

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第18期 Vol.31 No.18 **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 18 期 2011 年 9 月 (半月刊)

目 次

高寒矮嵩草草甸冬季 CO ₂ 释放特征	吴 琴, 胡启武, 曹广民, 等 (5107)
开垦对绿洲农田碳氮累积及其与作物产量关系的影响	黄彩变, 曾凡江, 雷加强, 等 (5113)
施氮对几种草地植物生物量及其分配的影响	祁 瑜, 黄永梅, 王 艳, 等 (5121)
浙江天台山甜槠种群遗传结构的时空自相关分析	祁彩虹, 金则新, 李钧敏 (5130)
大兴安岭林区不同植被对冻土地温的影响	常晓丽, 金会军, 于少鹏, 等 (5138)
樟子松树轮不同组分的稳定碳同位素分析	商志远, 王 建, 崔明星, 等 (5148)
内蒙古不同类型草地叶面积指数遥感估算	柳艺博, 居为民, 朱高龙, 等 (5159)
杭州西湖北里湖荷叶枯落物分解及其对水环境的影响	史 绮, 焦 锋, 陈 莹, 等 (5171)
火干扰对小兴安岭落叶松-苔草沼泽温室气体排放的影响	于丽丽, 牟长城, 顾 韩, 等 (5180)
黄河中游连伯滩湿地景观格局变化	郭东罡, 上官铁梁, 白中科, 等 (5192)
黄土区次生植被恢复对土壤有机碳官能团的影响	李 婷, 赵世伟, 张 扬, 等 (5199)
我国东北土壤有机碳、无机碳含量与土壤理化性质的相关性	祖元刚, 李 冉, 王文杰, 等 (5207)
黄土旱塬裸地土壤呼吸特征及其影响因子	高会议, 郭胜利, 刘文兆 (5217)
宁南山区典型植物根际与非根际土壤微生物功能多样性	安韶山, 李国辉, 陈利顶 (5225)
岩溶山区和石漠化区表土孢粉组合的差异性——以重庆市南川区为例	郝秀东, 欧阳绪红, 谢世友 (5235)
夏蜡梅及其主要伴生种叶的灰分含量和热值	金则新, 李钧敏, 马金娥 (5246)
苏柳 172 和垂柳对 Cu ²⁺ 的吸收特性及有机酸影响	陈彩虹, 刘治昆, 陈光才, 等 (5255)
导入 <i>TaNHX2</i> 基因提高了转基因普那菊苣的耐盐性	张丽君, 程林梅, 杜建中, 等 (5264)
空气湿度与土壤水分胁迫对紫花苜蓿叶表皮蜡质特性的影响	郭彦军, 倪 郁, 郭芸江, 等 (5273)
黄土高原旱塬区土壤贮水量对冬小麦产量的影响	邓振镛, 张 强, 王 强, 等 (5281)
咸阳地区近年苹果林地土壤含水量动态变化	赵景波, 周 旗, 陈宝群, 等 (5291)
苗药大果木姜子挥发油成分变化及其地理分布	张小波, 周 涛, 郭兰萍, 等 (5299)
环境因子对小球藻生长的影响及高产油培养条件的优化	丁彦聪, 高 群, 刘家尧, 等 (5307)
不同基质对北草蜥和中国石龙子运动表现的影响	林植华, 樊晓丽, 雷焕宗, 等 (5316)
安徽沿江浅水湖泊越冬水鸟群落的集团结构	陈锦云, 周立志 (5323)
黑胸散白蚁肠道共生锐滴虫目鞭毛虫的多样性分析与原位杂交鉴定	陈 文, 石 玉, 彭建新, 等 (5332)
基于熵权的珠江三角洲自然保护区综合评价	张林英, 徐颂军 (5341)
专论与综述	
中小尺度生态用地规划方法	荣冰凌, 李 栋, 谢映霞 (5351)
土地利用变化对土壤有机碳的影响研究进展	陈 朝, 吕昌河, 范 兰, 等 (5358)
海洋浮游植物与生物碳汇	孙 军 (5372)
多年冻土退化对湿地甲烷排放的影响研究进展	孙晓新, 宋长春, 王宪伟, 等 (5379)
生源要素有效性及生物因子对湿地土壤碳矿化的影响	张林海, 曾从盛, 仝 川 (5387)
生态网络分析方法研究综述	李中才, 徐俊艳, 吴昌友, 等 (5396)
研究简报	
不同群落中米氏冰草和羊草的年龄结构动态	金晓明, 艾 琳, 刘及东, 等 (5406)
主题分辨率对 NDVI 空间格局的影响	黄彩霞, 李小梅, 沙晋明 (5414)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 314 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 35 * 2011-09



封面图说: 在树上嬉戏的大熊猫——大熊猫是中国的国宝, 自然分布狭窄, 数量极少, 世界上仅分布在中国的四川、陕西、甘肃三省的部分地区, 属第四纪冰川孑遗物种, 异常珍贵。被列为中国国家一级重点保护野生动物名录, 濒危野生动植物种国际贸易公约绝对保护的 CITES 附录一物种名录。瞧, 够得上“功夫熊猫”吧。

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

金晓明, 艾琳, 刘及东, 卢欣石. 不同群落中米氏冰草和羊草的年龄结构动态. 生态学报, 2011, 31(18): 5406-5413.

Jin X M, Ai L, Liu J D, Lu X S. Dynamics of age structures on *Agropyron michnoi* and *Leymus chinensis* in different communities. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(18): 5406-5413.

不同群落中米氏冰草和羊草的年龄结构动态

金晓明^{1,2}, 艾琳³, 刘及东², 卢欣石^{1,*}

(1. 北京林业大学草地资源与生态实验室, 北京 100083; 2. 呼伦贝尔学院生命科学学院, 呼伦贝尔 021008;

3. 中国畜牧业协会, 北京 100028)

摘要:米氏冰草和羊草都是根茎型禾草, 是典型的无性系植物。采取单位面积挖掘取样法, 对呼伦贝尔沙地植被次生演替过程中的米氏冰草和羊草种群分株年龄结构进行调查。结果表明, 在单生和混合群落中, 米氏冰草分株分别由 3 和 4 个年龄级组成, 羊草均由 2 个年龄级组成; 米氏冰草分株数量和生物量年龄结构变化基本一致, 即随着生长年限的延长, 呈减少低龄级和增加高龄级比例的趋势, 使单生群落中始终为增长型, 但接近于稳定型, 混生群落中由增长型变为稳定型。羊草分株数量和生物量年龄结构在连续 2a 均为明显的增长型。羊草各龄级平均单株生产力均高于米氏冰草, 平均是米氏冰草的 5.2 倍。米氏冰草和羊草种群分株年龄结构的变化, 蕴含着米氏冰草种群的优势地位将被羊草种群取代的趋势。

关键词:米氏冰草; 羊草; 年龄结构; 无性系分株

Dynamics of age structures on *Agropyron michnoi* and *Leymus chinensis* in different communities

JIN Xiaoming^{1,2}, AI Lin³, LIU Jidong², LU Xinshi^{1,*}

1 Laboratory of Grassland Resources and Ecology, Forestry College of Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

2 College of Life Sciences, Hulunbeier College, Hulunbeier 021008, China

3 China Animal Husbandry Association, Beijing 100028, China

Abstract: *Agropyron michnoi* (short for *A. michnoi*) and *Leymus chinensis* (short for *L. chinensis*) are both rhizome grass in clonal plants. *A. michnoi* is one of the pioneer species in the secondary succession process showing good adaptivity to the Hulunbeier sandy environment, While *L. chinensis* is a dominant species of zonal vegetation. The coexistence of *A. michnoi* and *L. chinensis* populations in the succession indicated that, the seral process has entered into the transition stage from sandy vegetation to normal grassland plant. To understand its details, the three sample plots were prepared in the mixed dominant population community, ie. *A. michnoi* solitary plot (P1), *L. chinensis* solitary plot (P2) and mixed plot (P3). The method of plant reproductive ecology was used in excavation sampling in the elemental area (25cm×25cm, depth 30cm), and it was repeated for 5 times. The mixed dominant population community was investigated and the age class of tillers was identified by the age structure of tillering nodes.

The results indicated that ramet modules of *A. michnoi* consisted of 3 or 4 age classes respectively in 2009 and 2010, in single and mixed communities; While *L. chinensis* consisted of 2 age classes; As for *A. michnoi*, the variations of ramet modules numbers were similar to those of biomass age structures. The fact reveals that, with the increase of growing years, there may be a downward trend of low age class and an upward trend of high age class. As a result, the single community always the growth type, but may close to stable type, and the mixed community may chang from growth type to stable type.

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAD26B04-03); 内蒙古自治区自然科学基金项目(2010MS0509); 国家林业局林业公益性行业科研专项(200804012)资助

收稿日期: 2011-01-05; 修订日期: 2011-07-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: Luxinshi304@126.com

Additionally, the number of ramet modules and biomass age structures of *L. chinensis* all showed growth type apparently in 2 years running. The single plant productivity of *L. chinensis* of all age classes was 5.2 times higher than that of *A. michnoi* on average. The changes of the tiller's age structures showed the tendency that the superiority of *A. michnoi* community may be replaced by *L. chinensis*.

Key Words: *Agropyron michnoi*; *Leymus chinensis*; age structure; clonal tiller

随着植被演替,群落优势种的更替呈现出一定的连续性,后一演替阶段的优势种往往已经隐含在前一演替阶段中^[1]。米氏冰草(*Agropyron michnoi*)和羊草(*Leymus chinensis*)都是根茎型禾草,是典型无性系植物。米氏冰草在呼伦贝尔沙化草地有很好的适应性,依靠种子繁殖在流动沙地定居,成为先锋种,同时又可进行营养繁殖扩大种群,形成单优种群落。羊草在草甸草原和典型草原群落中经常成为优势种。在沙化草地植被演替过程中,同时出现米氏冰草和羊草种群,预示着植被演替处于过渡阶段。种群的年龄结构是反映种群内不同年龄组成员的数量配置情况。它是种群更新过程长短和更新速度快慢的反映^[2-3]。它不仅能反映种群数量动态及其发展趋势,对种群动态和种群数量的预测预报都有重要意义,也可以获得其生产及调节等功能信息^[4]。种群的年龄结构在很大程度上还反映了种群与环境间的相互关系以及它们在群落中的作用和地位^[5-7]。无性系(Clone)也叫个体种群,是由同一基因型的不同分株所组成^[8]。无性系植物在很多群落及生态过程中发挥着重要的作用^[9-10]。国内外对草本植物年龄结构的研究很多^[11-14],在无性系植物种群年龄结构方面也开展了一些工作^[15-28]。但以往的研究基本上是以单一种群为研究对象,对相互作用的两个种群年龄结构的研究很少^[29]。本研究以沙化草地的优势种群米氏冰草和羊草为研究对象,分析它们在连续2a内,单生区和混生区的分株构件年龄结构,从中了解两个种群在种间竞争及植被演替过程中的繁殖策略,并预测种群变化趋势,为植物种群进化生态学研究及种群繁殖生态学的理论研究提供科学依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 自然概况

研究区位于呼伦贝尔市陈巴尔虎旗呼和诺尔镇境内的沙化草地,地理位置为东经11°44'75"—118°54'76",北纬49°08'87"—49°11'48",海拔588.4—618.0 m。具温带大陆干旱半干旱过渡气候特征。年均气温-1.5℃,降水量230—300 mm(70%集中于夏秋季),而蒸发量为降水量的4—6倍;年均风速4.5 m/s,最大风速为20 m/s,全年8级以上大风日数平均30 d以上。沙质化土壤。地带性植被为以贝加尔针茅(*Stipa baicalensis*)和羊草为优势种的群落。

研究样地选择围栏封育后自然恢复的沙化草地,且以米氏冰草和羊草为优势种的群落内。样地内的米氏冰草和羊草分别呈大小不等的斑块状分布,其中米氏冰草斑块的直径,最大为42 m,最小为8 m,羊草斑块的直径,最大为15 m,最小为2 m。其他物种分布较少,其中有寸草苔(*Carex duriuscula*)、贝加尔针茅(*Stipa baicalensis*)、东北牡蒿(*A. japonica* var. *manshurica*)、冷蒿(*Artemisia frigida*)、糙隐子草(*Cleistogenes squarrosus*)、扁蓿豆(*Melissitus ruthenius*)、狗尾草(*Setaria viridis*)等。

1.2 研究方法

在2009年和2010年的8月下旬,在米氏冰草和羊草双优势种的群落内设置3个样地,即,样地1(P1):米氏冰草斑块内(米氏冰草单生区或单生群落);样地2(P2):羊草斑块内(羊草单生区或单生群落);样地3(P3):米氏冰草和羊草斑块交错区(米氏冰草和羊草混生区或混生群落)。可视P1为米氏冰草的种内竞争区,视P2为羊草的种内竞争区,视P3为米氏冰草和羊草的种间竞争区。在P1和P2内进行取样时,尽量选择斑块的中央位置,且植物生长与分布都比较一致的地方,在P3内取样时,选择2个种完全混合在一起的地方。采用单位面积破坏性取样方法,样方面积:单生区为25 cm × 25 cm、混生区为50 cm × 50 cm,5个重复,且每个重复取自不同斑块内或交错区。将样方内的米氏冰草和羊草地上和地下部分整体挖出,去掉根土,按样方

分别装袋。回室内进行分株年龄级划分,按龄级记数,并按分株龄级分置,在 80 ℃ 下烘至恒量后,称其生物量。不同样地土壤基底指标如表 1 所示。分株的年龄划分按由根茎顶端或根茎节间向上生长的分蘖株为 1 龄株,由 1 龄分蘖株分蘖节产生的分蘖株为 2 龄株,由 2 龄分蘖节产生的分蘖株为 3 龄株,依此类推^[30]。

表 1 米氏冰草和羊草单生区和混生区土壤基况
Table 1 Soil conditions in single and mixed plot of *A. michnoi* and *L. chinensis*

样地 Plots	速效 K AK	有效 P AP	碱解 N AN	pH	全 K TK	全 P TP	全 N TN	有机质 OM	电导率 EL /(us/cm)
	mg/kg				g/kg				
P1	149.6	23.2	30.4	6.5	32	0.7	0.4	5.9	16.9
P2	208.6	18.5	22.9	6.6	31.8	0.7	0.5	4.8	20
P3	284.8	22.8	22.7	7.1	31.5	0.5	0.5	4	28.6

1.3 数据处理

将调查数量指标均换算成 1 m²的数据指标。对相同龄级数量指标进行累加,得出年龄结构。按各龄级占全体的百分比率得出分株的年龄谱。各龄级分株占有分株的百分比得出分株年龄结构。分株生产力是用无性系相应生物量除以数量指标获得。

数据采用 Excel 软件和 SPSS(16.0) 软件处理。采用 ANOVA 的 Duncan 法进行方差分析,取各样方的平均值(M)及标准差(SD)。对米氏冰草种群和羊草种群分别进行比较,即对同一样地在不同年份之间,以及同一年份内单生区和混生区之间的相关性状进行差异显著性比较。

2 结果与分析

2.1 米氏冰草与羊草种群分株数量的年龄结构及年龄谱

无性系种群的分株数量是衡量生长的重要指标。在沙地植被次生演替过程中,米氏冰草分株,在单生区由 3 个年龄级组成,在混生区由 4 个年龄级组成;羊草均由 2 个年龄级组成(表 2)。第 2 年与第 1 年比较,在单生区,米氏冰草和羊草的总分株数量分别减少了 10.8% 和 29.7%。表明,年度之间环境条件的变化,对米氏冰草和羊草的生长均产生了一定的抑制作用,尤其对羊草的生长影响较大。在混生区,米氏冰草减少 8.9%,而羊草增加 15.9%。表明,随着群落演替的进程,在米氏冰草与羊草的竞争中,羊草分株的生长呈增长趋势,而米氏冰草的生长呈减少趋势。

表 2 单生及混生区米氏冰草和羊草分株数量的年龄结构(M±SD)/(株/m²)
Table 2 Age structures on number of ramet modules of *A. michnoi* and *L. chinensis* in single and mixed plots

种群 Population	样地 Plots	取样日期 Date	年龄级 Age class				合计 Total
			1	2	3	4	
<i>A. michnoi</i>	P1	2009-08	1056.0±444.4	419.2±176.9	3.2±7.2	0	1478.4±605.7
		2010-08	643.2±140.6	553.6±268.4	121.6±119.0	0	1318.4±436.8
	P3	2009-08	671.2±354.4	276.0±127.1	6.4±10.4	0.8±1.8	954.4±470.6
		2010-08	324.0±316.6	428.0±133.0	112.0±72.7	5.6±10.4	869.6±295.5
<i>L. chinensis</i>	P2	2009-08	732.8±181.5	150.4±159.4	0	0	883.2±275.6
		2010-08	563.3±90.1	57.6±86.6	0	0	620.8±165.7
	P3	2009-08	166.4±52.0	24.8±23.7	0	0	191.2±55.5
		2010-08	165.6±70.6	56.0±42.1	0	0	221.6±94.0

年龄谱反映各龄级之间的比例关系。在连续 2a 的生长中,米氏冰草和羊草分株数量年龄谱如图 1。从图 1 可以看出,在第 1 年,单生区和混生区,米氏冰草和羊草分株数量均以 1 龄级占优势,且相应龄级之间无显著差异,均为增长型年龄结构。其中米氏冰草分株数量,第 2 年与第 1 年比较,在单生区,1 龄级比例减少,而 2 和 3 龄级比例增加,且 3 龄级增加显著;在混生区,1 龄级比例显著减少,而 2 和 3 龄级比例显著增加。反映,随着植物群落演替的进程,单生区和混生区的米氏冰草分株数量年龄结构均由增长型向稳定型方向发展,

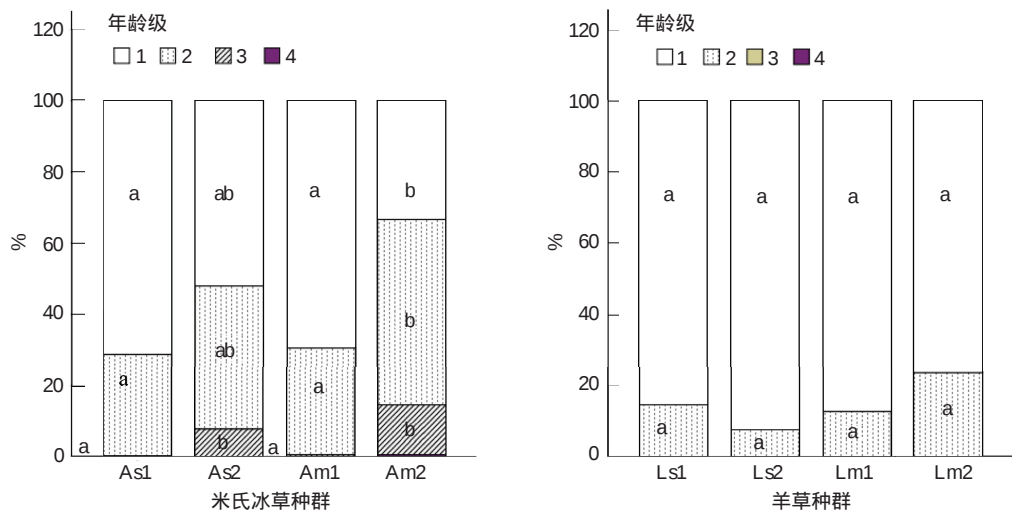


图 1 不同生长年限单生与混生群落米氏冰草和羊草种群分株数量年龄谱

Fig. 1 Age spectrum on number of ramet modules of *Agropyron Michnoi* and *Leymus Chinensis* population in different growth years of single and mixtrue community
A: 米氏冰草; L: 羊草; S: 单生区; M: 混生区; 1: 2009 年; 2: 2010 年; 对连续 2 年的所有单生和混生区的相同龄级之间进行差异显著性比较, 不同的字母表示差异显著 ($P < 0.05$)

其中在单生区,始终为增长趋,但接近稳定型,在混生区,由增长型变成稳定型年龄结构,即在混生区稳定的速度更快。羊草分株数量,在连续 2a 的单生区和混生区,均以 1 龄级比例占绝对优势,且均无显著差异,均为明显的增长型年龄结构。反映,随着植被次生演替的进程,单生区与混生区的羊草分株数量的年龄结构始终保持较强的增长趋势。

3.2 米氏冰草与羊草无性系分株生物量的年龄结构及年龄谱

无性系分株生物量是衡量物质生产与积累的重要数量指标。米氏冰草和羊草的分株生物量年龄结构见表 3,第 2 年与第 1 年比较,米氏冰草和羊草的总分株生物量在单生区分别减少 32.6% 和 26.8%;在混生区,米氏冰草和羊草的总分株生物量分别减少 11.8% 和 8.5%。表明,随着群落演替的进程,使单生区和混生区的米氏冰草和羊草的物质积累量均呈减少趋势,其中米氏冰草减少速度比羊草快。

表 3 单生区及混生区米氏冰草和羊草分株生物量的年龄结构 (M±SD)

Table 3 Age structures on biomass of ramets of <i>A. michnoi</i> and <i>L. chinensis</i> in single and mixed plots (g/m ²)							
种群 Population	样地 Plots	取样日期 Date	年龄级 Age class				合计 Total
			1	2	3	4	
<i>A. michnoi</i>	P1	2009-08	253.6±112.8	61.3±29.3	0.1±0.3	0	315.1±140.8
		2010-08	126.6±70.5	75.0±46.5	10.6±12.6	0	212.3±117.2
	P3	2009-08	118.9±40.2	31.2±12.7	0.6±0.8	0±0.1	150.7±46.8
		2010-08	61.4±36.2	58.4±26.1	12.8±7.0	0.2±0.4	132.9±31.7
<i>L. chinensis</i>	P2	2009-08	412.2±110.1	44.3±35.6	0	0	456.6±108.6
		2010-08	309.5±87.8	24.8±41.2	0	0	334.3±106.3
	P3	2009-08	126.8±41.8	12.5±7.9	0	0	139.3±48.8
		2010-08	117.1±42.4	10.3±8.6	0	0	127.4±43.1

在连续 2a 的生长中,米氏冰草和羊草分株生物量年龄谱如图 2。从图 2 可以看出,米氏冰草分株生物量,在第 1 年,单生区和混生区均以 1 龄级比例占优势,且相应龄级之间无显著差异,均为增长型年龄结构。第 2 年与第 1 年比较,在单生区,1 龄级比例减少,而 2 和 3 龄级比例增加,且 3 龄级增加显著;在混生区,1 龄级比例显著减少,而 2 和 3 龄级比例显著增加。反映,随着植物群落演替的进程,单生区和混生区的米氏冰草分株

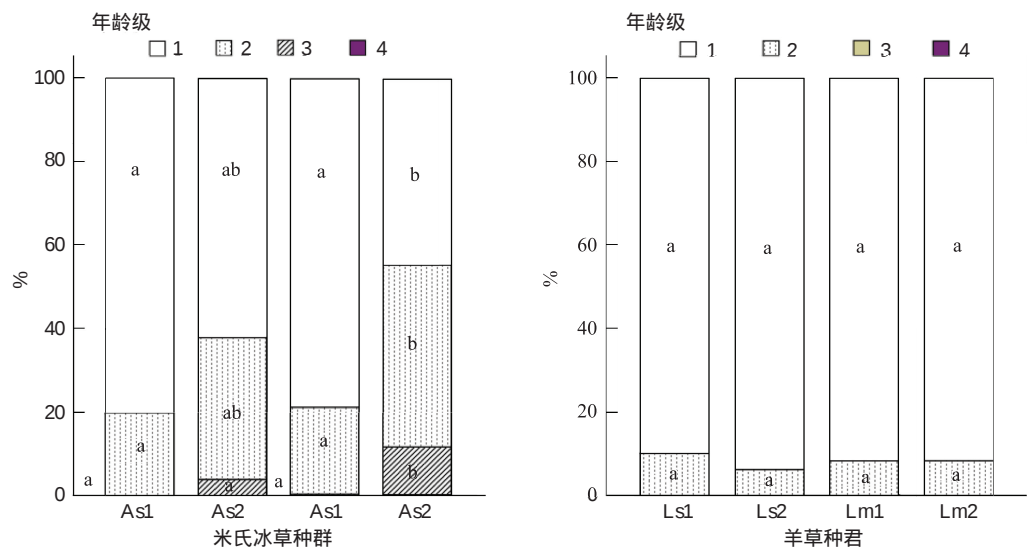


图2 不同生长年限单生与混生群落米氏冰草和羊草种群分株生物量年龄谱

Fig. 2 Age spectrum on biomass of ramet modules of *Agropyron michnoi* and *Leymus chinensis* population in different growth years of single and mixed community

生物量年龄结构均由增长型向稳定型方向发展,但在单生区仍然为增长型年龄结构,而在混生区则由增长型变成稳定型年龄结构。羊草分株数量在连续2a的单生区和混生区均以1龄级比例占绝对优势,且均无显著差异,均为明显的增长型年龄结构。反映,随着植被次生演替的进程,单生区与混生区的羊草分株生物量的年龄结构始终保持较强的增长趋势。

3.3 米氏冰草与羊草无性系不同龄级分株的生产力

平均单株生物量是衡量不同龄级各分株生产力的数量指标。羊草平均单株的生产力比米氏冰草高5.2倍,且米氏冰草和羊草各龄级单株的生产力均随着龄级的增加呈降低趋势(表4)。在平均单株生物量上,混生区的米氏冰草和羊草分别比单生区的高1.1倍和1.2倍;不同年度之间比较,第1年的米氏冰草比第2年的高1.2倍,第1年的羊草比第2年的高1.3倍。

表4 单生区与混生区米氏冰草和羊草的单株生物量(M±SD)/(g/分株)

Table 4 Biomass of per ramet of *A. michnoi* and *L. chinensis* in single and mixed plots

种群 Population	样地 Plots	取样年份 Year	年龄级 Age class				合计 Total
			1	2	3	4	
<i>A. michnoi</i>	P1	2010	0.243±0.077a	0.152±0.052b	0.043±0.0c	0	0.112±0.040
		2011	0.189±0.059a	0.128±0.046ab	0.082±0.029b	0	0.093±0.033
	P3	2010	0.192±0.045a	0.118±0.040b	0.109±0.058c	0.061±0d	0.117±0.020
		2011	0.261±0.094a	0.150±0.077b	0.118±0.025b	0.042±0.004b	0.101±0.034
<i>L. chinensis</i>	P2	2010	0.583±0.176a	0.371±0.109a	0	0	0.548±0.194
		2011	0.549±0.136a	0.374±0.084a	0	0	0.481±0.105
	P3	2010	0.768±0.153a	0.346±0.053b	0	0	0.711±0.152
		2011	0.731±0.096a	0.185±0.080b	0	0	0.477±0.064

对同一种群的各龄级进行差异显著性比较

4 结论与讨论

4.1 在呼伦贝尔沙地米氏冰草与羊草双优势种群落中,单生区的米氏冰草和羊草的分株数量和生物量均呈减少趋势,其中米氏冰草分别减少10.8%和32.6%,羊草分别减少29.7%和26.8%。在呼伦贝尔沙地,米氏冰草和羊草5月初返青,6月中旬进入抽穗期,8月初为成熟期,10月初则为休眠期。据当地气象资料显示,

2010 年与 2009 相比,年降水量减少了 36.9%,其中 5—9 月份的降雨量减少了 53.4%。表明,米氏冰草和羊草针对环境中降水量减少的变化均采取减少地上分株的数量和生物量的策略,以减少种内竞争压力。在混生区,米氏冰草的分株数量和生物量分别减少 8.9% 和 11.8%,羊草的分株数量增加 15.9%,生物量减少 8.5%。表明,在种间竞争中,羊草比米氏冰草占优势。

4.2 在呼伦贝尔沙地米氏冰草与羊草双优势种群落中,米氏冰草分株在单生区和混生区分别由 3 和 4 个年龄级组成,羊草分株均由 2 个年龄级组成。据报道,在松嫩平原,羊草分株在稳定群落中最多由 4 个年龄级组成^[30]。而在呼伦贝尔沙地,米氏冰草最多由 4 个年龄级组成^[31]。这可能是因为,调查时羊草在沙地的定居时间较短,分株密度较低,种群结构尚未稳定,无性系的营养繁殖处于向外扩展阶段。而米氏冰草的定居时间较早,分株密度较高,种群结构相对较稳定,无性系的营养繁殖处于由向外扩展到内部补充过渡阶段。尤其在羊草的种间竞争中,米氏冰草的年龄结构趋于稳定的速度加快。

4.3 本研究中,米氏冰草和羊草分别在分株数量和生物量年龄结构上的变化基本一致,即米氏冰草的分株数量和生物量的年龄结构,在单生区,其增长型结构趋于减弱,接近稳定型,在混生区由增长型变成稳定型;羊草的分株数量和生物量的年龄结构,在连续 2a 的生长中均为明显的增长型年龄结构。表明,在植物群落的双优势种的种间竞争中,处于优势地位的种群可维持其增长型的年龄结构,而处于劣势地位的种群的年龄结构则趋于快速稳定趋势。

4.4 按分蘖节年龄划分方法,1 龄分株是由根茎直接形成的,2 龄分株是由 1 龄分株的分蘖节形成的,依次类推^[30]。表明,低龄级分株的生长时间总是比高龄级的生长时间长。另外,受顶端优势的影响,低龄级分株可获得更多的养分。所以米氏冰草和羊草各龄级单株生物量上,随着龄级的增加呈减小趋势。这一结果与以往的研究结果相同^[31]。另外,羊草平均单株的生产力比米氏冰草高 5.2 倍,表明羊草的单株竞争力远远高于米氏冰草。

4.5 个体大小常常用来解释环境条件较为稳定的种群内个体资源分配的变异^[32]。本研究中,米氏冰草和羊草的单株生物量,在混生区均比单生区偏小,2010 年均比 2009 年偏小。前者可能是因为,混生区的分株密度比单生区低,植物生长可获取的资源相对较多,有利于植物的生长。后者可能是因为,一方面,一般在沙地生境,水分经常会成为植物生长的限制性因素^[33]。而 2010 年的降雨量减少,可使植物的生长受到一定抑制。另一方面,随着群落进展演替的进程,群落中的物种逐渐增多,种间竞争加剧。因此,导致米氏冰草和羊草单株的个体偏小。

References:

- [1] Ou Z L, Li X K, Su Z M. Population variation and species diversity in succession process of karst vegetation in Yangshuo, Guangxi. *Ecological Science*, 2005, 24(4): 295-297.
- [2] Ågren J, Zackrisson O. Age and size structure of *Pinus sylvestris* populations on mires in central and northern Sweden. *Journal of Ecology*, 1990, 78(4): 1049-1062.
- [3] Dai L M, Sun W Z, Deng H B, Xiao Y H. Age structure of main tree species in community of tilia broadleaf Korean pine forest on northern slope of Changbai Mountains. *Scientia Silvae Sinicae*, 2002, 38(3): 73-77.
- [4] Yang Y F, Zhang B T, Li J D. Module structure of *Leymus chinensis* clones under cultivated condition in Songnen Plains of China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(11): 1847-1850.
- [5] Peng S L. Fluctuation of forest community. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1993, 4(2): 120-125.
- [6] Yang Y C, Zhuang P, Li X R. Ecological studies on the forest community of *Castanopsis platyacantha*-*Schima sinensis* on Emei Mountain. *Acta Phytocologica Sinica*, 1994, 18(2): 105-120.
- [7] Su Z Y, Wu D R, Chen B G. Structure and spatial pattern dynamics of dominant populations in a natural forest in north Guangdong Province. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2000, 11(3): 337-341.
- [8] Harper H L. The concept of population in modular organisms//May R M, ed. *Theoretical Ecology: Principles and Applications*. 2nd ed. Oxford: Blackwell, 1981, 3(4): 53-77.
- [9] Oborny B, Bartha S. Clonality in plant communities — an overview. *Abstracta Botanica*, 1995, 19: 115-127.

- [10] de Kroon H, van Groenendaal J. The Ecology and Evolution of Clonal Plants. Leiden; Backhuys Publishers, 1997, 12: 97-104.
- [11] Noble J C, Bell A D, Harper J L. The population biology of plants with clonal growth. I. The morphology and structural demography of *Carex arenaria*. Journal of Ecology, 1979, 67(3): 983-1008.
- [12] Gatsuk L E, Smirnova O V, Vorontzova L I, Zaugolnova L B, Zhukova L A. Age states of plants of various growth forms; a review. Journal of Ecology, 1980, 68(2): 675-696.
- [13] Silva J F, Raventos J, Caswell H. Fire and fire exclusion effects on the growth and survival of two savanna grasses. Acta Oecologica, 1991, 11(6): 783-800.
- [14] O'Connor T G. The influence of rainfall and grazing on the demography of some African savanna grasses; a matrix modeling approach. Journal of Applied Ecology, 1993, 30(1): 119-132.
- [15] Bai Y F, Xu Z X, Li D X, Zhao G. Study on age and bunch structure of four Stip species in Inner Mongolia Plateau. Acta Botanica Sinica, 1999, 41(10): 1125-1131.
- [16] Yang Y F, Zheng H Y. Age structure of clone population of *Calamagrostis pseudophragmites* in Songnen plain of China. Acta Prataculturae Sinica, 2000, 9(3): 8-13.
- [17] Ding X M, Yang Y F. Age structure of modules of *Calamagrostis pseudophragmites* populations in the process of vegetative restoration of the coal ash storage pools of general firepower in the Kerqin grassland region. Acta Prataculturae Sinica, 2007, 16(3): 15-20.
- [18] Li H, Yang Y F, Qiao X B. Age structure of tillers of *Hordeum brevisulatum* clone in Songnen plain of China. Chinese Journal of Applied Ecology, 2000, 11(3): 403-407.
- [19] Yang Y F, Zheng H Y, Li J D. The effects of grazing on age structure in clonal population of *Agropyron michnoi*. Acta Phytocologica Sinica, 2001, 25(1): 71-75.
- [20] Yang Y F, Zhang B T, Zhang C H. Growth of modules and survival space enlargement of *Leymus secalinus* clones under cultivated conditions in Songnen Plain of Northeast China; an experimental research. Chinese Journal of Applied Ecology, 2007, 18(5): 977-982.
- [21] Yang Y F, Li J D. Structure of ramets in clonal population of *Carex duriuscula* on Songnen plain of China. Acta Prataculturae Sinica, 2001, 10(1): 35-41.
- [22] Tian X, Zhang X Y, Yang Y F. Age structure of *Carex Kirganica* population in Zhalong Wetland. Journal of Inner Mongolia University for Nationalities (Natural Sciences), 2005, 20(1): 57-61.
- [23] Bu Z J, Yang Y F, Hakan R, Lang H Q. Age structures of modules of clonal peatland sedge *Carex middendorffii*. Chinese Geographical Science, 2005, 15(3): 269-274.
- [24] Yang Y F, Zhang B T, Li J D. The regulation of growth and biomass allocation on clonal ramets of *Artemisia mongolica* population on the Songnen plain in China. Acta Prataculturae Sinica, 2003, 12(1): 11-17.
- [25] Xing F, Tian X, Yang Y F. Age structure of rhizomes of *Artemisia argyi*, a clonal plant population in China's Songnen Plain. Acta Agrestia Sinica, 2004, 12(3): 209-213.
- [26] Yang Y F, Li J D. Growth strategies of different age classes of ramets in *Kalimeris integrifolia* population at the Songnen Plains of China. Chinese Journal of Applied Ecology, 2003, 14(12): 2171-2175.
- [27] Yang Y F, Wang S Z, Li J D. Development and age structure of ramets of *Kalimeris integrifolia* populations in the Songnen Plains, Northeast China. Acta Botanica Sinica, 2003, 45(2): 158-163.
- [28] Bu Z J, Yang Y F, Dan D, Wang X W. Age structure and growth pattern of *Polytrichum juniperum* populations in a mire of Changbai Mountains. Chinese Journal of Applied Ecology, 2005, 16(1): 44-48.
- [29] Yang Y F, Zheng H Y, Li J D. Comparative study on characters of two divergence types of the clone population *Leymus chinense* in the Songnen Plain of China. Bulletin of Botanical Research, 1997, 39(11): 1058-1064.
- [30] Yang Y F, Liu G C, Zhang B T. An analysis of age structure and the strategy for asexual propagation of *Aneurolepidium chinensise* population. Acta Botanica Sinica, 1995, 37(2): 147-153.
- [31] Jin X M, Ao Y G, Ai L. The age structures trend of clonal module of *Agropyron michnoi* in Hulunbeier sandy grassland. Acta Agrestia Sinica, 2011, 13(3): 14-19.
- [32] Samson A C R. Anomalous behaviour of Newcastle disease virus haemagglutinin-neuraminidase protein in Western blotting analysis of monoclonal antibody binding sites. Journal of General Virology, 1986, 67(6): 1199-1203.
- [33] Zhang J G, Wang X P, Li X R, Zhang Z S, Wang G, Wang S, Ma F Y. Advances and prospect of researches on desert plant life history strategies. Journal of Desert Research, 2005, 25(3): 306-314.

参考文献:

- [3] 代力民, 孙伟中, 邓红兵, 肖以华. 长白山北坡椴树阔叶红松林群落主要树种的年龄结构研究. 林业科学, 2002, 38(3): 73-77.

- [4] 杨允菲, 张宝田, 李建东. 松嫩平原栽培条件下羊草无性系构件的结构. 应用生态学报, 2003, 14(11): 1847-1850.
- [5] 彭少麟. 森林群落波动的探讨. 应用生态学报, 1993, 4(2): 120-125.
- [6] 杨一川, 庄平, 黎系荣. 峨眉山峨嵋栲、华木荷群落研究. 植物生态学报, 1994, 18(2): 105-120.
- [7] 苏志尧, 吴大荣, 陈北光. 粤北天然林优势种群结构与空间格局动态. 应用生态学报, 2000, 11(3): 337-341.
- [15] 白永飞, 许志信, 李德新, 赵钢. 内蒙古高原四种针茅种群年龄与株丛结构的研究. 植物学报, 1999, 41(10): 1125-1131.
- [16] 杨允菲, 郑慧莹. 松嫩平原假苇拂子茅无性系种群的年龄结构. 草业学报, 2000, 9(3): 8-13.
- [17] 丁雪梅, 杨允菲. 科尔沁草原区通辽火电厂储灰池植被恢复过程中假苇拂子茅种群构件的年龄结构. 草业学报, 2007, 16(3): 15-20.
- [18] 李红, 杨允菲, 乔喜波. 松嫩平原野大麦无性系分蘖株的年龄结构. 应用生态学报, 2000, 11(3): 403-407.
- [19] 杨允菲, 郑慧莹, 李建东. 放牧干扰对根茎冰草无性系种群年龄结构的影响. 植物生态学报, 2001, 25(1): 71-75.
- [20] 杨允菲, 张宝田, 张春华. 松嫩平原赖草无性系构件的形成与空间扩展实验. 应用生态学报, 2007, 18(5): 977-982.
- [21] 杨允菲, 李建东. 松嫩平原寸草苔无性系种群分株的结构. 草业学报, 2001, 10(1): 35-41.
- [22] 田迅, 张学勇, 杨允菲. 扎龙湿地长秆苔草种群的年龄结构. 内蒙古民族大学学报(自然科学版), 2005, 20(1): 57-61.
- [24] 杨允菲, 张宝田, 李建东. 松嫩平原蒙古蒿种群无性系分株的生长与生物量分配规律. 草业学报, 2003, 12(1): 11-17.
- [25] 邢福, 田迅, 杨允菲. 松嫩平原艾蒿无性系种群根茎的年龄结构研究. 草地学报, 2004, 12(3): 209-213.
- [26] 杨允菲, 李建东. 松嫩平原全叶马兰种群不同龄级分株的生长策略. 应用生态学报, 2003, 14(12): 2171-2175.
- [28] 卜兆君, 杨允菲, 代丹, 王宪伟. 长白山泥炭沼泽桧叶金发藓种群的年龄结构与生长分析. 应用生态学报, 2005, 16(1): 44-48.
- [29] 杨允菲, 郑慧莹, 李建东. 松嫩平原两个趋异类型羊草无性系种群特征的比较研究. 植物学报, 1997, 39(11): 1058-1064.
- [30] 杨允菲, 刘庚长, 张宝田. 羊草种群年龄结构及无性繁殖对策的分析. 植物学报, 1995, 37(2): 147-153.
- [31] 金晓明, 卢欣石. 呼伦贝尔沙地米氏冰草无性系构件的年龄结构动态. 草地学报, 2011, 13(3): 14-19.
- [33] 张景光, 王新平, 李新荣, 张志山, 王刚, 王桑, 马风云. 荒漠植物生活史对策研究进展与展望. 中国沙漠, 2005, 25(3): 306-314.

CONTENTS

CO ₂ emission from an alpine <i>Kobresia humilis</i> meadow in winters	WU Qin, HU Qiwu, CAO Guangmin, et al (5107)
Effect of cultivation on soil organic carbon and total nitrogen accumulation in Cele oasis croplands and their relation to crop yield ...	 HUANG Caibian, ZENG Fanjiang, LEI Jiaqiang, et al (5113)
Biomass and its allocation of four grassland species under different nitrogen levels	 QI Yu, HUANG Yongmei, WANG Yan, et al (5121)
Small-scale spatial patterns of genetic structure in <i>Castanopsis eyrei</i> populations based on autocorrelation analysis in the Tiantai Mountain of Zhejiang Province	 QI Caihong, JIN Zexin, LI Junmin (5130)
Influence of vegetation on frozen ground temperatures the forested area in the Da Xing'anling Mountains, Northeastern China	 CHANG Xiaoli, JIN Huijun, YU Shaopeng, et al (5138)
Analysis of stable carbon isotopes in different components of tree rings of <i>Pinus sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>	 SHANG Zhiyuan, WANG Jian, CUI Mingxing, et al (5148)
Retrieval of leaf area index for different grasslands in Inner Mongolia prairie using remote sensing data	 LIU Yibo, JU Weimin, ZHU Gaolong, et al (5159)
Decomposition of lotus leaf litter and its effect on the aquatic environment of the Beili Lake in the Hangzhou West Lake	 SHI Qi, JIAO Feng, CHEN Ying, et al (5171)
Effects of fire disturbance on greenhouse gas emission from <i>Larix gmelinii</i> - <i>Carex schmidtii</i> forested wetlands in XiaoXing'an Mountains, Northeast China	 YU Lili, MU Changcheng, GU Han, et al (5180)
Wetland landscape transition pattern of Lianbo Beach along the Middle Yellow River	 GUO Donggang, SHANGGUAN Tieliang, BAI Zhongke, et al (5192)
Effect of revegetation on functional groups of soil organic carbon on the Loess Plateau	 LI Ting, ZHAO Shiwei, ZHANG Yang, et al (5199)
Soil organic and inorganic carbon contents in relation to soil physicochemical properties in northeastern China	 ZU Yuangang, LI Ran, WANG Wenjie, et al (5207)
Characteristics of soil respiration in fallow and its influencing factors at arid-highland of Loess Plateau	 GAO Huiyi, GUO Shengli, LIU Wenzhao (5217)
Soil microbial functional diversity between rhizosphere and non- rhizosphere of typical plants in the hilly area of southern Nixia	 AN Shaoshan, LI Guohui, CHEN Liding (5225)
Differences in the surface palynomorph assemblages on a karst mountain and rocky desertification areas: a case in Nanchuan District, Chongqing	 HAO Xiudong, OUYANG Xuhong, XIE Shiyu (5235)
Ash content and caloric value in the leaves of <i>Sinocalycanthus chinensis</i> and its accompanying species	 JIN Zexin, LI Junmin, MA Jine (5246)
Uptake kinetic characteristics of Cu ²⁺ by <i>Salix jiangsuensis</i> CL J-172 and <i>Salix babylonica</i> Linn and the influence of organic acids ...	 CHEN Caihong, LIU Zhikun, CHEN Guangcai, et al (5255)
Introduction of <i>TaNHX2</i> gene enhanced salt tolerance of transgenic puna chicory plants	 ZHANG Lijun, CHENG Linmei, DU Jianzhong, et al (5264)
Effects of air humidity and soil water deficit on characteristics of leaf cuticular waxes in alfalfa (<i>Medicago sativa</i>)	 GUO Yanjun, NI Yu, GUO Yunjiang, et al (5273)
Influence of water storage capacity on yield of winter wheat in dry farming area in the Loess Plateau	 DENG Zhenyong, ZHANG Qiang, WANG Qiang, et al (5281)
Research of dynamic variation of moisture in apple orchard soil in the area of Xianyang in recent years	 ZHAO Jingbo, ZHOU Qi, CHEN Baoqun, et al (5291)
Volatile oil contents correlate with geographical distribution patterns of the miao ethnic herb <i>Fructus Cinnamomi</i>	 ZHANG Xiaobo, ZHOU Tao, GUO Lanping, et al (5299)
Effect of environmental factors on growth of <i>Chlorella</i> sp. and optimization of culture conditions for high oil production	 DING Yancong, GAO Qun, LIU Jiayao, et al (5307)
The effects of substrates on locomotor performance of two sympatric lizards, <i>Takydromus septentrionalis</i> and <i>Plestiodon chinensis</i>	 LIN Zhihua, FAN Xiaoli, LEI Huanzong, et al (5316)
Guild structure of wintering waterbird assemblages in shallow lakes along Yangtze River in Anhui Province, China	 CHEN Jinyun, ZHOU Lizhi (5323)
Phylogenetic diversity analysis and <i>in situ</i> hybridization of symbiotic Oxymonad flagellates in the hindgut of <i>Reticulitermes chinensis</i> Snyder	 CHEN Wen, SHI Yu, PENG Jianxin, et al (5332)
An entropy weight approach on the comprehensive evaluation of the Pearl River Delta Nature Reserve	 ZHANG Linying, XU Songjun (5341)
Review and Monograph	
On planning method of mesoscale and microscale ecological land	 RONG Bingling, LI Dong, XIE Yingxia (5351)
Effects of land use change on soil organic carbon: a review	 CHEN Zhao, LÜ Changhe, FAN Lan, et al (5358)
Marine phytoplankton and biological carbon sink	 SUN Jun (5372)
Effect of permafrost degradation on methane emission in wetlands: a review	 SUN Xiaoxin, SONG Changchun, WANG Xianwei, et al (5379)
A review on the effects of biogenic elements and biological factors on wetland soil carbon mineralization	 ZHANG Linhai, ZENG Congsheng, TONG Chuan (5387)
A review of studies using ecological network analysis	 LI Zhongcai, Xu Junyan, WU Changyou, et al (5396)
Scientific Note	
Dynamics of age structures on <i>Agropyron michnoi</i> and <i>Leymus chinensis</i> in different communities	 JIN Xiaoming, AI Lin, LIU Jidong, et al (5406)
The impact of thematic resolution on NDVI spatial pattern	 HUANG Caixia, LI Xiaomei, SHA Jinming (5414)

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 18 期 (2011 年 9 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 18 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