

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 2 期 2011 年 1 月 (半月刊)

目 次

长白山山杨种群的性比格局及其空间分布	潘春芳,赵秀海,夏富才,等 (297)
冬季融冻过程中白三叶叶片抗氧化酶活力和渗透调节物含量变化与抗冻性的关系	赵 梅,周瑞莲,刘建芳,等 (306)
黄土高原主要森林类型自然性的灰色关联度分析	王乃江,刘增文,徐 钊,等 (316)
两种抗生素对龙须菜的光合生理效应	简建波,邹定辉,刘文华,等 (326)
典型喀斯特峰丛洼地植被群落凋落物 C:N:P 生态化学计量特征	潘复静,张 伟,王克林,等 (335)
塔里木河下游地下水埋深对胡杨气体交换和叶绿素荧光的影响	陈亚鹏,陈亚宁,徐长春,等 (344)
基于 MODIS/NDVI 的陕北地区植被动态监测与评价	宋富强,邢开雄,刘 阳,等 (354)
火因子对荒漠化草原草本层片植物群落组成的影响	贺郝钰,苏洁琼,黄 磊,等 (364)
4 种阔叶幼苗对 PEG 模拟干旱的生理响应	冯慧芳,薛 立,任向荣,等 (371)
城市带状绿地宽度与温湿效益的关系	朱春阳,李树华,纪 鹏,等 (383)
西藏斧锒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,等 (395)
王朗自然保护区大熊猫生境选择	康东伟,康 文,谭留夷,等 (401)
东方田鼠警觉对其功能反应的作用格局	陶双伦,杨锡福,邓凯东,等 (410)
台州市路桥区重金属污染对土壤动物群落结构的影响	白 义,施时迪,齐 鑫,等 (421)
青岛湾小型底栖生物周年数量分布与沉积环境	杜永芬,徐奎栋,类彦立,等 (431)
叉尾斗鱼种群遗传变异与亲缘地理	王培欣,白俊杰,胡隐昌,等 (441)
C ₃ 和 C ₄ 植物寄主对华北地区棉铃虫越冬代和第一代的影响	叶乐夫,付 雪,戈 峰 (449)
3 种海拔高度茶园中 2 种害虫与其天敌间的数量和空间关系	毕守东,柯胜兵,徐劲峰,等 (455)
坝上地区农田和恢复生境地表甲虫多样性	刘云慧,宇振荣,王长柳,等 (465)
若尔盖高寒湿地干湿土壤条件下微生物群落结构特征	牛 佳,周小奇,蒋 娜,等 (474)
红枣贮藏期果面微生物多样性	沙月霞 (483)
CO ₂ 和温度升高情况下白粉菌侵染对西葫芦生长特性的影响	刘俊稚,葛亚明, Pugliese Massimo, 等 (491)
丛枝菌根真菌对中性紫色土土壤团聚体特征的影响	彭思利,申 鸿,袁俊吉,等 (498)
新疆断裂带泉水中细菌群落结构的 PCR-DGGE 分析	吴江超,高小其,曾 军,等 (506)
石油污染对海洋浮游植物群落生长的影响	黄逸君,陈全震,曾江宁,等 (513)
不同耐性水稻幼苗根系对镉胁迫的形态及生理响应	何俊瑜,任艳芳,王阳阳,等 (522)
基于 CLUE-S 模型的密云县面源污染控制景观安全格局分析	潘 影,刘云慧,王 静,等 (529)
基于生态足迹的生态地租分析	龙开胜,陈利根,赵亚莉 (538)
深圳市植被受损分级评价及其与景观可达性的关系	刘语凡,陈 雪,李贵才,等 (547)
专论与综述	
美国、加拿大环境和健康风险管理方法	贺桂珍,吕永龙 (556)
植物蜡质及其与环境的关系	李婧婧,黄俊华,谢树成 (565)
油田硫酸盐还原菌酸化腐蚀机制及防治研究进展	庄 文,初立业,邵宏波 (575)
叶际微生物研究进展	潘建刚,呼 庆,齐鸿雁,等 (583)

坝上地区农田和恢复生境地地表甲虫多样性

刘云慧, 宇振荣*, 王长柳, 李良涛, 常虹

(中国农业大学资源与环境学院, 北京 100193)

摘要: 研究采用陷阱法对河北坝上崇礼县农田、禁牧草地及再造林地 3 种常见生境中地表甲虫进行了取样调查, 分别从鞘翅目分科、步甲分种两个分类水平比较分析了不同生境中的生物多样性状况以评估生境恢复状况及其对生物多样性的影响, 并探索在以生物多样性为指标评估生境恢复状况过程中, 研究结论是否受分类水平的影响。结果显示, 草地和林地具有较为相似鞘翅目和步甲的结构组成, 但均显著不同于农田。农田较再造林地和禁牧草地具有更多的鞘翅目科数及步甲物种数, 且均显著高于林地; 农田中步甲群落的 Fisher's α 多样性指数也显著地高于林地, 但鞘翅目分科水平上的 Fisher's α 多样性指数在各生境中没有差异。结果说明: (1) 再造林和草地禁牧的生境修复活动在当前状态下对生物多样性恢复的作用尚不明显, 仅是表现出促进了景观尺度上较高的 Beta 和 Gamma 多样性, 而农田则在维持当地较高的生物多样性中扮演重要角色; (2) 在鞘翅目分科和步甲分种研究数据所反映的不同生境条件下的多样性和组成状况基本相同, 因此在需要快速评估生境恢复状况且物种水平鉴定存在困难的时候, 可以采用鞘翅目分科的数据替代指示生境恢复的状况并反映生境恢复对生物多样性影响的趋势, 从而减少分类的难度并提高工作效率。但是物种水平的多样性状况更能显著反映生境间的差异。

关键词: 坝上; 步甲; 鞘翅目; 多样性; 生境恢复

The diversity of ground-dwelling beetles at cultivated land and restored habitats on the Bashang plateau

LIU Yunhui, YU Zhenrong*, WANG Changliu, LI Liangtao, CHANG Hong

College of Resources and Environmental Science, China Agricultural University, Beijing 100193, China

Abstract: Land degradation is one of the main causes for biodiversity declines. The restoration of degraded habitats by reforestation and decreased management intensity has therefore been proposed as an important measure for biodiversity conservation. A comparison between invertebrate assemblages from different habitats allows an evaluation of the impacts of anthropogenic land-use changes on biodiversity and an assessment of the effectiveness of restoration schemes. In this study, pitfall traps were used to sample ground dwelling beetles on four replicate plots representing three habitats; cultivated fields, replanted woodland and non-grazed grassland, at Chongli county, Bashang plateau in Northern China. The study region has experienced profound degradations due to overgrazing and land reclamation in past centuries and recently became a source area for dust storms affecting Beijing and Tianjing cities. The diversity of beetle families and ground beetle species were compared between habitats to investigate the following questions: (1) Do non-grazed grassland and replanted woodland harbor significantly more diverse beetle assemblages than intensively managed cultivated fields? (2) Do diversity data derived at species (ground beetles) and family level (all beetles) follow the same trends among habitats, and can therefore be interchangeably used to evaluate the environmental impacts of habitat change and the success of restoration schemes? The results showed that (1) replanted woodland and non-grazed grassland harbored very similar carabid species assemblages and Coleoptera family assemblages, which were significantly different from assemblages on cultivated land; (2) a significantly greater number of both carabid species and Coleoptera families were found on cultivated land in comparison to replanted woodland and non-grazed grassland. For carabid assemblages, Fisher's α was also significantly greater on cultivated land

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30570318 和 30800150); 国家科技支撑资助项目(2006BAJ10B05); 北京市生态学重点学科资助项目

收稿日期: 2009-12-13; **修订日期:** 2010-03-24

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yuzhr@cau.edu.cn.

than at replanted woodland, but no significant differences between habitats were observed for beetle family diversity. The minor differences in beetle assemblages at grassland and woodland habitats might be explained by the fact that the woodland sites had been established on formerly degraded grassland, and hence initially harbored a similar species pool to the grassland plots. The higher productivity, potentially resulting in more diverse food resources, and the open spaces in parts of the cultivated land enhancing the effectiveness of pitfall traps, may be the main causes for the higher diversity in ground dwelling beetles sampled on cultivated land. The short time period of recovery and a complete lack of management could also have led to less diverse ground dwelling beetle assemblages on woodland and grassland sites. Although the diversity patterns at family level for all coleopterans showed similarities to patterns observed at species level in ground beetles, correlations of diversity values between these taxonomic levels were not significant, with the analysis at species level appearing more sensitive in detecting habitat changes. The results indicate that cultivated land in the study area plays an important role in enhancing the overall species pool, as it sustains diverse and unique ground dwelling beetle assemblages. Nonetheless, a diverse landscape mosaic consisting of cultivated land, grassland and replanted woodland is essential to sustain high levels in both beta- and gamma-diversity at larger scales. Moreover, the similarity of trends observed in patterns of carabid species diversity and diversity of beetle families among habitats hints at the feasibility of using family-level data as a surrogate indicator to quickly assess the environmental impacts of habitat change and the success of habitat restoration on beetle diversity at lower taxonomic levels, especially where the taxonomic knowledge at species level is limited.

Key Words: bashang plateau; Northern China; carabidae; coleoptera; diversity; habitat restoration

坝上地区复杂多变的自然环境造就了多样化的景观和生物资源^[1],但同时也造就了其脆弱的生态环境^[2]。20 世纪快速的人口增长和过度的土地开垦不仅导致了该地区生态退化,也威胁到周边地区的生态安全^[3-4]。因此,近些年来该地区的生态治理和修复得到了高度的重视,先后开展了三北防护林建设、京津风沙源治理工程等在内的一系列生态治理项目^[5]。

生物多样性被广泛认为是生态安全的基础^[6],比较不同生境中生物多样性状况,尤其是无脊椎动物的状况,被广泛用于评估人类土地利用的环境效应以及生境修复成效^[7-9]。坝上地区复杂的环境条件为维持较高的生物多样性提供了条件,因为近些年来该地区生态环境退化问题的凸显,针对该地区物种多样性编目与保护、植被、昆虫的组成、动态的研究也得以加强^[10-12],但是由于关注时间短,总体来说对该地区生物多样性的组成、分布等状况的历史和现状均缺乏全面深入的认识,对于一系列生态恢复过程中生物多样性是否得以恢复也缺乏相应的监测和评价^[13]。

采用生物多样性指示环境变化时,由于时间、人力、物力以及现有知识的局限性,选取一些在生态系统中种类、数量丰富、分布广泛、对环境变化敏感、具有良好分类学知识、易于进行标准化取样和分析的生物类群作为指示生物成为常见的研究策略^[14-16]。其中良好的分类学知识是研究生物多样性的基础,但是对数目庞大的生物界来说,现有分类学知识的不足仍然是研究生物多样性的重大障碍^[17-18]。理想的状态是在物种水平上分析多样性的组成状况,但是在一些情况下在较高的分类水平上进行生物多样性的评估也成为替代的策略。

鞘翅目是昆虫纲中乃至动物界种类最多、分布最广的第一大目^[19]。步甲是鞘翅目中数量和种类最为丰富的类群之一,在生态系统也扮演着重要的角色,也是国外最常采用并成功应用的一类指示生物^[16]。本研究将对坝上生态过渡区农田、恢复中的草地以及再造林地 3 种类型生境中步甲科物种水平以及鞘翅目科级分类水平上多样性组成和分布状况进行研究,以回答如下两个问题:(1)在坝上生态过渡区,处于生态修复中的禁牧草地、再造林地是否较集约化生产的农田生境维持较高的生物多样性?(2)不同的分类水平上的多样性数据在评估生境恢复状况及其对生物多样性的影响过程中能否获得较为一致的研究结论?

1 研究区与研究方法

1.1 研究区概况

崇礼(40°47'—41°17'N, 114°47'—115°34' E)位于河北省西北部,张家口市中部,属于坝上与坝下过渡区。全县面积 2334 km²,海拔高度为 813—2174 m,最大高差为 1361 m。植物区系具有较大的过渡特点,属暖温带落叶阔叶林地带向温带草甸式草原地带的过渡区,典型自然植物群落主要为灌丛、针叶林及落叶阔叶林。其中优势植被为落叶阔叶林,主要包括山杨、白桦、榆、蒙古栎等;针叶林主要为华北落叶松林;灌丛主要有山杏、绣线菊、百里香、金鸡儿等;在山坡及坡梁地带分布着干草原,以针茅、披碱草等禾本科为主。研究区生态环境比较脆弱,是“三北”防护林和京津周围造林绿化重点区域。根据 2002 年 TM 遥感解译数据的土地利用数据,荒草地(48.7%),裸岩石砾(2.2%) 占全县土地面积的 50% 以上,而天然草地(7.2%),未成林造林地(0.7%),有林地(10.4%),灌木林(3.5%),农田(27.2%),城镇用地(0.1%)六类用地累计所占的全县面积比例少于 50%。因此,虽然近些年加大了生态修复和建设工程的力度,土地退化的形势仍很严峻。

1.2 样方设置与取样方法

研究在崇礼县东北部的白旗村选取包括农田,草地以及林地在内的 3 种常见的生境类型。其中林地是 1979 年在退化的草地上人工种植的华北落叶松林。草地自 2002 年起开始禁牧,但是仍有部分村民偶尔进行违规放牧。农田主要分布于村庄附近的低地,取样调查的农田有两块为燕麦地,另两块分别为白菜地和土豆地。

取样过程中每一类生境设置 4 个相互独立的 20 m × 20 m 的样方作为重复,样方间距离控制在 50m 以上。选取口径 8 cm,高 11.5 cm 的塑料杯作为陷阱,每个样方内设置 8 个陷阱,分别置于样方两条对角线上距离样方中心点 4 m 和 7 m 的位置。陷阱中放入约占塑料杯陷阱体积 1/3 的 75% 的酒精作为防腐剂,并在陷阱上方 5 cm 处放置防雨罩。取样在 2007 年农历 5 月至 9 月,布点后第 6 天收回陷阱。陷阱收回后挑选出其中的甲虫制作标本,并在科级水平进行分类,其中步甲鉴定到物种水平。甲虫分科鉴定主要参考《A Key to the families of British beetles》^[20],步甲分种鉴定主要参考《河南昆虫志 鞘翅目(一)》^[21]。每个样方中 8 个陷阱的数据合并作为该样点的取样数据进行后续分析。

1.3 数据分析

多样性指数分别选取物种数或科数、Fisher's α ^[22-23] 两个指数,其中 Fisher's α 指数采用 PAST 进行计算^[24]。在 DPS V3.11 中采用单因素方差分析和 Duncan 新复极差多重比较法对不同生境中步甲群落物种多样性以及鞘翅目科多样性差异的显著性进行比较^[25]。

鞘翅目以及步甲科的物种周转率采用基于 Chord-normalized expected species shared (CNESS) 相异指数的非线性多维尺度分析(non-linear multidimensional scaling, NMDS) 方法进行分析^[26]。Chord-normalized expected species shared (CNESS) 相异指数是最适合于进行定量数据分析的指数之一^[26],它能够计算具有不同样方大小的样点间基于概率的相似性。这里采用 COMPAH^[27] 来计算 CNESS 相异矩阵。CNESS 相异矩阵计算过程中取样的大小(参数 m)可以变化,但必须大于最小的取样值而且小于最大取样值。m 值取值较大时,强调稀有物种,反之强调的则是优势物种。此外,采用相关分析分析了不同分类水平上多样性的关系。

2 结果

2.1 不同生境下鞘翅目和步甲组成情况

整个取样期内共捕获鞘翅目个体 1124 头,分属 16 个科。其中步甲 455 头,分属 37 个种。分析不同生境下捕获的鞘翅目甲虫的总体情况显示(表 1),农田中捕获的步甲个体数量居中,但物种数最多;林地中具有最少的个体数和物种数。*Pterostichus fortipes* 在草地和林地中均为优势物种,分别占了各自生境捕获个体数的 53.5% 和 44.3%。对于鞘翅目而言,农田中捕获的鞘翅目个体数最多;草地中鞘翅目甲虫个体数量居中,但所属的科数最多;而林地中个体数和科数均是最少的。不同生境类型下,步甲科均为优势科,但草地和林地中步甲科均占据绝对的优势(均占所捕获个体数的 50% 以上),而农田中步甲科所占的比例相对于草地和林地

少得多,且少于隐翅虫科(38.1%)仅占农田总个体数的27.6%。

2.2 不同生境条件不同分类水平甲虫 Alpha 多样性

图1显示,对于步甲而言,无论是物种数还是Fisher's α 指数的最大值均出现在农田当中,其次为草地,而林地中的步甲物种数和Fisher's α 指数均为最低。方差分析显示,无论是物种数($F = 4.898$, $df = 2$, $P = 0.036$)和Fisher's α 指数($F = 4.178$, $df = 2$, $P = 0.052$)统计显著性差异仅出现在农田和林地之间(物种数: $P = 0.017$;Fisher's α : $P = 0.028$),林地和草地(物种数: $p = 0.408$;Fisher's α : $P = 0.582$),草地与农田(物种数: $P = 0.058$;Fisher's α : $P = 0.058$)之间均无显著性差异。

在科级分类水平上分析鞘翅目的 alpha 多样性显示,对于科数而言($F = 6.167$, $df = 2$, $P = 0.021$),草地和农田间没有显著的统计性差异($P = 0.779$),但是二者均显著高于林地(草地与林地: $P = 0.014$;农田与林地: $P = 0.018$)。但3种生境中的Fisher's α 指数均无显著差异($F = 1.406$, $df = 2$, $P = 0.294$)。

表1 不同生境下步甲科和鞘翅目组成基本情况

Table 1 The overall compositions of Carabidae and Coleoptera in different habitats

项目 Item	农田 Cultivated land	草地 Grassland	林地 Woodland
步甲科 个体数 Number of individuals	154	170	131
步甲科 物种数 Number of species	26	20	14
优势物种 Dominant species	<i>Harpalus calceatus</i> (20.7%), <i>Harpalus corporosus</i> (14.9%), <i>Syntomus pallipes</i> (13.0%)	<i>Pterostichus fortipes</i> (53.5%)	<i>Pterostichus fortipes</i> (44.3%) <i>Pseudotaphoxenus mongolicus</i> (21.4%)
鞘翅目 个体数 Number of individuals	580	330	214
鞘翅目 科数 Number of families	11	16	10
优势科 Dominant families	步甲科 Carabidae (27.6%), 隐翅虫科 Staphylinidae (38.1%)	步甲科 Carabidae (51.5%)	步甲科 Carabidae (61.2%)

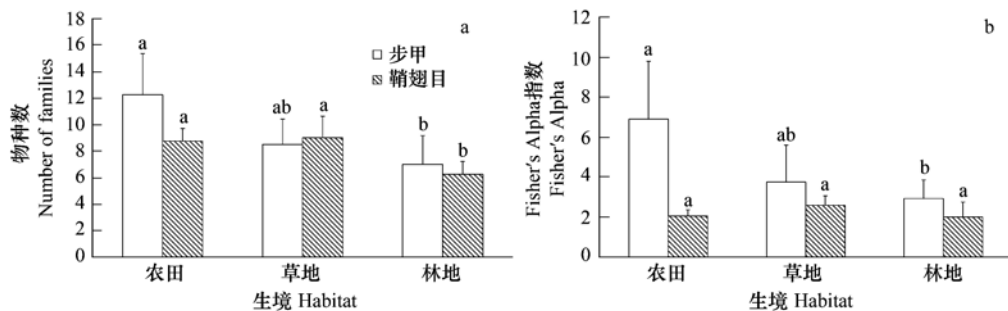


图1 不同生境条件下步甲科和鞘翅目 Alpha 多样性

Fig. 1 Alpha diversity of Carabidae and Coleoptera in different habitats

(a) 鞘翅目科数或步甲物种数; (b) Fisher's α 指数(误差线代表1SD; Duncan 多重比较方法, 相同字母表示在0.05水平上无显著差异)

2.3 不同分类水平甲虫集群物种周转率

对不同生境中物种周转率进行分析显示,对于步甲科物种水平的分析而言,不论是优势物种($m = 1$)还是稀有物种($m = 12$)(图2a,b),草地和林地各样点相对聚集在一块,并与农田各样点相互分开,且农田各样点相对聚集。这说明无论是优势物种还是稀有物种,农田中步甲群落的结构比较相似,且显著不同于草地和林地中群落结构。而草地和林地中的步甲群落结构则也比较相似。

对于科级分类水平上鞘翅目群落的结构也呈现了类似的特征,无论是对于优势科还是稀有科,农田的各样点相对聚集,并与林地和草地相对分离,而林地和草地各样点则相对聚集,这也指示了林地和草地中具有较为相似、但显著不同于农田的鞘翅目群落结构。

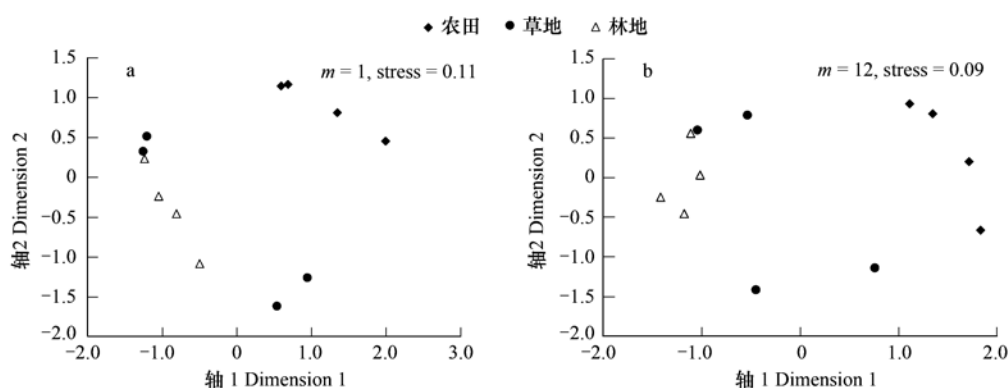


图2 不同生境步甲科基于 CNESS 相异指数的 NMDS 分析

Fig. 2 Non-linear two-dimensional scaling of carabid samples based on the CNESS index of dissimilarity at the sample size parameter

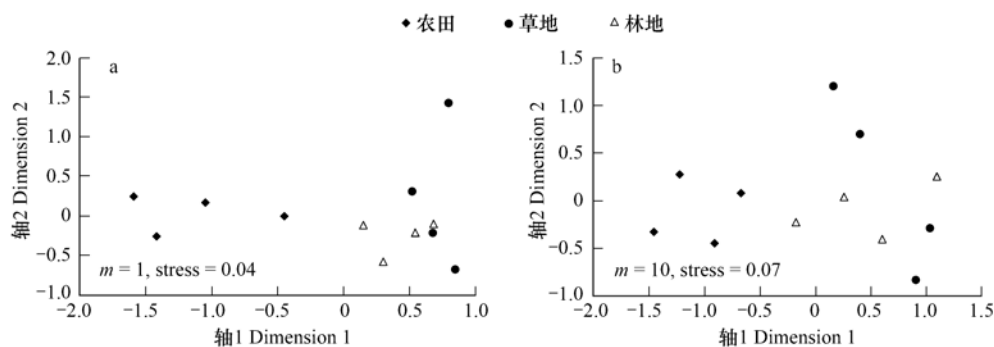


图3 不同生境鞘翅目基于 CNESS 指数的 NMDS 分析

Fig. 3 Non-linear two-dimensional scaling of Coleoptera samples based on the CNESS index of dissimilarity at the sample size parameter

2.4 不同分类水平甲虫多样性关系分析

对不同分类水平数据计算得到的多样性结果的相关性分析显示,鞘翅目科数与步甲物种数($r=0.35$, $P=0.26$),鞘翅目分科水平 Fisher's α 和步甲物种水平 Fisher's α ($r=-0.06$, $P=0.85$)之间均无显著的相关性,说明不同层次的分析并不能相互替代。

3 讨论与结论

与研究预期不同,本实验中无论是在鞘翅目科级水平上还是在步甲科物种水平上分析生境中的生物多样性状况,都未显示较少人为干扰的再造林地和禁牧的草地较集约化的农田维持更高的生物多样性。相反,农田中无论是鞘翅目的科数还是步甲的物种数均显著地高于林地;农田中步甲群落的 Fisher's α 多样性指数也显著地高于林地。对于这一现象的可能解释是:(1)尽管在传统的观念中农田较自然、半自然的生境维持较低的生物多样性,但最近的一些研究发现在一些集约化程度较低的农田作为特殊的开放生境,能够提供较自然生境更多的食物来源并维持较高的生产力,从而可能维持较自然和半自然生境更高的生物多样性^[28-29]。如前所述,研究区内残存的自然生境比例很少,退化土地(荒草地和裸岩石砾)占了研究区总面积的50%以上,因此农业可能因相对较好的植被状况和较高的生产力而维持更多的物种。(2)由于人类长期的干扰和悠久的种植史,使得喜好农作物的植食性物种和适应于农田生境的捕食性物种有更多的机会得以保留。文献报道显示,农田已成为一些地区物种最主要的生存生境,一些物种已经适应了农田生境,甚至只出现在农田生境中^[30-31];在本研究中植食性物种 *Harpalus calceatus* 就为农田生境的优势物种,而捕食性物种 *Dolichus halensis* 仅出现在农田中。这都使得农田较自然、半自然的生境维持较高的生物多样性成为可能。(3)生境修复所采用的具体措施会影响到多样性恢复的效率^[32-33];评估生境恢复在多样性恢复中所起的作用,需要建立在长期监测基础上^[33]。在本研究中,虽然调查的林地和草地相对于农田受到较少的干扰,但是林地种植树种单一且

缺乏其他积极有效的生境管理措施^[13],草地实施禁牧的时间也较短,这都可能造成恢复生境在促进生物多样性恢复方面的作用不明显。(4)取样方法与生境特征共同作用导致的取样误差也能提供部分解释。陷阱法因为经济、易于操作、能提供标准化的分析数据等特点而被广泛地应用于地表甲虫的调查取样中^[34-35],但其最大的缺点是反映的并非物种的真实密度而是物种的活动性密度^[36-37],一些影响物种活动性的因素会给取样结果带来误差,如植被密度的不同,就可能导致开放的农田能够比地表植被密集的林地和草地中更易于捕获到地表甲虫^[38]。

另一方面,草地和林地中较低的 α 多样性说明当前的再造林地和草地禁牧等生态修复活动对生物多样性恢复的作用尚不明显,同时从另一个角度也说明了农田生境在维持当地较高生物多样性中的重要作用。但是,正如图3、图4所示,无论是对于鞘翅目群落和步甲群落,林地和草地均有着显著不同于农田的群落结构,说明再造林地和禁牧草地的存在至少促进了景观尺度上较高的Beta和Gamma多样性。而再造林地和禁牧草地中相似的鞘翅目分科和步甲分种的群落结果状况可能与再造林地是在草地基础上种植形成、与草地具有相同的物种库有关。

此外本研究显示,鞘翅目分科水平上和步甲科分种水平上多样性数据所反映的不同生境条件下的多样性及结构格局基本相同,这也证实了一些研究的观点:在环境影响研究中,可以采用较高层次分类的数据指示环境的变化及其影响,从而减少分类的难度并提高工作效率^[39]。但物种水平的分析相对能够更好地反映生境之间的差别,如本研究中分析Fisher's α 指数时,在分科的水平上,3种生境中均无显著差别,但是在物种的水平上,则可反映出农田和林地之间具有显著的差别。然而,由于鞘翅目分科多样性和步甲物种多样性并无显著的相关,不同分类层次的分析并不能相互替代。

致谢:中国科学院动物所梁宏斌副研究员对部分物种的鉴定提供了帮助。

References:

- [1] Zhang Z T. Planning and Management Effectiveness Assessment of Nature Reserves in Hebei Province. , Hebei: Agricultural University Of Hebei, 2009.
- [2] Xu M Y, Xie F, Li Y Q, Guo M, Li Y Q, Liang J F, Aogentebaiyin. The rangeland type and current situation of Chongli county in sand source areas around Beijing and Tianjin. *Journal of Agricultural University of Hebei*, 2006, 29(2): 72-76.
- [3] Yuan J G, Wang W, Long L M. Land Degradation and ecological reconstruction of eco-fragile region in Bashang of Hebei Province. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2006, 20(3): 139-143.
- [4] Li S, Sun J L. Land degradation in surrounding areas of Beijing and its changing trend. *Resources Science*, 2005, 27(3): 89-95.
- [5] Chen Y M, Peng L, Song L W. Preliminary study on control measures of soil and water conservation district in Chongli county, Hebei Province. *Research of Soil and Water Conservation*, 2007, 11(5): 13-15.
- [6] Ma K M, Fu B J, Li X Y, Guan W B. The regional pattern for ecological security(RPES): the concept and theoretical basis. *Acta Ecologica Sinica*, 2004, 24(4): 761-768.
- [7] Mortimer S R, Hollier J A, Brown V K. Interactions between plant and insect diversity in the restoration of lowland calcareous grasslands in southern Britain. *Applied Vegetation Science*, 1998, 1(1): 101-114.
- [8] Paoletti M G, Bressan M. Soil invertebrates as bioindicators of human disturbance. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 1996, 15(1): 21-62.
- [9] Riggins J J, Davis C A, Hoback W W. Biodiversity of belowground invertebrates as an indicator of wet meadow restoration success (Platte River, Nebraska). *Restoration Ecology*, 2009, 17(4): 495-505.
- [10] Li L F. Studies on Main Biotical Resources and Biodiversity Inventory in Weichang Hongsongwa National Reserve. Beijing: Sinces Press, 2005.
- [11] Wei W, Yang X D, Dong J Z, Wang Y B, Tao B, Yang F C. Seasonal dynamics of structure and diversity of insect communities in Bashang of Hebei Province. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2008, 24(3): 300-303.
- [12] Yang X D, Dong J Z, Yang X L, Li R J. The noctuid moths in Bashang plateau in the northwest of Hebei Province. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2009, 46(6): 951-954
- [13] Liu J T, Li H S, Li S C. Research of biological diversity of eco-forestry project in Bashang, Hebei Province. *Protection Forest Science and Technology*, 2004, 2: 64-66.
- [14] Duelli P. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: an approach at two different scales. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 1997, 62

(2/3): 81-91.

- [15] Ferris R, Humphrey J W. A review of potential biodiversity indicators for application in British forests. *Forestry*, 1999, 72(4): 313-328.
- [16] Rainio J, Niemelä J. Ground beetles (*Coleoptera*: *Carabidae*) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, 2003, 12(3): 487-506.
- [17] Hołyński R B. Taxonomy crisis, biodiversity disaster-and sabotaging regulations. *Munis Entomology & Zoology*, 2008, 3 (1): 1-6.
- [18] Blackmore S. Environment: biodiversity update-progress in taxonomy. *Science*, 2002, 298(5592): 365.
- [19] Ge S Q, Yang X K, Li W Z, Cui J Z. A review of the progress of research on *Coleopteran* phylogeny. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 2003, 28 (4): 599-605.
- [20] Unwin D M. A Key to the families of British beetles. *Field Studies*, 1984, 149-197.
- [21] Zhu C Q, Zhu D M, Yin X M eds. *Insects Fauna of Henan Coleoptera* (1). Zhengzhou: Henan Scientific and Technological Publishing House, 1999.
- [22] Fisher R A, Corbet A S, Williams C B. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology*, 1943, 12(1): 42-58.
- [23] Magurran A E. *Ecological diversity and Its Measurement*. New Jersey: Princeton University Press, 1988.
- [24] Hammer O, Harper D A T, Ryan P D. PAST: paleontological statistics software package for education and data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 2001, 4(1): 1-9.
- [25] Tang Q Y, Feng M G. *DPS Data Procession System for Practical Statistics*. Beijing: Science Press, 2002.
- [26] Trueblood D D, Gallagher E D, Gould D M. Three stages of seasonal succession on the Savin Hill Cove mudflat, Boston Harbor. *Limnology and Oceanography*, 1994, 39(6): 1440-1454.
- [27] Gallagher E D, Keay K E. Organism-sediment-contaminant interactions//Stolzenbach K, Adams E, eds. Boston Harbor. Contaminated Sediments in Boston Harbor. Cambridge: MIT Sea Grant Publication, 1998: 87-130.
- [28] Pimentel D, Stachow U, Takacs D A, Brubaker H W, Dumas A R, Meaney J J, O'Neil J A S, Onsi D E, Corzilius D B. Conserving biological diversity in agricultural? forestry systems. *BioScience*, 1992, 432(5): 354-362.
- [29] Tschamtk T, Klein A M, Kruess A, Steffan-Dewenter I, Thies C. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity-ecosystem service management. *Ecology Letter*, 2005, 8(8): 857-874.
- [30] Callahan M A Jr, Richter D D Jr, Coleman D C, Hofmockel M. Long-term land-use effects on soil invertebrate communities in Southern Piedmont soils, USA. *European Journal of Soil Biology*, 2006, 42(S1): 150-156.
- [31] Saska P, Vodde M, Heijerman T, Westerman P, Werf W. The significance of a grassy field boundary for the spatial distribution of carabids within two cereal fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2007, 122(4): 427-434.
- [32] Lamb D, Erskine P D, Parrotta J A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, 2005, 310(5754): 1628-1632.
- [33] Davis C A, Utrup J S. Response of Terrestrial invertebrates to high- and low-diversity grassland restorations in South-Central Nebraska. *Restoration Ecology*, 2010, 18(S2): 479-488.
- [34] Thiele H U. *Carabid Beetles in Their Environments — A Study on Habitat Selection by Adaptations in Physiology and Behavior*. New York: Springer-Verlag, 1977.
- [35] Southwood T R E. *Ecological Methods*. London: Methuen, 1978: 391.
- [36] Mitchell B. Ecology of two carabid beetles, *Bembidion lampros* (Herbst) and *Trechus quadristriatus* (Schrank) II. Studies on populations of adults in the field, with special reference to the technique of pitfall trapping. *Journal of Animal Ecology*, 1963, 32(3): 377-392.
- [37] Greenslade P J M. Pitfall trapping as a method for studying populations of *Carabidae* (*Coleoptera*). *Journal of Animal Ecology*, 1964, 33(2): 301-310.
- [38] Thomas C F G, Brown N J, Kendal D A. Carabid movement and vegetation density: Implications for interpreting pitfall trap data from split-field trails. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2006, 113(1/4): 51-61.
- [39] Khan S A. Is species level identification essential for environmental? *Current Science*, 2006, 91(1): 29-34.

参考文献:

- [1] 张智婷. 河北省自然保护区规划和管理有效性评估. 河北: 河北农业大学, 2009.
- [2] 徐敏云, 谢帆, 李艳琴, 郭明, 李运起, 梁剑芳, 敖特根白音. 京津风沙源区崇礼县草地类型及草地现状. *河北农业大学学报*, 2006, 29(2): 72-76.
- [3] 袁金国, 王卫, 龙丽民. 河北坝上生态脆弱区的土地退化及生态重建. *干旱区资源与环境*, 2006, 20(3): 139-143.
- [4] 李爽, 孙九林. 北京风沙源区土地退化及其趋势分析. *资源科学*, 2005, 27(3): 89-95.
- [5] 陈艳梅, 彭林, 宋立伟. 河北省崇礼县水土保持分区治理措施初探. *水土保持研究*, 2007, 11(5): 13-15.

- [6] 马克明, 傅伯杰, 黎晓亚, 关文彬. 区域生态安全格局: 概念与理论基础. 生态学报, 2004, 24(4): 761-768.
- [10] 李连芳. 围场红松洼国家级自然保护区主要生物资源及多样性. 北京: 科学出版社, 2005.
- [11] 魏伟, 杨向东, 董建臻, 王云滨, 陶哺, 杨福存. 河北坝上地区菜田昆虫群落结构与季节动态分析. 中国农学通报, 2008, 24(3): 300-303.
- [12] 杨向东, 董建臻, 杨晓玲, 李瑞军. 冀西北坝上地区的夜蛾科昆虫. 昆虫知识, 2009, 46(6): 951-954.
- [13] 刘建婷, 李海山, 李素川. 河北坝上生态林业工程生物多样性问题的探讨. 防护林科技, 2004, 2: 64-66.
- [19] 葛斯琴, 杨星科, 李文柱, 崔俊芝. 鞘翅目系统演化关系研究进展. 动物分类学报, 2003, 28(4): 599-605.
- [21] 祝长清, 朱东明, 尹新明. 河南昆虫志鞘翅目(一). 郑州: 河南科学技术出版社, 1999.
- [25] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京: 科学出版社, 2002.

附件 1: 不同生境下步甲科物种组成

Appendix 1: Species compositions of Carabidae beetles in different habitats

物种 Species	农田 Cultivated land	草地 Grassland	林地 Woodland	个体数 Number of individuals
<i>Agonum</i> sp.	1	1	0	2
<i>Amara chalcites</i> Dejean, 1828	0	1	0	1
<i>Amara communis</i> (Panzer, 1796)	2	1	1	4
<i>Amara macronota</i> Solsky, 1875	0	2	0	2
<i>Amara majuscula</i> (Chaudoir, 1850)	1	0	0	1
<i>Bembidion insidiosum</i> Solsky 1874	17	0	0	17
<i>Bembidion pogonoides</i> Bate, 1883	1	0	0	1
<i>Bembidion</i> sp.	0	1	0	1
<i>Bradycellus</i> sp.	1	0	0	1
<i>Carabus brandti</i> Faldermann, 1835	0	0	1	1
<i>Carabus crassesculptus</i> Kraatz, 1881	0	2	7	9
<i>Carabus kruberi</i> Fischer-Waldheim, 1822	3	8	18	29
<i>Carabus latreillei</i> Fischer-Waldheim, 1822	0	5	0	5
<i>Carabus manifestus</i> Kraatz, 1881	0	1	0	1
<i>Carabus vladimirskyi</i> Dejean, 1830	0	3	8	11
<i>Cymindis</i> sp.	1	0	0	1
<i>Dolichus halensis</i> (Schaller, 1783)	4	0	0	4
<i>Harpalus suensoni</i> Kataev 1997	0	0	1	1
<i>Harpalus brevicornis</i> Germar, 1824	1	0	0	1
<i>Harpalus bungii</i> Chaudoir, 1844	4	7	0	11
<i>Harpalus calceatus</i> (Duftschmid, 1812)	35	5	1	41
<i>Harpalus corporosus</i> (Motschulsky, 1861)	23	2	0	25
<i>Harpalus eous</i> Tschitscherine, 1901	1	0	0	1
<i>Harpalus griseus</i> (Panzer, 1796)	2	1	0	3
<i>Harpalus pallidipennis</i> Morawitz, 1862	2	3	0	5
<i>Harpalus simplicidens</i> Schaubberger, 1929	16	1	0	17
<i>Martyr alter</i> Semenov and Znojko, 1929	0	2	2	4
<i>Nebria livida angulata</i> B nninger, 1949	1	0	0	1
<i>Pristosia</i> sp.	0	0	1	1
<i>Pseudotaphoxenus mongolicus</i> (Jedlicka, 1953)	3	30	28	61
<i>Pseudotaphoxenus rugipennis</i> Faldermann, 1835	1	0	2	3
<i>Pterostichus fortipes</i> Chaudoir, 1850	6	91	58	155
<i>Pterostichus gebleri</i> Dejean, 1828	5	3	2	10
<i>Pterostichus microcephalus</i> (Motschulsky, 1860).	1	0	0	1
<i>Syntomus pallipes</i> (Dejean 1825)	20	0	0	20
<i>Synuchus</i> sp1.	1	0	0	1
<i>Synuchus</i> sp2.	1	0	1	2
个体数 Number of individuals	154	170	131	
物种数 Number of species	26	20	14	

附件2 不同生境下鞘翅目分科组成

Appendix 2 amily compositions of *Coleoptera* beetles in different habitats

科 Family	农田 Cultivated land	草地 Grassland	林地 Woodland	个体数 Number of individuals
步甲 <i>Carabidae</i>	160	170	131	461
虎甲 <i>Cicindelidae</i>	0	1	1	2
象甲 <i>Curculionidae</i>	20	8	0	28
粪金龟 <i>Geotrupidae</i>	11	9	6	26
花金龟 <i>Cetoniidae</i>	0	2	1	3
鳃金龟 <i>Melolonthidae</i>	18	4	1	23
叩头甲 <i>Elateridae</i>	5	1	0	6
埋葬甲 <i>Silphidae</i>	0	48	20	68
拟步甲 <i>Tenebrionidae</i>	1	46	11	58
瓢甲科 <i>Coccinellidae</i>	43	0	0	43
天牛科 <i>Cerambycidae</i>	0	4	0	4
芜菁科 <i>Meloidae</i>	0	4	0	4
叶甲科 <i>Chrysomelidae</i>	28	4	0	32
隐翅虫 <i>Staphylinidae</i>	221	25	39	285
阎甲科 <i>Histeridae</i>	68	1	3	72
伪瓢甲科 <i>Endomychidae</i>	0	2	0	2
花甲科 <i>Dascillidae</i>	5	0	1	6
水龟甲科 <i>Hydrophilidae</i>	0	1	0	1
个体数 Number of individuals	580	330	214	
科数 Number of families	11	16	10	

CONTENTS

Sex ratio and spatial pattern in <i>Populus davidiana</i> in Changbai Mountain	PAN Chunfang, ZHAO Xiuhai, XIA Fucui, et al	(297)
The relationship between freeze-tolerance and changes in activities of antioxidant enzymes and osmolyte content in the leaves of white clover during early winter freeze-thaw cycles	ZHAO Mei, ZHOU Ruilian, LIU Jianfang, et al	(306)
Gray correlation analysis on naturalness of the primary forest types on the Losses Plateau	WANG Naijiang, LIU Zengwen, XU Zhao, et al	(316)
Photosynthetic responses of <i>Gracilaria lemaneiformis</i> to two antibiotics	JIAN Jianbo, ZOU Dinghui, LIU Wenhua, et al	(326)
Litter C:N:P ecological stoichiometry character of plant communities in typical Karst Peak-Cluster Depression	PAN Futing, ZHANG Wei, WANG Kelin, et al	(335)
Effects of groundwater depth on the gas exchange and chlorophyll fluorescence of <i>Populus euphratica</i> in the lower reaches of Tarim River	CHEN Yapeng, CHEN Yaning, XU Changchun, et al	(344)
Monitoring and assessment of vegetation variation in Northern Shaanxi based on MODIS/NDVI	SONG Fuqiang, XING Kaixiong, LIU Yang, et al	(354)
Effects of fire on the structure of herbage synusia vegetation in desertified steppe, North China	HE Haoyu, SU Jieqiong, HUANG Lei, et al	(364)
Physiological responses of four broadleaved seedlings to drought stress simulated by PEG	FENG Huifang, XUE Li, REN Xiangrong, et al	(371)
Effects of the different width of urban green belts on the temperature and humidity	ZHU Chunyang, LI Shuhua, JI Peng, et al	(383)
Diversity of waterbirds and change in home range of bar-headed geese <i>Anser indicus</i> during breeding period at Hangcuo Lake of Tibet, China	ZHANG Guogang, LIU Dongping, QIAN Fawen, et al	(395)
The habitat selection of Giant panda in Wanglang Nature Reserve, Sichuan Province, China	KANG Dongwei, KANG Wen, TAN Liuyi, et al	(401)
Effects of vigilance on the patterns of functional responses of foraging in voles (<i>Microtus fortis</i>)	TAO Shuanglun, YANG Xifu, DENG Kaidong, et al	(410)
Influence of heavy metal pollution on soil animal community in Luqiao, Taizhou City	BAI Yi, SHI Shidi, QI Xin, et al	(421)
Annual quantitative distribution of meiofauna in relation to sediment environment in Qingdao Bay	DU Yongfen, XU Kuidong, LEI Yanli, et al	(431)
Population genetic variations and phylogeography of <i>Macropodus opercularis</i>	WANG Peixin, BAI Junjie, HU Yinchang, et al	(441)
Contribution of C ₃ and C ₄ host plants for the overwintering and 1 st generation of <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) in Northern China	YE Lefu, FU Xue, GE Feng	(449)
Relationships between two species of insect pests and their natural enemies in tea gardens of three different altitudes	BI Shoudong, KE Shengbing, XU Jinfeng, et al	(455)
The diversity of ground-dwelling beetles at cultivated land and restored habitats on the Bashang plateau	LIU Yunhui, YU Zhenrong, WANG Changliu, et al	(465)
Characteristics of soil microbial communities under dry and wet condition in Zoige alpine wetland	NIU Jia, ZHOU Xiaoqi, JIANG Na, et al	(474)
Microbial diversity of the jujube (<i>Zizyphus jujuba</i> Mill.) fruits surface during harvesting and storage stages	SHA Yuexia	(483)
Effects of powdery mildew infection on zucchini growth under elevated CO ₂ and temperature	LIU Junzhi, GE Yaming, Pugliese Massimo, et al	(491)
Impacts of arbuscular mycorrhizal fungi on soil aggregation dynamics of neutral purple soil	PENG Sili, SHEN Hong, YUAN Junji, et al	(498)
The bacterial community structures in Xinjiang fault belt spring analyzed by PCR-DGGE	WU Jiangchao, GAO Xiaoqi, ZENG Jun, et al	(506)
The impact of oil pollution on marine phytoplankton community growth change	HUANG Yijun, CHEN Quanzhen, ZENG Jiangning, et al	(513)
Root morphological and physiological responses of rice seedlings with different tolerance to cadmium stress	HE Junyu, REN Yanfang, WANG Yangyang, et al	(522)
Non-point pollution control for landscape conservation analysis based on CLUE-S simulations in Miyun County	PAN Ying, LIU Yunhui, WANG Jing, et al	(529)
Analysis on ecological land rent based on ecological footprint	LONG Kaisheng, CHEN Ligen, ZHAO Yali	(538)
Relationship of vegetation degradation classification and landscape accessibility classification in Shenzhen	LIU Yufan, CHEN Xue, LI Guicai, et al	(547)
Review and Monograph		
Risk management approaches for environmental and human health risks in the United States and Canada	HE Guizhen, LÜ Yonglong	(556)
Plant wax and its response to environmental conditions: an overview	LI Jingjing, HUANG Junhua, XIE Shucheng	(565)
Acid corrosion mechanism of the sulfate-reducing bacteria and protecting studies in oilfield	ZHUANG Wen, CHU Liye, SHAO Hongbo	(575)
Advance in the research of phyllospheric microorganism	PAN Jiangang, HU Qing, QI Hongyan, et al	(583)

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	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@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		

