

通天河国家森林公园锐齿栎群落物种组成及群落结构研究

刘振学¹, 任广鑫², 王得祥¹, 孔令童², 王志彬¹

(1. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 西北农林科技大学 农学院, 陕西 杨凌 712100)

摘 要:采用典型样方调查的方法,研究了通天河国家森林公园锐齿栎群落物种组成及群落结构。结果表明:(1)该锐齿栎群落共有植物 108 种,隶属于 46 科 84 属,蕨类植物 1 科 1 属,裸子植物 1 科 2 属,被子植物 44 科 81 属;(2)植物基本上可以分为 5 个层次,草本层、灌木层、乔木第 1 亚层、乔木第 2 亚层和乔木第 3 亚层,草本层优势种是四叶葎、和尚菜、披针叶茜草,灌木层优势种是悬钩子、卫矛、绣线菊,乔木第一亚层优势种是锐齿栎、云杉和板栗,乔木第二亚层优势种是锐齿栎,乔木第三亚层优势种是锐齿栎;(3)锐齿栎种群径级分布基本上属于多峰型,种群的年龄结构表现为增长型,说明该地区锐齿栎种群处于增长阶段。

关键词:物种组成; 种群结构; 物种多样性; 国家森林公园

中图分类号:S718.54 文献标识码:A 文章编号:1005-3409(2011)02-0086-04

Species Composition and Structural Characteristics of *Quercus aliena* Community on National Forest Park of Tongtianhe River

LIU Zhen-xue¹, REN Guang-xin², WANG De-xiang¹, KONG Ling-tong², WANG Zhi-bin¹

(1. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Agronomy, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi, 712100 China)

Abstract:Based on the plot investigation, the species composition and structural characteristics of *Quercus aliena* community in national forest park of Tongtianhe river were studied. The results showed that: (1) Totally, 108 species of plants were recorded in *Quercus aliena* community, and they were distributed into 46 families and 84 genera. That concluded 1 family, 1 genus pteridophyte, 1 family, 2 genera gymnosperms and 44 families, 81 genera angiosperms; (2) Plant community can be divided into five layers, which are herb layer, shrub layer, tree first sublayer, second sublayer and third sublayer. The dominant species of herb layer are *Galium bungei*, *Adenocaulon himalaicum* and *Rubia lanceolata*. The dominant species of shrub layer are *Rubus corchorifolius*, *Euonymus alatus* and *Spiraea salicifolia*. The dominant species of tree first sublayer are *Quercus aliena*, *Picea asperata* and *Spiraea salicifolia*. The dominant species of second sublayer and third sublayer is *Quercus aliena*; (3) The DBH class structure of *Quercus aliena* community is sporadic. The age structure of this species group is growth-oriented, which means *Quercus aliena* community is at growth stage in this national forest park.

Key words:species composition; structural characteristic; species diversity; national forest park

群落物种组成及群落结构研究一直是生态学研究热点问题,群落在组成和结构上表现出的多样性是认识群落的组织水平,甚至功能状态的基础,也是生物多样性研究中至关重要的方面^[1-4]。群落结构包括水平结构和垂直结构,它反映群落对环境的适应、

动态和机能^[5],种群的径级结构和高度级是群落结构的重要指标,在一定程度上能预测群落的动态变化与演替趋势^[6]。

锐齿栎(*Quercus aliena*)是暖温带的主要建群树种之一,常生长在海拔 1 200~2 900 m 的山坡上,

收稿日期:2010-09-02 修回日期:2010-10-18
资助项目:科技部国家科技基础性工作专项重点项目(2007FY110800)
作者简介:刘振学(1984—),男,山东青岛人,在读硕士研究生,主要从事森林生态学与种质资源研究。E-mail:zhenxue419@163.com
通信作者:任广鑫(1969—),男,甘肃镇原人,副教授,主要从事生态学、植物种质资源和循环农业等研究。E-mail:rengx@nwsuaf.edu.cn

广泛分布于辽宁、陕西、甘肃、河南、山东等地,具有较强的环境适应能力和极强的萌生更新能力,对于维持该地区的区域植物群落的稳定性、增加植被盖度和生态平衡具有着重要作用^[7]。索安宁^[7]等对甘肃小陇山锐齿栎群落的生物量进行了研究,认为锐齿栎将其主要能量积聚在躯干和根上,为其在群落空间资源竞争上奠定了坚实基础;赵中华^[8]等认为小陇山锐齿栎天然林直径分布为典型的异龄林特征,呈现反“J”型曲线特征;张宋智^[9]等认为秦岭西段中心分布区锐齿栎成年树高分布范围为 7~19 m;索安宁^[10]等认为人为干扰使锐齿栎群落乔木层物种优势度减弱。关于通天河国家森林公园锐齿栎群落的研究较少。本研究通过对通天河国家森林公园锐齿栎群落结构特征及物种多样性研究,以期对该地区锐齿栎群落组成、结构和发育动态有更深刻的了解,为优化森林结构,经营、保护和恢复通天河国家森林公园锐齿栎次生林及人工林近自然改造提供科学理论依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于陕西省宝鸡市西南部的秦岭辛家山通天河国家森林公园,地理位置为 106°28'49"—106°35'17"E, 34°13'39"—34°17'33"N,是嘉陵江的一级支流小峪河源头,海拔 1 547 m,总面积 5 235 hm²。该地区属于暖温带山地气候,年均气温 10.7℃,年均降雨量 1 097 mm。土壤种类以黄棕壤、棕壤为主。自然植被以天然次生林群落为主。主要有暖温带落叶阔叶林、温性针阔混交林、温性针叶林、寒温性针叶林、亚高山灌丛和草甸。

1.2 研究方法

1.2.1 样方设置与调查 2009 年 7 月,在海拔 1 500~1 800 m 的范围之内,选取人为干扰因子轻微的锐齿栎次生群落,在群落内设置 15 个 20 m×25 m 乔木样方,在每块样方的中心及四角各设置 1 块 2 m×2 m 的灌木小样方和 1 m×1 m 的草本小样方,分别记录每株树的种名、树高(m)和胸径(m),灌木的高度(m)、盖度和株数。

1.2.2 α多样性测度方法^[11] 乔木层物种重要值(IV)=(相对密度+相对显著度+相对频度)×100%

灌木层、草本层物种重要值(IV)=(相对密度+相对盖度+相对频度)×100%

物种丰富度指数(S):S=样方内物种数

Simpson 指数(D): $D=1-\sum P_i^2$

Shannon-Wiener 指数(H'): $H'=-\sum P_i \ln P_i$

Pielou 均匀度指数(J): $J=H'/\ln S$

Gini 系数(G): $G=S_A/(S_A+S_B)$

式中: P_i ——种 i 的相对重要值; S_A 和 S_B 为图 3 和图 4 所示 A 部分和 B 部分面积。

1.2.3 立木级结构建立^[12] 立木级结构按两种方法处理,胸径在 5 cm 以下的个体按树高分为 2 级:Ⅰ级高 0.1~1.5 m,Ⅱ级高>1.5 m;胸径大于 5 cm 的个体每隔 5 cm 作为一个等级。

1.3 数据处理

采用 EstimateS820Win 计算物种的多样性指数,Origin 7.5 进行作图分析。

2 结果与分析

2.1 锐齿栎群落物种组成及多样性分析

植物种类组成是植物群落最重要的特征之一^[13],是决定群落性质和鉴别不同群落类型的主要因素^[5],对该区域锐齿栎次生群落物种组成调查表明,该群落共有植物 108 种,隶属于 46 科 84 属,蕨类植物 1 科 1 属,裸子植物 1 科 2 属,被子植物 44 科 81 属,乔木 15 种,灌木 50 种,草本 36 种,层间植物 7 种。灌木和草本的重要值前 25 位见表 1,蔷薇科植物最多,有 12 属 20 种,菊科次之,有 6 属 9 种,忍冬科有 3 属 7 种,禾本科有 6 属 6 种,壳斗科有 2 属 5 种。蔷薇科、菊科、忍冬科、禾本科和壳斗科占总属数的 26.9%,占总种数的 42.6%。

在锐齿栎群落中,物种丰富度指数(见表 2)由大到小的顺序依次为:灌木层>草本层>乔木层>层间植物, Simpson 指数、Shannon-Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数则呈现出的顺序为:灌木层>草本层>层间植物>乔木层。

2.2 锐齿栎群落高度级分析

植株的高度级频率分布反映树种在森林中的各种特征(如耐荫性、更新类型等)以及群落的分层结构^[14]。由于区域内的草本层植物种类较多和层间植物植物较少,因而仅以灌木层和乔木层的高度级为横坐标,种群数量为纵坐标,绘制成锐齿栎群落高度级结构图(图 1)。

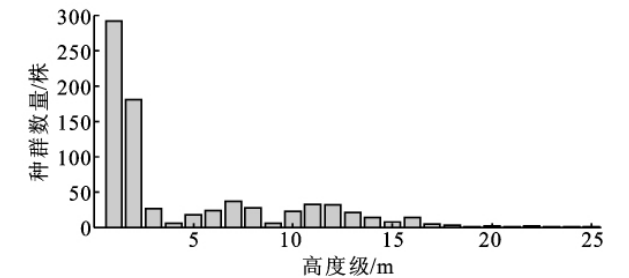


图 1 高度级频度分布图

表 1 锐齿栎次生群落中物种重要值前 25 位的概况

层次	序号	种名	重要值	层次	序号	种名	重要值	
乔木层	1	锐齿栎 <i>Quercus aliena</i>	163.36	灌木层	19	水栒子 <i>Cotoneaster multiflorus</i>	3.28	
	2	云杉 <i>Picea asperata</i>	22.46		20	盘叶忍冬 <i>Lonicera tragophylla</i>	3.26	
	3	华山松 <i>Pinus armandi</i>	19.15		灌	21	山楂 <i>Crataegus pinnatifida</i>	3.23
	4	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	16.55		木	22	绣线菊 <i>Spiraea salicifolia</i>	3.21
	5	柳树 <i>Salix babylonica</i>	14.96		层	23	刚毛忍冬 <i>Lonicera hispida</i>	2.92
	6	漆树 <i>Toxicodendron vernicifluum</i>	13.50		24	珍珠梅 <i>Sorbaria sorbifolia</i>	2.86	
	7	山杨 <i>Populus davidiana</i>	9.76		25	胡颓子 <i>Elaeagnus pungens</i>	2.74	
	8	鹅耳枥 <i>Carpinus turczaninowii</i>	7.96		1	四叶葎 <i>Galium bungei</i>	25.03	
	9	板栗 <i>Castanea mollissima</i>	7.12		2	和尚菜 <i>Adenocaulon himalaicum</i>	23.36	
	10	千金榆 <i>Carpinus cordata</i>	5.34		3	披针叶茜草 <i>Rubia lanceolata</i>	19.60	
	11	栓皮栎 <i>Quercus variabilis</i>	4.55		4	荩草 <i>Arthraxon hispidus</i>	15.95	
	12	槲栎 <i>Quercus aliena</i>	4.32		5	披碱草 <i>Elymus dahuricus</i>	14.62	
	13	山核桃 <i>Carya cathayensis</i>	4.27		6	野草莓 <i>Fragaria vesca</i>	12.96	
	14	四照花 <i>Dendrobenthamia japonica</i>	3.55		7	茜草 <i>Rubia cordifolia</i>	12.46	
	15	白桦 <i>Betula platyphylla</i>	3.16		8	鹅观草 <i>Roegneria kamoji</i>	12.18	
	1	悬钩子 <i>Rubus corchorifolius</i>	94.72	9	剪股颖 <i>Agrostis matsumurae</i>	11.16		
	2	野蔷薇 <i>Rosa multiflora</i>	28.96	10	大火草 <i>Anemone tomentosa</i>	10.53		
	3	旱柳 <i>Salix matsudana</i>	15.29	草本层	11	崖棕 <i>Carex siderosticta</i>	9.79	
	4	忍冬 <i>Lonicera japonica</i>	11.58		12	水杨梅 <i>Geum aleppicum</i>	9.72	
	5	黄栌 <i>Cotinus coggygria</i>	8.69		13	紫菀 <i>Aster tataricus</i>	9.62	
	6	秦岭小檗 <i>Beris circumserrata</i>	8.35		14	莎草 <i>Cyperus rotundus</i>	8.49	
	7	卫矛 <i>Euonymus alatus</i>	8.33		15	凤毛菊 <i>Saussurea japonica</i>	8.18	
	8	四川杜鹃 <i>Rhododendron sutchuenense</i>	7.31		16	唐松草 <i>Thalictrum aquilegifolium</i>	7.58	
	9	檀子栎 <i>Quercus baronii</i>	6.58		17	大戟 <i>Euphorbia pekinensis</i>	7.42	
	10	鸡树条荚蒾 <i>Viburnum sargentii</i>	5.89		18	画眉草 <i>Eragrostis pilosa</i>	7.40	
	11	华北绣线菊 <i>Spiraea fritschiana</i>	5.16		19	七叶一枝花 <i>Paris polyphylla</i>	7.34	
	12	胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i>	5.00		20	珠光香青 <i>Anaphalis sinica</i>	7.03	
	13	水榆花楸 <i>Sorbus alniifolia</i>	4.90		21	大羽鳞毛蕨 <i>Dryopteris wallichiana</i>	6.81	
	14	三桠乌药 <i>Lindera obtusiloba</i>	4.86		22	糙苏 <i>Phlomis umbrosa</i>	6.64	
	15	海棠花 <i>Malus spectabilis</i>	4.76		23	酢酱草 <i>Oxalis corniculata</i>	6.64	
	16	杜梨 <i>Porus betulaeifolia</i>	4.24		24	大花金挖耳 <i>Carpesium macrocephalum</i>	6.46	
	17	豪猪刺 <i>Berberis julianae</i>	4.01		25	沙参 <i>Adenophora stricta</i>	5.64	
	18	榛子 <i>Corylus heterophlla</i>	3.36					

在实地调查中发现,植物群落成层现象非常明显,基本上可以分为包括草本层的 5 个层次见图 1,所调查的群落的灌木层高度级范围在 1~4 m,高度级顶点集中在 1~2 m,主要由悬钩子、卫矛、绣线菊和锐齿栎幼苗等组成。乔木层根据林木高度可分为三个亚层,第一亚层高度在 5~9 m,高度级顶点在 7~8 m,主要由锐齿栎、云杉和板栗等组成;第二亚层高度在 10~18 m,高度级顶点在 11~12 m,主要由锐齿栎组成;第三亚层高度在 19~25 m,高度级顶点在 20 m 左右,该层仅有锐齿栎组成。除此之外还有层间植物葛藤、狗枣猕猴桃、汉中防己、薯蓣、三叶木通和常春藤等。

该群落树高的偏斜度为 3.23,表示不对称部分的分布更趋向正值,说明该群落内灌木和锐齿栎幼苗较多。并且锐齿栎种群在每一个乔木亚层中都出现,并且占有较大的比例,除说明锐齿栎是这个群落的优

势种外,还说明锐齿栎生长状况良好,适合在此地生长发育。

表 2 群落物种多样性指数

层次	物种多样性指数			
	物种丰富度	Simpson 指数	Shannon—Wiener 指数	Pielou 均匀度指数
群落	108	0.9366	5.2403	0.7561
乔木层	15	0.6828	2.4771	0.6340
灌木层	50	0.9237	4.6336	0.7877
草本层	36	0.8283	3.5780	0.6770
层间植物	7	0.8125	2.6776	0.8447

2.3 锐齿栎种群径级分析

种群是构成群落的基本单位,其结构不仅对群落结构具有直接影响,并且能客观地体现出群落的发展趋势。由于个体年龄常难于确定,所以在实际工作中一般采用空间代替时间的方法,即以胸径级代替年龄

进行分析^[15]。以径级为横坐标,以个体数为纵坐标,作锐齿栎种群的径级分布图(图 2)。

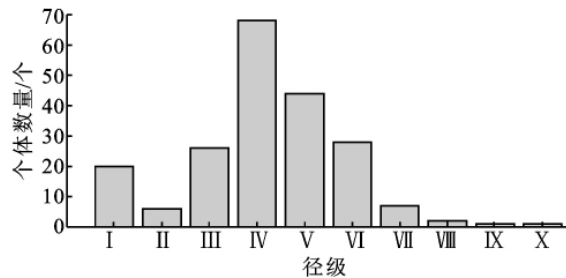


图 2 锐齿栎种群径级结构图

从图 2 可以看出,此锐齿栎种群径级分布基本上属于多峰型,Ⅲ—Ⅵ级个体数最多,占种群径级的 82%,Ⅰ级占种群径级 10%,Ⅱ级和Ⅶ—Ⅹ级较少,共占种群径级的 8%。锐齿栎种群径级峰值为 1.13,说明径级分布相对尖锐,说明Ⅲ—Ⅵ级个体数较多。该锐齿栎种群以中龄林为主,也有一定数量的幼树幼苗,种群的年龄结构表现为增长型,说明该地区锐齿栎种群处于增长阶段。

2.4 锐齿栎种群 Gini 系数分析

Gini 系数原理是研究收入分配问题的理论,但实质是研究资源配置非均衡性的^[16]。通过 Lorenz 曲线计算出树高级和径级的 Gini 系数如图 3 和图 4。树高的 Gini 系数是 0.76,已经超过 0.60 差距悬殊线,说明树高在垂直方向上分布不均匀。由图 1 可知,树高在 20 m 以上的高大乔木较少,大部分是高度在 5 m 以下的灌丛和乔木的幼苗,这说明该锐齿栎群落是增长型群落。径级的 Gini 系数是 0.37,没有超过 0.40 的警戒线,说明径级在水平方向上分布均匀,这种均匀分布能很好利用土地资源,有利于群落的发展。

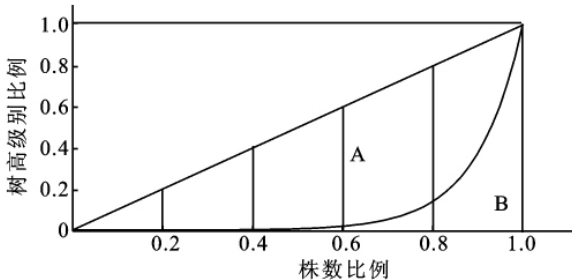


图 3 树高级 Lorenz 曲线

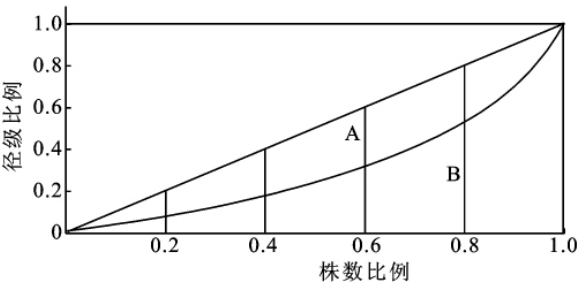


图 4 径级 Lorenz 曲线

3 结论与讨论

不同植物群落组成结构之间的差异,可以从组成群落的植物种类及种的重要值表现出来^[17],优势种组成差异在一定程度上反映着群落的结构多样性特征^[18],该锐齿栎群落共有植物 108 种,隶属于 46 科 84 属,蕨类植物 1 科 1 属,裸子植物 1 科 2 属,被子植物 44 科 81 属,乔木 15 种,灌木 50 种,草本 36 种。在该锐齿栎群落中悬钩子和野蔷薇的重要值最大,说明这两种植物是该锐齿栎群落中灌木群落的优势种。物种丰富度指数灌木层>草本层>乔木层>层间植物, Simpson 指数、Shannon—Wiener 指数和 Pielou 均匀度指数都是灌木层>草本层>层间植物>乔木层。

垂直结构是反映群落结构重要的因素之一,群落的垂直结构决定于各种植物种的高度及在不同高度植物的数量。植物的高度级频率分布反映了物种在群落中的各种特征以及群落的分层结构。该锐齿栎群落成层现象非常明显,可以分为 5 个层次,草本层、灌木层、乔木第一亚层、乔木第二亚层和乔木第三亚层。锐齿栎种群在每一个乔木亚层中都出现,并且占有较大的比例,说明锐齿栎是该群落的优势种群。从该地区锐齿栎次生群落的林层结构特征可以看出,群落经过长期进展演替,不同种群个体已在群落中占据相对稳定的空间位置,最终形成稳定的群落结构。

种群的径级结构是反映种群年龄结构的重要因素之一,可以从径级结构得知该种群的动态特征。该锐齿栎种群径级分布基本上属于多峰型,Ⅰ级和Ⅲ—Ⅵ级个体数较多,Ⅱ级和Ⅶ—Ⅹ级较少,说明该锐齿栎种群的幼苗较多,而老龄数目较少,表明锐齿栎种群生长稳定,说明该地区锐齿栎种群处于增长阶段。

参考文献:

[1] 马克平. 试谈生物多样性的概念[J]. 生物多样性, 1993, 1(1): 20-22.
[2] 马克平. 生物多样性的测度方法: I. α 多样性的测度方法[J]. 生物多样性, 1994, 2(3): 162-168.
[3] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究: II. 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报, 1995, 15(3): 268-277.
[4] 史作民, 程瑞梅, 刘世荣, 等. 宝天曼植物群落物种多样性研究[J]. 林业科学, 2002, 38(6): 17-23.
[5] 李博. 生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 132-134.
[6] Biging G S, Dobbertin M A. Evaluation of competition indices in individual tree growth models[J]. Forest Science, 1995, 41: 360-377.

显降低植被覆盖度,这主要是因为沙生植被依靠大气降水和凝结水维系^[16],大规模机械开采形成的地表波状塌陷及其导致的地下水位下降对原有沙生植被的影响不大。

4 结 论

榆神矿区以流动沙地和半移动沙地为基底,其他 5 种景观类型为斑块和廊道。2000—2008 年矿区流动沙地、半移动沙地分别减少了 17 886.87,16 571.06 hm²;建设用地、水域、农田、灌丛面积分别增加了 5 871.13,560.9,967.79,32 249.71 hm²。沙地面积明显减少,灌丛面积增加显著,土地沙漠化得到逆转。气温回升,降水量增加,蒸发量下降等自然因素和植树种草,封沙育林育草等人为因素是其主要驱动力。与此同时,矿区建设用地面积增长迅速,景观破碎化程度提高,矿区建设造成的土地占用,以及煤炭开采导致的地面沉陷是其主要驱动力。目前,榆神矿区尚处于开发初期,开发时间较短且没有全面展开,今后该地区煤炭资源开采对当地景观格局的影响,仍需进行长时期的观测和进一步的研究。

参考文献:

[1] 王广军,胡振琪,杜海清,等. 采矿扰动下草地荒漠化的遥感分析:以霍林河露天煤矿区为例[J]. 遥感学报, 2006,10(6):917-925.

[2] 贾俊妹,周心澄,高国雄,等. 采煤沉陷区土地利用变化及其景观异质性分析:以山西省东大煤矿为例[J]. 水土保持通报,2007,27(6):199-202.

[3] 索安宁,巨天珍,张俊华,等. 甘肃小陇山锐齿栎群落生物量动态研究[J]. 生态学杂志,2005,24(4):377-381.

[4] 赵中华,惠刚盈,袁士云,等. 小陇山锐齿栎天然林的树种多样性和结构特征[J]. 林业科学研究,2008,21(5):605-610.

[5] 张宋智,刘文桢,郭小龙,等. 秦岭西段锐齿栎群落林木个体大小分布特征及物种多样性[J]. 林业科学研究, 2010,23(1):65-70.

[6] 索安宁,巨天珍,张俊华,等. 甘肃小陇山锐齿栎群落生物多样性特征分析[J]. 西北植物学报,2004,24(10):1877-1881.

[7] Nagaike T, Hayashi A, Kubo M, et al. Changes in plant species diversity over 5 years in *Larix kaempferi* plantations and abandoned coppice forests in central Japan[J]. Forest Ecology and Management, 2006,236:278-285.

[8] 李景侠,张文辉. 巴山冷杉种群结构及空间分布格局的研究[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2001,29

[9] 全占军,程宏,于云江,等. 煤矿井田区地表沉陷对植被景观的影响:以山西省晋城市东大煤矿为例[J]. 植物生态学报,2006,30(3):414-420.

[10] 阎传海,宋永昌. 山东南部景观生态特征研究[J]. 地理科学,1998,18(2):183-189.

[11] 全国农业区划委员会. 土地利用现状调查技术规程[M]. 北京:测绘出版社,1984.

[12] 邱扬,张金屯,郑凤英. 景观生态学的核心:生态学系统的时空异质性[J]. 生态学杂志,2000,19(2):42-49.

[13] 邬建国. 景观生态学:概念与理论[J]. 生态学杂志,2000,19(1):42-52.

[14] 张秋玲,马金辉,赵传燕,等. 兴隆山地区景观格局变化及驱动因子[J]. 生态学报,2007,27(8):3206-3215.

[15] 王仰麟,赵一斌,韩荡. 景观生态学的空间结构、概念、指标与案例[J]. 地球科学进展,1999,14(3):235-241.

[16] 张秋玲,马金辉,赵传燕,等. 兴隆山地区景观格局变化及驱动因子[J]. 生态学报,2007,27(8):3206-3215.

[17] 陈文波,肖笃宁,李秀珍,等. 景观指数分类、应用及构建研究[J]. 应用生态学报,2002,13(1):121-125.

[18] 张明. 榆林地区脆弱生态环境的景观格局与演化研究[J]. 地理研究,2000,19(1):30-36.

[19] 甘师俊. 中国气候变化国别研究[M]. 北京:清华大学出版社,2000:99-100.

[20] 杨永梅,杨改河,冯永忠. 近 45 年毛乌素沙地的气候变化及其与沙漠化的关系[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2007,35(12):87-92.

[21] 高国雄. 毛乌素沙地能源开发对植被与环境的影响[J]. 水土保持通报,2005,25(2):106-109.

[22] 徐友宁,李智佩,陈社斌,等. 大柳塔煤矿采煤塌陷对土地沙漠化进程的影响[J]. 中国地质,2008,35(1):157-162.

[23] (5):115-118.

[24] 王伯荪. 植物群落学[M]. 北京:高等教育出版社,1987.

[25] Ohsawa M W, Wild Pret, del Arco M. A comparative study on evergreen broad-leaved forests and trees of the Cannary Islands and Japan[J]. Chiba Laboratory of Ecology, Chiba University, 1999,3(1):67-87.

[26] 金则新. 浙江仙居俞坑森林群落特征研究[J]. 生态学杂志,2001,20(1):22-25.

[27] 霍再强,顾凯平. 基于基尼系数原理的森林资源分布非均衡性评价模型与实证研究[J]. 林业经济问题,2006,26(5):413-416.

[28] 岳永杰,余新晓,牛丽丽,等. 北京雾灵山植物群落结构及物种多样性特征[J]. 北京林业大学学报,2008,30(2):165-170.

[29] 汪殿蓓,暨淑仪,陈飞鹏,等. 深圳南山区天然森林群落多样性及演替现状[J]. 生态学报,2003,23(7):1415-1422.

(上接第 89 页)