

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

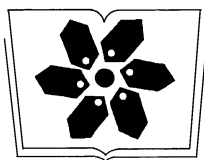
中国生态学会2011年学术年会专辑



第31卷 第19期 Vol.31 No.19 **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 19 期

2011 年 10 月 (半月刊)

目 次

卷首语	本刊编辑部 (I)
我国生态学研究及其对社会发展的贡献	李文华 (5421)
生态学的现任务——要在混乱和创新中前进	蒋有绪 (5429)
发展的生态观:弹性思维	彭少麟 (5433)
中国森林土壤碳储量与土壤碳过程研究进展	刘世荣,王 晖,栾军伟 (5437)
区域尺度陆地生态系统碳收支及其循环过程研究进展	于贵瑞,方华军,伏玉玲,等 (5449)
流域尺度上的景观格局与河流水质关系研究进展	刘丽娟,李小玉,何兴元 (5460)
中国珍稀濒危孑遗植物珙桐种群的保护	陈 艳,苏智先 (5466)
水资源投入产出方法研究进展	肖 强,胡 聃,郭 振,等 (5475)
我国害鼠不育控制研究进展	刘汉武,王荣欣,张凤琴,等 (5484)
基于 NDVI 的三江源地区植被生长对气候变化和人类活动的响应研究	李辉霞,刘国华,傅伯杰 (5495)
毛乌素沙地克隆植物对风蚀坑的修复	叶学华,董 鸣 (5505)
近 50 年黄土高原地区降水时空变化特征	王麒麟,范晓辉,王孟本 (5512)
森林资源可持续状况评价方法	崔国发,邢韶华,姬文元,等 (5524)
黄土丘陵区景观格局对水土流失过程的影响——景观水平与多尺度比较	王计平,杨 磊,卫 伟,等 (5531)
未来 10 年黄土高原气候变化对农业和生态环境的影响	俄有浩,施 茜,马玉平,等 (5542)
山东近海生态资本价值评估——近海生物资源现存量价值	杜国英,陈 尚,夏 涛,等 (5553)
山东近海生态资本价值评估——供给服务价值	王 敏,陈 尚,夏 涛,等 (5561)
特大冰冻灾害后大明山常绿阔叶林结构及物种多样性动态	朱宏光,李燕群,温远光,等 (5571)
低磷和干旱胁迫对大豆植株干物质积累及磷效率的影响	乔振江,蔡昆争,骆世明 (5578)
中国环保模范城市生态效率评价	尹 科,王如松,姚 亮,等 (5588)
污染足迹及其在区域水污染压力评估中的应用——以太湖流域上游湖州市为例	焦雯珺,闵庆文,成升魁,等 (5599)
近二十年来上海不同城市空间尺度绿地的生态效益	凌焕然,王 伟,樊正球,等 (5607)
城市社区尺度的生态交通评价指标	戴 欣,周传斌,王如松,等 (5616)
城市生态用地的空间结构及其生态系统服务动态演变——以常州市为例	李 锋,叶亚平,宋博文,等 (5623)
中国居民消费隐含的碳排放量变化的驱动因素	姚 亮,刘晶茹,王如松 (5632)
煤矿固废资源化利用的生态效率与碳减排——以淮北市为例	张海涛,王如松,胡 聃,等 (5638)
城市遮阴环境变化对大叶黄杨光合过程的影响	于盈盈,胡 聃,郭二辉,等 (5646)
广东永汉传统农村的聚落生态观	姜雪婷,严力蛟,后德仟 (5654)
长江三峡库区昆虫丰富度的海拔梯度格局——气候、土地覆盖及采样效应的影响	刘 晔,沈泽昊 (5663)
东南太平洋智利竹筴鱼资源和渔场的时空变化	化成君,张 衡,樊 伟 (5676)
豚草入侵对中小型土壤动物群落结构特征的影响	谢俊芳,全国明,章家恩,等 (5682)

我国烟粉虱早春发生与秋季消退·····	陈春丽, 鄧军锐, 戈 峰, 等 (5691)
变叶海棠及其伴生植物峨眉小檗的水分利用策略 ·····	徐 庆, 王海英, 刘世荣 (5702)
杉木人工林不同深度土壤 CO ₂ 通量·····	王 超, 黄群斌, 杨智杰, 等 (5711)
不同浓度下四种除草剂对福寿螺和坑螺的生态毒理效应·····	赵 兰, 骆世明, 黎华寿, 等 (5720)
短期寒潮天气对福州市绿地土壤呼吸及组分的影响·····	李熙波, 曾文静, 李金全, 等 (5728)
黄土丘陵沟壑区景观格局对流域侵蚀产沙过程的影响——斑块类型水平·····	王计平, 杨 磊, 卫 伟, 等 (5739)
气候变化对物种分布影响模拟中的不确定性组分分割与制图——以油松为例·····	张 雷, 刘世荣, 孙鹏森, 等 (5749)
北亚热带马尾松年轮宽度与 NDVI 的关系 ·····	王瑞丽, 程瑞梅, 肖文发, 等 (5762)
物种组成对高寒草甸植被冠层降雨截留容量的影响·····	余开亮, 陈 宁, 余四胜, 等 (5771)
若尔盖湿地退化过程中土壤水源涵养功能 ·····	熊远清, 吴鹏飞, 张洪芝, 等 (5780)
桂西北喀斯特峰丛洼地不同植被演替阶段的土壤脲酶活性·····	刘淑娟, 张 伟, 王克林, 等 (5789)
利用混合模型分析地域对国内马尾松生物量的影响 ·····	符利勇, 曾伟生, 唐守正 (5797)
火烧对黔中喀斯特山地马尾松林土壤理化性质的影响·····	张 喜, 朱 军, 崔迎春, 等 (5809)
不同培育时间侧柏种基盘苗根系生长和分布·····	杨喜田, 董娜琳, 闫东锋, 等 (5818)
Cd ²⁺ 与 CTAB 复合污染对枫香幼苗生长与生理生化特征的影响 ·····	章 芹, 薛建辉, 刘成刚 (5824)
3 种入侵植物叶片挥发物对早稻幼苗根的影响 ·····	张凤娟, 徐兴友, 郭艾英, 等 (5832)
米槠-木荷林优势种群的年龄结构及其更新策略 ·····	宋 坤, 孙 文, 达良俊 (5839)
褐菖鲉肝 CYP 1A 作为生物标志物监测厦门海域石油污染状况 ·····	张玉生, 郑榕辉, 陈清福 (5851)
基于输入-输出流分析的生态网络 φ 模式能流 ρ 模式能流测度方法 ·····	李中才, 席旭东, 高 勤, 等 (5860)
期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 444 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 50 * 2011-10	



封面图说: 胡杨是我国西北干旱沙漠地区原生的极其难得的高大乔木, 树高 15—30 米, 能忍受荒漠中的干旱环境, 对盐碱有极强的忍耐力。为适应干旱气候一树多态叶, 因此胡杨又称“异叶杨”。它对于稳定荒漠河流地带的生态平衡, 防风固沙, 调节绿洲气候和形成肥沃的森林土壤具有十分重要的作用。秋天的胡杨林一片金光灿烂。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

朱宏光, 李燕群, 温远光, 梁宏温, 林建勇, 农友. 特大冰冻灾害后大明山常绿阔叶林结构及物种多样性动态. 生态学报, 2011, 31(19): 5571-5577.
Zhu H G, Li Y Q, Wen Y G, Liang H W, Lin J Y, Nong Y. The dynamics of the structure and plant species diversity of evergreen broadleaved forests in Damingshan National Nature Reserve after a severe ice storm damage in 2008, China. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(19): 5571-5577.

特大冰冻灾害后大明山常绿阔叶林结构 及物种多样性动态

朱宏光², 李燕群², 温远光^{1,2,*}, 梁宏温², 林建勇², 农友²

(1. 亚热带农业生物资源保护与利用国家重点实验室, 广西南宁 530004; 2. 广西大学林学院, 广西南宁 530004)

摘要: 2008 年 1 月, 在我国南方发生了百年一遇的特大冰冻灾害, 有 19 个省区和 1765 万 hm^2 森林受灾。虽然此种规模的干扰相对稀少, 但它为研究冰冻干扰对亚热带森林生态系统的组成、结构和演替的短期和长期影响提供了一次绝好的机会。在大明山国家级自然保护区中山区, 建立了 3.2 hm^2 的固定样地, 包含 80 个 20m×20m 样方, 分别于 2009 年和 2010 年对样方内胸径 $\geq 1\text{cm}$ 的木本植物的胸径进行测定, 将受损林木分为折干、翻斃和死亡 3 类, 同时测定每个样方的冠层结构。结果表明: 2008 年的特大冰冻灾害对大明山常绿阔叶林造成严重影响, 2009 年胸径 $\geq 1\text{cm}$ 的木本植物受灾率达 51.8%; 2010 年死亡的个体数达 776 株, 是 2009 年的 6.75 倍; 个体较小的林木(胸径为 2—6cm 以下)比个体较大的林木受损更严重, 其折干、翻斃和死亡的个体数分别占 2010 年折干、翻斃和死亡个体总数的 68.18%、54.29% 和 83.51%; 常绿阔叶林林冠有很强的恢复能力, 2010 年森林的叶面积指数比 2009 年提高 55.4%; 2010 年森林群落的个体数、物种丰富度、Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数显著增加 ($P=0.018-0.000$, $df=79$), 分别比 2009 年提高 14.96%、10.05%、3.89% 和 1.13%; 群落优势种(云贵山茉莉、罗浮槭)个体的大量死亡将影响着群落的稳定性。

关键词: 冰冻灾害; 常绿阔叶林; 冠层结构; 物种多样性; 大明山国家级自然保护区; 亚热带

The dynamics of the structure and plant species diversity of evergreen broadleaved forests in Damingshan National Nature Reserve after a severe ice storm damage in 2008, China

ZHU Hongguang², LI Yanqun², WEN Yuanguang^{1,2,*}, LIANG Hongwen², LIN Jianyong², NONG You²

1 State Key Laboratory for Conservation and Utilization of Subtropical Agro-bioresources, Nanning 530004, China

2 Forestry College, Guangxi University, Nanning, 530004, China

Abstract: A damaging ice storm struck southern China in January 2008, affecting 19 provinces of China and nearly 17.65 million hm^2 of forests. Although disturbance of this scale occurred rarely (once in a century), it provided a unique opportunity to study short- and long-term impacts on the compositions, structure and succession of forest ecosystem. A 3.2 hm^2 plot was set up in the ice storm-damaged montane evergreen broad-leaved forest in Damingshan National Nature Reserve. The plot was divided into 80 subplots, each of 400 m^2 . Within each subplot, all trees (diameter at breast height or $DBH \geq 1.0\text{cm}$) were identified, mapped and tagged at breast height (1.3 m from the base) with pre-numbered aluminum tags, and the DBH and stem heights of these tagged trees was measured. In addition, the LAI of the plots were determined. We assigned each ice-damaged tree one of the following three damage categories: main stem broken, tree uprooted, or dead. We carried out surveys in 2009 and 2010. The evergreen broad-leaved forest of Damingshan National Nature Reserve were affected severely by the ice storm as the damaged trees accounted for 51.8% of the total individuals with $DBH \geq$

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30860059)

收稿日期: 2011-06-23; 修订日期: 2011-07-19

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wenyg@263.net

1.0 cm in 2009. There were 776 dead trees in 2010, 6.75 times of that in 2009. In particular, small trees (DBH 2—6 cm) were more damaged more severely than big ones, accounting for 68.18%, 54.29%, and 83.51% of the total broken main stems, the total uprooted and the total dead trees, respectively. Resilience of canopy cover to the disturbance was great, as indicated by 55.4% increase in LAI of the forest from 2009 to 2010. Furthermore, species abundance, richness, Shannon-Wiener index and Simpson index of the community had increased 14.96%, 10.05%, 3.89% and 1.13%, respectively, from 2009 to 2010. These changes were statistically significantly ($P=0.018-0.000$, $df=79$). However, the mortality of large trees of dominant canopy species (*Huodendron biaristatum*, and *Acer fabric*) will affect the community stability.

Key Words: ice storm damaged; evergreen broadleaved forest; forest canopy structure; species diversity; Damingshan National Nature Reserve; subtropics

冰冻灾害是温带和暖温带地区常见的干扰类型^[1-2],而在热带和亚热带地区则十分稀少。2008 年 1—2 月,在我国南方发生了百年一遇的特大冰冻灾害,有 19 个省区和 1765 万 hm^2 森林受灾,直接经济损失超过 621 亿元,森林生态效益及碳储量价值损失 8634 亿元^[3]。这种严重的冰冻干扰对大面积森林造成影响,并产生严重的短期和长期的生态影响^[4-5]。

干扰是森林生态系统动态的关键过程^[6]。冰冻灾害是一种典型的自然干扰,它强烈的影响着森林生态系统的组成、结构和功能^[7],改变森林景观的时空格局。全球气候模型预测,在未来气候变化背景下,将会有更多的极端天气出现,暴风雪灾害的发生频率可能会提高^[8]。这将引起超出植物生理耐受极限的天气频率增加,导致植物受灾或死亡,同时改变生态系统的生物地球化学循环^[9]。因此,森林干扰生态研究一直成为生态研究的热点^[10]。

关于冰冻灾害对森林生态系统的影响,在温带和暖温带森林中有了大量的研究^[1,11-16],但是,在热带和亚热带森林中的研究极少^[2,5,17],冰冻灾害对热带和亚热带森林的影响还很不清楚。因此,2008 年发生的特大冰冻灾害为人们研究冰冻灾害对热带和亚热带常绿阔叶林短期和长期的影响提供了一个机会。本文旨在通过对 2008 年特大冰冻灾害后亚热带常绿阔叶林组成、结构和林下更新的动态研究,揭示冰冻灾害后常绿阔叶林组成、结构和植物更新的动态规律,为强化林业应对气候变化和极端灾害的研究提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 研究地概况

大明山自然保护区始建于 1982 年,2003 年升格为国家级自然保护区,该保护区的主要保护对象是亚热带常绿阔叶林及珍稀动植物。保护区位于广西中南部 $23^{\circ}10'-23^{\circ}38'N$, $108^{\circ}18'-108^{\circ}45'E$,面积 $64900hm^2$ 。气候属亚热带季风气候区,根据大明山天坪气象观测站观测记录,中山区的年均温 $15.1^{\circ}C$,7 月份平均气温 $21.9^{\circ}C$,1 月份平均气温 $5.8^{\circ}C$,极端高温 $28.6^{\circ}C$,极端低温 $-6.0^{\circ}C$;日均温 $\geq 10^{\circ}C$ 的积温 $5047.7^{\circ}C$;年均降水量为 $2630.3mm$ 。大明山地理位置独特,地层古老,生态环境复杂多样,生物多样性丰富多彩,目前已知维管束植物 234 科 918 属 2374 种^[18];地带性植被为季风常绿阔叶林。是 1992 年 WWF 评估认定的中国 40 处具有全球意义的保护区之一。该区森林的结构、功能、演替及在生态系统中的平衡作用有重要科学价值。

1.2 样地设定与调查方法

研究地设在大明山自然保护区中山区的柑栏沟北坡,海拔 800—1200m,为大明山中山区常绿阔叶林的典型地带,也是 2008 年冰冻灾害较严重的区域。样地的设定参照巴拿马巴洛科罗拉多岛 (Barro Colorado Island, BCI) 热带雨林大样地的技术规范^[19],于 2009 年 5 月设置 $3.2hm^2$ 固定样地。采用 RTK、全站仪将 $3.2hm^2$ 大样地划分为 80 个 $20m \times 20m$ 的样方,样方的 4 个角打桩作永久标记。在每个 $20m \times 20m$ 的样方内用插值法细分为 4 个 $10m \times 10m$ 和 16 个 $5m \times 5m$ 的小样方。以每个 $5m \times 5m$ 小样方为基本单位,对所有胸径 $\geq 1cm$ 的本本植物进行挂牌并记录相应的种名、胸径、树高、枝下高、受灾情况等,并记录个体在样方中的 x 、 y 纵横坐标。2010 年 10 月以同样方法进行复查。

1.3 群落冠层与物种多样性分析

在 3.2hm² 固定样地中以 80 个 20m×20m 的样方为基本调查单位,于样方中心点采用美国 CID 公司的 CI-110 冠层分析仪测定样方的叶面积指数(LAI)、散射透光系数(TD)、直射透光系数(TR)。胸径≥1cm 的木本植物物种多样性指数分析方法如下:

样方植物个体数(N) 400m²样方中胸径≥1cm 的木本植物的个体数之和。

物种丰富度指数(S) 400m²样方中胸径≥1cm 的木本植物的物种数。

$$\text{Simpson 指数} \quad D = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2 \quad (1)$$

$$\text{Shannon-Wiener 指数} \quad H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i \quad (2)$$

$$\text{Pielou 均匀度指数} \quad J_{sw} = H' / \ln S \quad (3)$$

式中, P_i 为第*i*个物种个体数占第*j*个样方中所有物种个体总数的比例,*S*为物种丰富度。

1.4 数据处理与分析

为研究 DBH 大小对受灾程度的影响,把所有林木按胸径 2cm 间距分级,3.0cm 以下为 2 径级,3.0—5.0 cm 为 4 径级,5.0—7.0 cm 为 6 径级,依次类推;树高按 2m 间距分级,2m 以下为 1 级,2.0—4.0 m 为 2 级,4.0—6.0 m 为 3 级,依次类推。用 SPSS 软件的独立样本 *t* 检验分析林木死亡、翻斃、折干个体胸径的差异性,用 SPSS 软件的配对样本 *t* 检验分析群落冠层叶面积指数、散射透光系数、直射透光系数以及物种丰富度指数、Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数、Pielou 均匀度指数的差异性。

2 结果与分析

2.1 灾后木本植物种群个体机械损伤与死亡情况

据 2009 年调查,在 3.2hm² 的样地中,胸径≥1cm 的木本植物有 282 种 8760 株,受灾林木 4538 株,受灾率达 51.8%。灾后的 2010 年,林木新增折干、翻斃、死亡个体不少,其中翻斃的个体有 26 种 70 株,占 2009 年翻斃植物种数和个体数的 72.22% 和 58.82%,以云贵山茉莉(*Huodendron biaristatum*) (27 株)最多,占新翻斃个体总数的 38.57%,其次为罗浮槭(*Acer fabri*) (5 株),占 7.14%;折干有 17 种 22 株,相应为 2009 年的 19.32% 和 3.31%,数量最多的也是云贵山茉莉(4 株,18.18%),其次为百色猴欢喜(*Sloanea chingiana*) 和南岭槭(*Acer metcalfei*),均为 9.09%;死亡个体有 776 株,占总个体数的 6.11%,是 2009 年死亡个体数(115 株)的 6.75 倍。这些死亡个体中云贵山茉莉占的比例最大,达 69 株,占 8.89%,其余依次为方枝假卫矛(*Microtropis tetragona*) 40 株、刨花润楠(*Machilus pauhoi*) 39 株、黄杞 36 株、罗浮槭 34 株、异叶榕(*Ficus heteromorpha*) 31 株、毛狗骨柴(*Diplospora fruticosa*) 29 株、细枝柃(*Eurya loquaiana*) 21 株、东方古柯(*Erythroxylum sinense*) 20 株。表明冰冻灾害对大明山常绿阔叶林的影响存在持续效应。

2.2 林木受损与胸径和树高的关系

调查表明(表 1),灾后第 1 年(2009 年),林木折干主要发生在 2—10cm 径级,占折干个体总数的 65.56%;翻斃多见于 4—14cm 径级,占翻斃个体总数的 75.63%;而死亡主要出现于 6—20cm 径级,占死亡个体总数的 62.61%。灾后第 2 年(2010 年),林木折干、翻斃和死亡都主要发生在 2、4、6cm 径级,分别占该年折干、翻斃和死亡个体总数的 68.18%、54.29% 和 83.51%。差异性检验结果,2009 和 2010 年翻斃和死亡个体的胸径存在显著和极显著差异($P=0.015, t=2.457, df=187; P=0.000, t=19.166, df=888$),而折干的差异不显著($P=0.203, t=1.276, df=684$)。

比较不同树高级之间林木受灾状况,2009 年折干、翻斃主要集中 2、3、4 树高级,其受损个体数分别占折干和翻斃个体总数的 79.40% 和 68.91%,死亡集中于 2、3、4、5 树高级,占死亡个体总数的 71.30%。2010 年折干、翻斃也是集中在 2、3、4 树高级,分别占折干和翻斃个体总数的 90.91% 和 77.14%,死亡主要集中于 1、2、3、4 树高级,4 个树高级的死亡个体数已占死亡个体总数的 91.37% (表 2)。差异性检验结果显示,2009、2010 年度折干($p=0.377, t=0.885, df=684$) 和翻斃($p=0.062, t=1.880, df=187$) 个体的树高差异不显著,而

死亡个体存在极显著的差异($P=0.000, t=13.090, df=888$)。

表 1 2009 和 2010 年不同受损类型个体数的径级分布

Table 1 The DBH class distribution of individuals of the different damage types in 2009 and 2010

径级 DBH class	2009			2010		
	折干 Trunk broken	翻兜 Uprooted	死亡 Dead	折干 Trunk broken	翻兜 Uprooted	死亡 Dead
2	82	8	1	7	10	424
4	116	14	3	3	17	160
6	83	17	9	5	11	64
8	90	16	12	1	7	33
10	65	14	7	1	4	19
12	32	17	8	0	4	17
14	42	12	8	1	7	14
16	26	9	10	0	5	7
18	21	1	10	1	2	6
20	29	2	8	0	1	5
22	6	1	5	1	0	5
24	14	0	4	0	2	3
26	11	1	3	0	0	3
28	2	3	4	0	0	2
30	8	2	2	1	0	1
32	5	0	3	1	0	4
34	4	1	1	0	0	0
36	5	0	2	0	0	1
38	4	0	2	0	0	0
40	6	0	5	0	0	0
42	3	0	0	0	0	3
44	2	0	2	0	0	0
46	2	0	1	0	0	1
48	3	0	0	0	0	1
≥50	4	1	5	0	0	3
合计 Total	665	119	115	22	70	776

表 2 2009 和 2010 年不同受损类型个体数的高度级分布

Table 2 The tree height class distribution of individuals of the different damage types in 2009 and 2010

树高级 Height class/m	2009			2010		
	折干 Trunk broken	翻兜 Uprooted	死亡 Dead	折干 Trunk broken	翻兜 Uprooted	死亡 Dead
1(<2)	50	2	2	1	3	75
2(2.0—4.0)	272	21	12	11	21	436
3(4.0—6.0)	175	30	28	7	21	150
4(6.0—7.0)	81	31	28	2	12	48
5(8.0—10.0)	43	15	14	0	6	29
6(10.0—12.0)	17	10	6	0	3	12
7(12.0—14.0)	16	6	11	0	1	13
8(14.0—16.0)	7	1	7	1	3	4
9(16.0—18.0)	4	2	1	0	0	6
10(18.0—20.0)	0	0	5	0	0	1
11(20.0—22.0)	0	1	1	0	0	2
合计 Total	665	119	115	22	70	776

2.3 灾后森林冠层结构的变化

对 80 个 400m²样方 2009 和 2010 年的冠层测定数据进行配对样本 t 检验,结果显示,2010 与 2009 年的叶

面积指数 (LAI , $P=0.000$, $t=-6.120$, $df=79$)、散射透光系数 (TD , $p=0.000$, $t=5.617$, $df=79$)、直射透光系数 (TR , $P=0.001$, $t=3.554$, $df=79$) 存在极显著的差异。2010 年的平均 LAI (2.94 ± 1.47) 比 2009 年 (1.89 ± 0.75) 增加了 55.4% (图 1), 而 TD (0.12 ± 0.06) 和 TR (0.33 ± 0.18) 分别比 2009 年的 TD (0.17 ± 0.06)、 TR (0.42 ± 0.19) 下降 26.6% 和 20.7%。可见, 灾后经过 33 个月的恢复, 大明山常绿阔叶林的 LAI 有了明显的恢复, 并超过了冰冻灾害前的水平 (据 2006 年测定 LAI 为 2.85)。

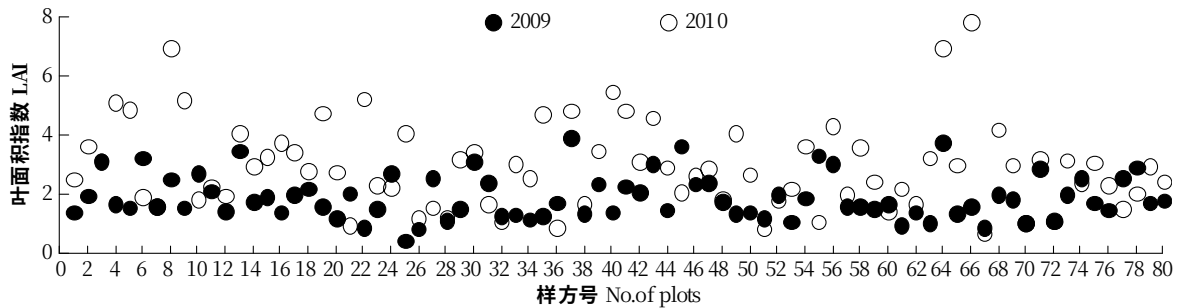


图 1 2009 和 2010 年森林叶面积指数的比较

Fig. 1 Comparison of LAI of the forest in 2009 and 2010

2.4 灾后前更新木本植物幼苗或幼树动态

2010 年调查显示, 在 3.2 hm^2 样地中, 有 122 种 1625 株前更新木本植物的幼苗或幼树长成胸径 $\geq 1 \text{ cm}$ 的植株, 占样地内现有 $DBH \geq 1 \text{ cm}$ 木本植物个体总数的 12.81%。新成长为 $DBH \geq 1 \text{ cm}$ 个体数量最多的前 10 个树种分别为滇粤山胡椒 (*Lindera metcalfiana*) 150 株、刨花润楠 135 株、黄杞 (*Engelhardtia roxburghiana*) 84 株、野黄桂 (*Cinnamomum jensenianum*) 72 株、东方古柯 61 株、罗浮柿 (*Diospyros morrisiana*) 58 株、栓皮木姜子 (*Litsea suberosa*) 57 株、云贵山茉莉 55 株、短梗大参 (*Macropanax rosthornii*) 47 株、白背桐 (*Mallotus apelta*) 45 株, 共计 764 株, 占新增林木总数的 47.02%。这 10 个树种分别隶属 7 个科, 其中樟科种类的比例最大, 有 4 种, 即滇粤山胡椒、刨花润楠、野黄桂、栓皮木姜子, 其新增入测 ($DBH \geq 1 \text{ cm}$) 个体数占上述 10 个树种总数的 54.19%。

2.5 灾后群落 $DBH \geq 1 \text{ cm}$ 木本植物物种多样性的变化

对 80 个 400 m^2 样方 2009 和 2010 年 $DBH \geq 1 \text{ cm}$ 木本植物多样性指数比较发现, 2010 年样方的个体数 (N , 158.52 ± 51.46)、物种丰富度指数 (S , 41.50 ± 10.99)、Shannon-Wiener 指数 (H' , 3.19 ± 0.34)、Simpson 指数 (D , 0.93 ± 0.04) 和 Pielou 均匀度指数 (J_{sw} , 0.86 ± 0.05) 均有所增加, 分别比 2009 年提高 14.96%、10.05%、3.89%、1.13%、1.29%。配对样本 t 检验结果显示, 2009 年、2010 年各样方的 N ($P=0.000$, $t=-15.249$, $df=79$)、 S ($P=0.000$, $t=-3.655$, $df=79$)、 H' ($P=0.003$, $t=-3.111$, $df=79$) 存在差异极显著, D ($P=0.018$, $t=-2.420$, $df=79$) 差异显著, 而 J_{sw} 差异不显著 ($P=0.096$, $t=-1.683$, $df=79$)。

3 结论与讨论

3.1 研究地区林木受灾特点

许多研究表明, 同一地区的不同树种在抵抗相同的灾害方面存在差异^[14,20], DBH 较大的林木比 DBH 较小的林木受损严重^[5,20], 主林冠树木遭受到的破坏要比次林冠的树木严重^[14-15,21]。本研究结果也有同样的特点, DBH 为 15—45 cm 的林木受损比例最高, 为 19.25%, 群落优势种云贵山茉莉、罗浮槭、天目紫茎, 受灾率分别高达 63.9%、68.5% 和 64.6%, 明显超出林分的平均受损率 (51.8%); 这主要是 DBH 较大的林木往往占据林冠上层, 更易受到直接破坏^[5,14-15,20]; 本区林木受灾的第 2 个特点是, 较小径级和树高级的林木受损株数更多 (表 1 和表 2), 如 2010 年 DBH 为 1—5 cm 的林木受灾株数最多, 达 433 株, 占受灾林木总数的 63.30%。此种受损个体数集中分布于较小林木的现象, 与其个体数较多 (2009 和 2010 年, DBH 为 1—5 cm 的个体数 7351 株和 8418 株, 分别占总个体数的 65.86% 和 65.77%)、上层大树折干或翻斃产生的次生灾害以及 2009 和

2010 年的持续干旱有关。

3.2 灾后林冠恢复速率

雨雪冰冻灾害造成的林木冻死、折干、主梢折断、冠损和翻斃,使森林的郁闭度显著下降。如 2008 年的特大冰冻灾害,使广西 176.83 万 hm^2 森林受灾,其郁闭度由灾前平均的 0.73,下降到灾后的 0.41^[3]。此次灾害对大明山常绿阔叶林林冠也造成了很大影响,45.95% 的林木树冠受损,森林的平均叶面积指数下降 50.79%。Beaudet 等^[22]采用灾后冠层影像和林中光照强度的变化来衡量林冠受损程度或恢复程度,指出冰冻灾害前,林内的光照强度为 2%—4%,冰冻灾害后,林内的光照强度增加了 4—5 倍,3—7a 后,林内的光照水平又降低一半,表明灾后林冠的恢复是迅速的。本研究发现,亚热带常绿阔叶林具有极强的林冠恢复速率,灾后 33 个月,其 *LAI* 就恢复到了 2008 年冰冻灾害前的水平,达到 2.94 (2006 年测定 *LAI* 为 2.85)。许多研究也都表明,冰冻灾害之后,林冠郁闭度的恢复是迅速的(或灾后 3—4a,林内光照强度明显减少)^[21-25]。这说明冰冻灾害后亚热带常绿阔叶林林冠结构恢复较快,这对常绿阔叶林生态系统的功能恢复具有重要意义。

3.3 灾后森林更新与植物多样性变化

干扰是森林生态系统动态中的主要影响因素。它可破坏或改变原有的环境,对森林群落的发展产生深远的影响。李秀芬等^[26]对桦木林型的研究表明,在受到雪/风灾害干扰近 3 年后,多样性水平已基本得到恢复。本研究发现,冰冻灾害干扰后形成的大、小林隙,在一定程度上促进了林下植被的更新,特别是喜光植物物种的更新,为多样性的恢复和提高创造了条件,一些前更新树种的幼苗或幼树利用倒木或林冠层受破坏后形成的有利的生长空间开始快速生长,因而,林木个体数、物种丰富度、多样性指数均出现恢复性增长。冰冻灾害后虽然使物种多样性有所增加,但是却造成了较大程度的林冠破坏,一些优势种或共优势种在林冠层的个体数减少,如群落优势种云贵山茉莉和罗浮槭的植株大量死亡,而滇粤山胡椒、刨花润楠、野黄桂、栓皮木姜子等植物表现为明显的正效应。雪灾不仅减小林分的更新年龄,还可能改变群落的演替方向和进程^[10]。云贵山茉莉和罗浮槭是该区域常绿阔叶林的主要建群种,冰冻灾害是否导致其衰退,或被樟科的滇粤山胡椒、刨花润楠、野黄桂、栓皮木姜子等树种取代,尚需进一步研究。

References:

- [1] Irland L C. Ice storms and forest impacts. *Science of The Total Environment*, 2000, 262(3): 231-242.
- [2] He Q, Li J Y, Chen X Y, Chen H Y, Peng H G, Fan S J. Types and extent of damage to *Cunninghamia lanceolata* plantations due to unusually heavy snow and ice in southern China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 2010, 34(2): 195-203.
- [3] Yin W L, Zhai M P. *Forestry Disaster of Freezing Rain and Ice Storm in Southern China and Control Countermeasures*. Beijing: China Environmental Science Press, 2010.
- [4] Cao K F, Chang J. The ecological effects of an unusual climatic disaster: the destruction to forest ecosystems by the extremely heavy glaze and snow storms occurred in early 2008 in southern China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 2010, 34(2): 123-124.
- [5] Su Z Y, Liu G, Ou Y D, Dai Z H, Li Z K. Storm damage in a montane evergreen broadleaved forest of Chebaling National Nature Reserve, South China. *Chinese Journal of Plant Ecology*, 2010, 34(2): 213-222.
- [6] Oliver C D, Larson B C. *Forest Stand Dynamics*. New York: Wiley, 1996: 520-520.
- [7] Franklin J F, Spies T A, van Pelt R, Carey A B, Thornburgh D A, Berg D R, Lindenmayer D B, Harmon M E, Keeton W S, Shaw D C, Bible K, Chen J Q. Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests as an example. *Forest Ecology and Management*, 2002, 155(1/3): 399-423.
- [8] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). *Climate Change in 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [9] Rammig A, Jönsson A M, Hickler T, Smith B, Bärning L, Sykes M T. Impacts of changing frost regimes on Swedish forests: incorporating cold hardiness in a regional ecosystem model. *Ecological Modelling*, 2010, 221(2): 303-313.
- [10] Zhu J J, Liu S R. *Ecological Research on Forest Disturbances*. Beijing: China Forestry Publishing House, 2007.
- [11] Irland L C. Ice storm 1998 and the forests of the northeast: a preliminary assessment. *Journal of Forestry*, 1998, 96(9): 32-40.
- [12] Duguay S M, Arie K, Hooper M, Lechowicz M J. Ice storm damage and early recovery in an old-growth forest. *Environmental Monitoring and*

- Assessment, 2001, 67(1/2): 97-108.
- [13] Rhoads A G, Hamburg S P, Fahey T J, Siccama T G, Hane E N, Battles J, Cogbill C, Randall J, Wilson G. Effects of an intense ice storm on the structure of a northern hardwood forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 2002, 32(10): 1763-1775.
- [14] Hopkin A, Williams T, Sajan R, Pedlar J, Nielsen C. Ice storm damage to eastern Ontario forests; 1998—2001. *The Forestry Chronicle*, 2003, 79(1): 47-53.
- [15] Nielsen C, van Dyke O, Pedlar J. Effects of past management on ice storm damage in hardwood stands in eastern Ontario. *The Forestry Chronicle*, 2003, 79(1): 70-74.
- [16] Goodnow R, Sullivan J, Amacher G S. Ice damage and forest stand management. *Journal of Forest Economics*, 2008, 14(4): 268-288.
- [17] Bragg D C, Shelton M G, Zeide B. Impacts and management implications of ice storms on forests in the southern United States. *Forest Ecology and Management*, 2003, 186(1/3): 99-123.
- [18] Wen Y G, He T P, Tan W F. *Plant Diversity and Community Character of Tropical and Subtropical Zones in Guangxi*. Beijing: China Meteorological Press, 2004.
- [19] Condit R. *Tropical Forest Census Plots: Methods and Results from Barro Colorado Island, Panama and A Comparison with Other Plots*. Berlin: Springer, 1998.
- [20] Peterson C J. Damage and recovery of tree species after two different tornadoes in the same old growth forest: a comparison of infrequent wind disturbances. *Forest Ecology and Management*, 2000, 135(1/3): 237-252.
- [21] Parker W C. The effect of ice damage and post-damage fertilization and competition control on understory micro-climate of sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) stands. *The Forestry Chronicle*, 2003, 79(1): 82-90.
- [22] Beaudet M, Brisson J, Messier C, Gravel D. Effect of a major ice storm on understory light conditions in an old-growth *Acer-Fagus* forest: pattern of recovery over seven years. *Forest Ecology and Management*, 2007, 242(2/3): 553-557.
- [23] Arai K. *Ecology of American Beech and Sugar Maple in An Old-Growth Forest*. Montreal: McGill University, 2002.
- [24] Olthof I, King D J, Lautenschlager R A. Overstory and understory leaf area index as indicators of forest response to ice storm damage. *Ecological Indicators*, 2003, 3(1): 49-64.
- [25] Rhoads A G, Hamburg S P, Fahey T J, Siccama T G, Hane E N, Battles J, Cogbill C, Randall J, Wilson G. Effects of an intense ice storm on the structure of a northern hardwood forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 2002, 32(10): 1763-1775.
- [26] Li X F, Zhu J J, Wang Q L, Liu Z G, Hou C S, Yang H J. Snow/wind damage in natural secondary forests in Liaodong mountainous regions of Liaoning Province. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2004, 15(6): 941-946.

参考文献:

- [3] 尹伟伦, 翟明普. 南方低温雨雪冰冻的林业灾害与防治对策研究. 北京: 中国环境科学出版社, 2010.
- [4] 曹坤芳, 常杰. 突发气象灾害的生态效应: 2008 年中国南方特大冰雪灾害对森林生态系统的破坏. *植物生态学报*, 2010, 34(2): 123-124.
- [5] 苏志尧, 刘刚, 区余端, 戴朝晖, 李镇魁. 车八岭山地常绿阔叶林冰灾后林木受损的生态学评估. *植物生态学报*, 2010, 34(2): 213-222.
- [10] 朱教君, 刘世荣. *森林干扰生态研究*. 北京: 中国林业出版社, 2007.
- [18] 温远光, 和太平, 谭伟福. *广西热带和亚热带山地的植物多样性及群落特征*. 北京: 气象出版社, 2004.
- [26] 李秀芬, 朱教君, 王庆礼, 刘足根, 侯传生, 杨焕君. 辽东山区天然次生林雪/风灾害成因及分析. *应用生态学报*, 2004, 15(6): 941-946.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31, No. 19 October, 2011 (Semimonthly)

CONTENTS

Ecology research and its effects on social development in China	LI Wenhua (5421)
The current mission of ecology-advancing under the situation of chaos and innovation	JIANG Youxu (5429)
Resilience thinking: development of ecological concept	PENG Shaolin (5433)
A review of research progress and future prospective of forest soil carbon stock and soil carbon process in China	LIU Shirong, WANG Hui, LUAN Junwei (5437)
Research on carbon budget and carbon cycle of terrestrial ecosystems in regional scale: a review	YU Guirui, FANG Huajun, FU Yuling, et al (5449)
Advances in the studying of the relationship between landscape pattern and river water quality at the watershed scale	LIU Lijuan, LI Xiaoyu, HE Xingyuan (5460)
Research on the protection of <i>Davidia involucrata</i> populations, a rare and endangered plant endemic to China	CHEN Yan, SU Zhixian (5466)
Progress on water resources input-output analysis	XIAO Qiang, HU Dan, GUO Zhen, et al (5475)
Research advances of contraception control of rodent pest in China ...	LIU Hanwu, WANG Rongxin, ZHANG Fengqin, et al (5484)
Response of vegetation to climate change and human activity based on NDVI in the Three-River Headwaters region	LI Huixia, LIU Guohua, FU Bojie (5495)
Remediation of blowout pits by clonal plants in Mu Us Sandland	YE Xuehua, DONG Ming (5505)
Precipitation trends during 1961—2010 in the Loess Plateau region of China	WANG Qixiang, FAN Xiaohui, WANG Mengben (5512)
An evaluation method for forest resources sustainability	CUI Guofa, XING Shaohua, JI Wenyuan, et al (5524)
Effects of landscape patterns on soil and water loss in the hilly area of loess plateau in China: landscape-level and comparison at multiscale	WANG Jiping, YANG Lei, WEI Wei, et al (5531)
The impacts of future climatic change on agricultures and eco-environment of Loess Plateau in next decade	E Youhao, SHI Qian, MA Yuping, et al (5542)
Valuation of ecological capital in Shandong coastal waters: standing stock value of biological resources	DU Guoying, CHEN Shang, XIA Tao, et al (5553)
Valuation of ecological capital in Shandong coastal waters: provisioning service value	WANG Min, CHEN Shang, XIA Tao, et al (5561)
The dynamics of the structure and plant species diversity of evergreen broadleaved forests in Damingshan National Nature Reserve after a severe ice storm damage in 2008, China	ZHU Hongguang, LI Yanqun, WEN Yuanguang, et al (5571)
Interactive effects of low phosphorus and drought stress on dry matter accumulation and phosphorus efficiency of soybean plants	QIAO Zhenjiang, CAI Kunzheng, LUO Shiming (5578)
The eco-efficiency evaluation of the model city for environmental protection in China	YIN Ke, WANG Rusong, YAO Liang, et al (5588)
Pollution footprint and its application in regional water pollution pressure assessment: a case study of Huzhou City in the upstream of Taihu Lake Watershed	JIAO Wenjun, MIN Qingwen, CHENG Shengkui, et al (5599)
Ecological effect of green space of Shanghai in different spatial scales in past 20 years	LING Huanran, WANG Wei, FAN Zhengqiu, et al (5607)
Assessing indicators of eco-mobility in the scale of urban communities ...	DAI Xin, ZHOU Chuanbin, WANG Rusong, et al (5616)
Spatial structure of urban ecological land and its dynamic development of ecosystem services: a case study in Changzhou City, China	LI Feng, YE Yaping, SONG Bowen, et al (5623)
The carbon emissions embodied in Chinese household consumption by the driving factors	YAO Liang, LIU Jingru, WANG Rusong (5632)
The research on eco-efficiency and carbon reduction of recycling coal mining solid wastes: a case study of Huabei City, China	ZHANG Haitao, WANG Rusong, HU Dan, et al (5638)
Effects of urban shading on photosynthesis of <i>Euonymus japonicas</i>	YU Yingying, HU Dan, GUO Erhui, et al (5646)

Ecological view of traditional rural settlements: a case study in Yonghan of Guangdong Province	JIANG Xueting, YAN Lijiao, HOU Deqian (5654)
The altitudinal pattern of insect species richness in the Three Gorge Reservoir Region of the Yangtze River: effects of land cover, climate and sampling effort	LIU Ye, SHEN Zehao (5663)
Spatial-temporal patterns of fishing grounds and resource of Chilean jack mackerel (<i>Trachurus murphyi</i>) in the Southeast Pacific Ocean	HUA Chengjun, ZHANG Heng, FAN Wei (5676)
Impacts of <i>Ambrosia artemisiifolia</i> invasion on community structure of soil meso- and micro- fauna	XIE Junfang, QUAN Guoming, ZHANG Jiaen, et al (5682)
Appearance in spring and disappearance in autumn of <i>Bemisia tabaci</i> in China	CHEN Chunli, ZHI Junrui, GE Feng, et al (5691)
Water use strategies of <i>Malus toringoides</i> and its accompanying plant species <i>Berberis aemulans</i>	XU Qing, WANG Haiying, LIU Shirong (5702)
Analysis of vertical profiles of soil CO ₂ efflux in Chinese fir plantation	WANG Chao, HUANG Qunbin, YANG Zhijie, et al (5711)
Eco-toxicological effects of four herbicides on typical aquatic snail <i>Pomacea canaliculata</i> and <i>Crown conchs</i>	ZHAO Lan, LUO Shiming, LI Huashou, et al (5720)
Effects of short-term cold-air outbreak on soil respiration and its components of subtropical urban green spaces	LI Xibo, ZENG Wenjing, LI Jinqian, et al (5728)
Effects of landscape pattern on watershed soil erosion and sediment delivery in hilly and gully region of the Loess Plateau of China: patch class-level	WANG Jiping, YANG Lei, WEI Wei, et al (5739)
Partitioning and mapping the sources of variations in the ensemble forecasting of species distribution under climate change: a case study of <i>Pinus tabulaeformis</i>	ZHANG Lei, LIU Shirong, SUN Pengsen, et al (5749)
Relationship between masson pine tree-ring width and NDVI in North Subtropical Region	WANG Ruili, CHENG Ruimei, XIAO Wenfa, et al (5762)
Effects of species composition on canopy rainfall storage capacity in an alpine meadow, China	YU Kailiang, CHEN Ning, YU Sisheng, et al (5771)
Dynamics of soil water conservation during the degradation process of the Zoigê Alpine Wetland	XIONG Yuanqing, WU Pengfei, ZHANG Hongzhi, et al (5780)
Soil urease activity during different vegetation successions in karst peak-cluster depression area of northwest Guangxi, China	LIU Shujuan, ZHANG Wei, WANG Kelin, et al (5789)
Analysis the effect of region impacting on the biomass of domestic Masson pine using mixed model	FU Liyong, ZENG Weisheng, TANG Shouzheng (5797)
Influence of fire on a <i>Pinus massoniana</i> soil in a karst mountain area at the center of Guizhou Province, China	ZHANG Xi, ZHU Jun, CUI Yingchun, et al (5809)
The growth and distrubution of <i>Platyclusus orientalis</i> Seed-base seedling root in different culture periods	YANG Xitian, DONG Nalin, YAN Dongfeng, et al (5818)
Effects of complex pollution of CTAB and Cd ²⁺ on the growth of Chinese sweetgum seedlings	ZHANG Qin, XUE Jianhui, LIU Chenggang (5824)
The influence of volatiles of three invasive plants on the roots of upland rice seedlings	ZHANG Fengjuan, XU Xingyou, GUO Aiying, et al (5832)
Age structure and regeneration strategy of the dominant species in a <i>Castanopsis carlesii</i> - <i>Schima superba</i> forest	SONG Kun, SUN Wen, DA Liangjun (5839)
A study on application of hepatic microsomal CYP1A biomarkers from <i>Sebastiscus marmoratus</i> to monitoring oil pollution in Xiamen waters	ZHANG Yusheng, ZHENG Ronghui, CHEN Qingfu (5851)
The method of measuring energy flow ϕ and p in ecological networks by input-output flow analysis	LI Zhongcai, XI Xudong, GAO Qin, et al (5860)

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 19 期 (2011 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 19 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		



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