;斑块中乔、灌木、草本及藤本的种类,草本层和苔藓的盖度;土壤厚度:每个斑块内测 4—5 个点,分别测其土壤厚度,计算平均值作为该斑块的土壤厚度(cm);斑块中有无裸露的岩石, 如有则估测其所占的比例(%);测量与该斑块最近的斑块距离及斑块距森林边缘的最近距离(m);测量斑块面积(m^2)。

2.2　数据分析

环境因子及物种数的相关性用 Pearson 相关分析。环境因子对物种数量的影响用前向逐步回归分析法。

物种数量为因变量,环境因子为自变量。所有变量依次进入回归模型,首先引入与因变量最大相关的变量,而且符合引入标准(显著性水平 5%),然后引入第二个与因变量最大偏相关且符合引入标准的变量,依此类推。当无变量符合引入标准时,终止回归。$S=cA^Z$用曲线参数估计法。计算前对所有的数据进行必要的转换:百分比的用平方根($\sqrt{(x+1)}$)转换,其它的进行对数(ln)转换。所有的计算都在 SPSS 11.5 软件包进行。

3 结果

3.1 斑块特征

总共调查了 122 个斑块,斑块面积在 0.024—354.78 m^2之间。面积 <1 m^2的斑块有 34 个,1 m^2 ≤面积 <10 m^2的斑块最多,为 61 个,10 m^2 ≤面积 <100 m^2的斑块 25 个,而面积≥100 m^2的斑块只有 2 个。斑块中植物物种数最少的为 2 种,最多的为 31 种,其中兰科植物在 0—9 种之间。

3.2 物种数与环境因子之间的关系分析

全部植物物种数及兰科植物物种数均与斑块面积呈极显著正相关关系($P<0.01$,表 1)。全部物种数与土壤厚度之间呈现极显著正相关关系($P<0.01$),与最近斑块距离呈显著正相关关系($P<0.05$,表 1)。兰科植物物种数与土壤厚度呈显著正相关($P<0.05$),而与林缘距离呈负相关关系($P<0.05$,表 1)。

表 1 全部植物及兰科植物与环境因子相关性

Table 1 The correlationship between the number of orchid species and environmental traits in Huanglong valley

	斑块面积 PS	土壤厚度 SD	岩石裸露比例 RR	苔藓盖度 MC	最近距离 ND	距林缘距离 DEF	兰科植物 OS
斑块面积 PS	1						
土壤厚度 SD	0.268 **	1					
岩石裸露比例 RR	0.250 **	0.080	1				
苔藓盖度 MC	-0.177	0.058	-0.700 **	1			
最近距离 ND	0.227 *	0.179 *	0.067	-0.024	1		
林缘距离 DEF	-0.138	-0.100	0.116	-0.141	0.039	1	
兰科植物 OS	0.719 **	0.231 *	0.134	-0.022	0.161	-0.218 *	1
全部植物 TS	0.885 **	0.293 **	0.094	-0.078	0.205 *	-0.161	0.823 **

* $P<0.05$, ** $P<0.01$

3.3 物种数量与环境因子的回归分析

植物物种数量强烈地依赖于所在斑块面积的大小,在所调查的环境因子中,斑块面积对物种数量的影响达到 79.5%(表 2),而其他因子对植物物种数量的影响不显著。兰科植物物种数量除了受斑块面积的影响外,还与距离林缘的距离有关(负相关;表 2)。

表 2 所有植物和兰科植物物种数与环境因子关系多重线性回归分析结果表

Table 2 Multiple regression results of total species and orchid species relative to patch area and distance to the edge of forest

步骤 Step	变量 Variable	相关性 Correlation	P	R^2
全部物种 TS				
1	斑块面积 PS	+	0.0001	0.795
兰科植物 OS				
1	斑块面积 PS	+	0.0001	0.516
2	距林缘距离 DEF	-	0.01	0.547

3.4 各生境类型中物种数量与环境因子的回归分析

由于类型 3 和 4 的样本数量太少(分别只有 15 个和 8 个),因此只对类型 1、2 的全部物种和兰科物种以及类型 3 中的全部物种进行了回归分析。结果表明:在所有进行分析的类型中,全部植物物种数量和兰科植物物种数量都强烈地依赖于斑块面积的大小(表 3)。在类型 1 中全部物种数和兰科植物物种数都只与斑块

面积大小有关,而与其他因子关系不显著。不过兰科植物物种数量与距离林缘的距离相关性几乎是显著的($P=0.052$);类型 2 中全部物种数与岩石裸露的比例呈现显著的负相关,而兰科植物物种数量与距林缘的距离呈显著的负相关(表 3)。

表 3　不同生境类型中所有物种和兰科植物多重线性回归分析结果表

Table 3　Multiple regression results of total species and orchid species relative to patch area and the distance to the edge of forest in different environment

步骤 Step		变量 Variable	显著性 Significance	P	R^2
类型 1(乔灌草)Type 1					
全部物种 TS	1	斑块面积 PS	+	0.0001	0.773
兰科植物 OS	1	斑块面积 PS	+	0.0001	0.365
类型 2 (灌草)Type 2					
全部物种 TS	1	斑块面积 PS	+	0.0001	0.554
	2	岩石裸露比例 RR	–	0.013	0.605
兰科植物 OS	1	斑块面积 PS	+	0.0001	0.445
	2	距林缘距离 DEF	–	0.035	0.497
类型 3 (草)Type 3					
全部物种 TS	1	斑块面积 PS	+	0.0001	0.736

3.5　种-面积关系曲线的拟合

拟合结果表明,对于所有物种而言,在各种情况下用幂函数方程 $S=cA^Z$ 来拟合物种数和面积之间的关系,方程都具有显著性($P<0.0001$,表 4)。说明黄龙钙化滩流地物种-面积符合幂函数方程规律(图 2)。研究的尺度基本在 100 m^2 的范围内,z 值的范围在 0.2—0.3 之间。不同的尺度下,z 值略有差异,在中等尺度下(1—10 m^2)最大,为 0.2616,较大尺度下(10—100 m^2)的最小,z 值为 0.2050,小尺度下(<1 m^2),z 值为 0.2382。所有样方中只有一个样方的面积达到 354.78 m^2,明显比其他斑块的面积(<100 m^2)大,去除该斑块后,较大尺度下斑块数据拟合的曲线方程 z 值为 0.2134,仍然是 3 个尺度中最小的。对于兰科植物来说,除了小于 <1 m^2的斑块拟合的方程不具有显著性外,其余的均显著(表 4),并且在不同尺度下 z 值和用全部物种拟合的方程的 z 值趋势是一致的。

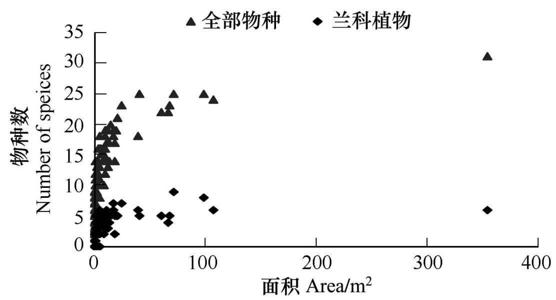

图 2　黄龙沟钙化滩流地斑块面积-物种数量关系图(样方数 $N=122$)

Fig. 2　The relationship of patch area and species richness in travertine area in Huanglong valley ($N=122$)

4　讨论

Pearson 相关性分析结果表明,全部物种数和兰科植物物种数与斑块大小之间具有显著的正相关关系(表 1)。逐步回归分析结果显示,黄龙沟钙化滩流地中斑块的大小对物种数(含兰科植物)具有强烈的影响,即斑块越大,所包含的物种数量越多,而其他环境因子对斑块中物种丰富度的影响不大,这一点无论是用全部样方进行分析(表 2),还是分生境不同的分析(表 3)得到的结果是一致的。说明斑块面积相对其他环境因子而言,对物种丰富度具有更为重要的决定作用[25]。在类型 2 中,全部物种数与岩石裸露的比例呈现显著的负相关(表 2),说明岩石裸露越多,可供植物生长的地方就越少,使得植物的种类也越少。这与其他学者的研究结果一致[1,12,18,27]。在兰科植物中,除斑块面积外,斑块到森林边缘的距离也可能影响兰科植物的物种数量。钙化滩流地相对森林来说,具有稀疏的上层结构,透光性较好,有较多的光线能够达到草本层,在钙化滩流地中出现的兰科植物多为喜光性的[24]。距离森林越远,光照条件可能越好,能够生长的兰科植物相对来说也就越多。而可能会对物种的数量产生影响的隔离程度[25],在本研究中对物种数量的影响不显著,这可能与研究

的尺度太小有关。本研究调查的斑块与斑块最近距离最大的只有 1.8m,如此小的间隔不足以阻止植物种子和其他繁殖体在不同斑块之间的传播。

表 4 曲线参数方程 $S = cA^Z$ 拟合结果表

Table 4 The results of curve function estimation of $S = cA^Z$

	处理 treatment	R^2	df	F	Sig.	c	z
全部物种 TS							
	<1 m^2	0.346	32	16.92	0.000	7.4575	0.2382
	1—10 m^2	0.330	59	29.09	0.000	8.1978	0.2616
	>10 m^2	0.686	25	54.64	0.000	9.7249	0.2050
	>10 m^{2*}	0.615	24	38.30	0.000	9.4892	0.2134
	全部样方 Total plots	0.784	120	434.90	0.000	7.9866	0.2669
兰科植物 OS							
	<1m^2	0.175	16	3.39	0.084	2.1895	0.2073
	1—10 m^2	0.196	55	13.41	0.001	2.1850	0.2941
	>10 m^2	0.146	25	4.27	0.049	3.3961	0.1231
	>10 m^{2*}	0.151	24	4.26	0.050	3.1204	0.1519
	全部样方 Total plots	0.516	100	106.72	0.000	2.3140	0.2386

* 去除一个面积最大(354.78 m^2)的样方

斑块的大小能够较好地解释物种数目的变化(表 2,表 3),然而对兰科植物而言,尽管逐步回归分析的结果表明兰科植物物种数与斑块面积和距林缘距离的关系是显著的,但复相关系数 R^2 都比较小,如表 2 的 0.547 和表 3 中的 0.365 和 0.497,说明兰科物种数量的变化还有相当部分不能用现在调查的因子进行解释。这说明可能还有其他对兰科物种数量产生重要影响的环境因子,如土壤养分[27]、历史原因[8]等,只是本研究没有调查到而已。

在黄龙沟钙化滩流地,所有物种数和兰科植物物种数都强烈地依赖于斑块面积的大小。说明这种小尺度的岛屿状斑块同样符合种-面积关系规律,与前人对大尺度的研究结果一致[15,18-19, 30]。这种关系可用曲线方程 $S = cA^Z$ 得到较好的拟合(表 4;图 2)。z 值的范围在 0.20—0.30(兰科植物 0.12—0.29)之间,说明在黄龙沟钙化滩流地这种小尺度(<100 m^2)的尺度格局下,无论是全部物种数还是兰科植物物种数,物种-面积关系拟合方程的 z 值同样与尺度有关,植物的物种数量强烈地依赖于其所处的斑块面积的大小。这与 Crawley 和 Harral[15] 和 He 等人[30] 的研究结果一致。和 Crawley 和 Harral[15] 的研究结果相比,尽管与 Crawley 和 Harral[15] 的研究尺度(0.01 m^2—1000 km^2)不同,本研究中划分的尺度却得到与他们相同的 z 值变化规律,即在中等尺度下(1—10 m^2)z 值最大,最大尺度下(10—100 m^2)的 z 值最小,小尺度下(<1 m^2)z 值为中等大小。z 值的这种变化规律,表明在黄龙钙化滩流地斑块面积在 1—10 m^2 时,物种数(含兰科植物)的增长速度最快,而在斑块面积大于 10 m^2 时,物种数增长速度最小[11]。

5 结论

本研究结果表明,在黄龙沟钙化滩流地这种小尺度的斑块中,无论生境类型如何,斑块面积大小对物种数(含兰科植物)都具有强烈的决定作用,而调查的其他环境因子如土壤厚度、苔藓盖度、斑块与斑块之间的最近距离等因子对总的植物物种数量的影响不显著。而兰科植物种类数量除了受斑块面积的影响外,还与距离林缘的最近距离有关(负相关)。物种与斑块面积的关系符合幂函数方程 $S = cA^Z$ 的规律。不同的尺度下,z 值略有差异,在中等尺度下(1—10 m^2)最大,为 0.2616,较大尺度下(10—100 m^2)的最小,z 值为 0.2050,小尺度下(<1 m^2),z 值为 0.2382。表明中等尺度的斑块(1—10 m^2)包含的物种数(含兰科植物)的增长速度最快,而在斑块面积大于 10 m^2 时,物种数增长速度最小。本研究为进一步认识该区域的植被特征提供了良好的研究资料,同时也为物种-面积关系研究提供了新的研究案例。当然,这种小尺度下的物种-面积关系的作用机理还有待于进一步研究。

致谢:本研究得到中国科学院植物研究所与四川黄龙国家级风景区管理局合作研究博士工作站的支持,中国科学院植物研究所孙阳纳同学参加了野外调查工作,特致谢忱。

References:

[1] Lawson D, Jensen H J. The species-area relationship and evolution. Journal of Theoretical Biology, 2006, 241: 590-600.
[2] Lawton J H. Are there general laws in ecology?. Oikos, 1999, 84: 177-192.
[3] Lomolino M V. Ecologist's most general, yet protean pattern: the species-area relationship. Journal of Biogeography, 2000, 27: 17-26.
[4] Scheiner S M. Six types of species-area curves. Global Ecology and Biogeography, 2003, 12: 441-447.
[5] Ma M, Tarmi S, Helenius J. Revisiting the species-area relationship in a semi-natural habitat: floral richness in agricultural buffer zones in Finland. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2002, 89: 137-148.
[6] MacArthur R H, Wilson E O. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1967.
[7] Rosenzweig M L. Species diversity in space and time. Cambridge University Press, Cambridge, 1995.
[8] Lawesson J E, De Blust G, Grashof C, Firbank L, Honnay O, Hermy M, Hobitz P, Jensen L. Species diversity and area-relationships in Danish beech forests. Forest Ecology and Management, 1998, 106: 235-245.
[9] Ulrich W, Buszko J. Sampling design and the shape of species-area curves on the regional scale. Acta Oecologica, 2007, 31: 54-59.
[10] Matter S F, Hanski I, Gyllenberg M. A test of a metapopulation model of the species area relationship. Journal of Biogeography, 2002, 29: 977-983.
[11] Keeley J. Relating species abundance distributions to species-area curves in two Mediterranean-type shrublands. Diversity and Distributions, 2003, 9: 253-259.
[12] Chong G W, Stohlgren T J. Species-area curves indicate the importance of habitats' contributions to regional biodiversity. Ecological Indicators, 2007, 7: 387-395.
[13] Williamson M. Relationship of species number to area, distance and other variables // Myers, AA, Giller, PS, eds. Analytical biogeography. Chapman and Hall, London, 1988, 91-115.
[14] Ney-Nifle M, Mangel M. Species-Area Curves based on Geographic Range and Occupancy. Journal of Theoretic Biology, 1999, 196: 327-342.
[15] Crawley M J, Harral J E. Scale Dependence in Plant Biodiversity. Science, 2001, 291: 864-868.
[16] Lomolino M V, Weiser M D. Towards a more general species area relationship: diversity on all islands, great and small. Journal of Biogeography, 2001, 28: 431-445.
[17] Fridley J D, Peet R K, Wentworth T R, White P S. Connecting fine- and broad-scale species-area relationships of southeastern U. S. flora. Ecology, 2005, 86: 1172-1177.
[18] Turner W R, Tj rve E. Scale-dependence in species-area relationships. Ecography, 2005, 28: 721-730.
[19] Tjørve E. Shapes and functions of species-area curves: a review of possible models. Journal of Biogeography, 2003, 30: 827-835.
[20] Pomeroy D. Centers of High Biodiversity in Africa. Conservation Biology, 1993, 7: 901-907.
[21] Ulrich W, Buszko J. Detecting biodiversity hotspots using species-area and endemics-area relationships: the case of butterflies. Biodiversity and Conservation, 2005, 14: 1977-1988.
[22] Williamson M, Gaston KJ, Lonsdale W M. The species – area relationship does not have an asymptote!. Journal of Biogeography, 2001, 28: 827-830.
[23] Scheiner S M. A m lange of curves-further dialogue about species area relationships. Global Ecology and Biogeography, 2004, 13: 479-484.
[24] Huang B Q, Yang X Q, Yu F H, Luo Y B, Tai Y D. Surprisingly high orchid diversity in travertine and forest areas in the Huanglong valley, China, and implications for conservation. Biodiversity and Conservertion, 2008, 17: 2773-2786.
[25] Bruun H H. Patterns of species richness in dry grassland patches in an agricultural landscape. Ecography, 2000, 23: 641-650.
[26] Honnay O, Hermy M, Coppin P. Effects of area, age and diversity of forest patches in Belgium on plant species richness, and implications for conservation and reforestation. Biological Conservation, 1999, 87: 73-84.
[27] Pausas J G, Austin M P. Patterns of plant species richness in relation to different environments: an appraisal. Journal of Vegetation Science, 2001, 12: 153-166.
[28] Ran J H, Liu S Y. Scientific Expedition of Huanglong Nature Reserve, Sichuan. Sichuan Forestry Press, Chengdu. 2002
[29] Huang B Q, Luo Y B, Yu F H, Tang S Y, Dong L, An D J. Interspecific relationships of dominant species in orchid communities of forest vegetation in Huanglong Valley, Sichuan, China. Journal of Plant Ecology, 2007, 31: 865-872.
[30] He Z B, Zhao W Z, Chang X X, Chang X L, Fang J. Scale dependence in desert plant diversity. Biodiversity and Conservation, 2006, 15: 3055-3064.

参考文献:

[28] 冉江洪, 刘少英, 主编. 黄龙寺自然保护区综合考察报告. 成都: 四川林业出版社, 2002.
[29] 黄宝强, 罗毅波, 于飞海, 唐思远, 董立, 安德军. 四川黄龙沟森林植被中兰科植物群落优势种种间联结和相关分析. 植物生态学报, 2007, 31(5): 865-872.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 4 February, 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 4 期　(2011 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31　No. 4　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 04

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