

文章编号: 1001-1498(2008)05-0669-06

黔中喀斯特植被自然演替过程中物种组成及多样性研究 ——以贵州省普定县为例

司彬^{1,2}, 姚小华^{1*}, 任华东¹, 李生¹, 何丙辉²

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 国家林业局亚热带林木培育重点开放性实验室, 浙江 富阳 311400;

2. 西南大学资源环境学院, 重庆 400716)

摘要:根据植物群落的特征, 将黔中喀斯特地区石漠化后植被自然演替过程分成草丛阶段、草灌阶段、藤刺灌丛阶段、次生乔林阶段和常绿阔叶林阶段, 应用物种丰富度指数、Simpson指数、Shannon-Wiener指数和Pielou均匀度指数分别研究各演替阶段草本层、灌木层、乔木层和群落总体的物种多样性。结果表明: 在植被演替过程中, 物种多样性从草丛阶段开始增加, 草本层到藤刺灌丛阶段达到峰值, 随后下降; 灌木层、乔木层和群落总体则增长到次生乔林阶段达到峰值。草丛阶段和草灌阶段物种多样性为草本层 > 灌木层; 藤刺灌丛阶段乔木层物种多样性最低, 草本层与灌木层物种多样性大小对比因测度方法不同而有差异; 次生乔林阶段和常绿阔叶林阶段物种多样性为灌木层 > 草本层 > 乔木层。黔中喀斯特地区石漠化后在人为干扰较小的情况下, 植物群落由草本植物占优势逐渐向灌木和乔木树种占优势转移, 并最终形成喀斯特森林。

关键词:喀斯特植被; 自然演替; 物种组成; 物种多样性; 黔中

中图分类号: S754.1

文献标识码: A

Species Composition and Diversity in the Process of Natural Succession of Karst Vegetation in Central Guizhou: Case Study of Puding Country in Guizhou

SIBIN^{1,2}, YAO Xiao-hua¹, REN Hua-dong¹, LI Sheng¹, HE Bing-hui²

(1. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF; Key Laboratory of Subtropical Tree Breeding and Cultivation,

State Forestry Administration, Fuyang 311400, Zhejiang, China; 2. College of Resource and Environment,

Southwest China University, Chongqing 400716, China)

Abstract: The process of natural succession of vegetation in Karst rocky desertification area in central Guizhou was divided into the herbosa stage, the stage of herbosa-shrub, the stage of vine-shrub, the stage of subaltem tree forest and the stage of evergreen broad-leaved forest according to the characteristic of plant community. The species diversities in the layers of herb, shrub, tree and community at different successional stages were measured by the methods of species abundance, Simpson index, Shannon-Wiener index and Pielou's evenness index. The results showed that the diversity indices in herb layer rose steadily after the succession developed from the herbosa stage, and reached the maximum in the stage of vine-shrub, then decreased gradually. The diversity indices in shrub

收稿日期: 2007-04-08

基金项目: 国家林业局重点项目“石漠化地区植被恢复与生态重建技术试验示范”(2003-053-L53); 国家林业重点工程科技支撑项目“喀斯特石漠化地区植被恢复与重建技术研究”(〔2003〕88-1)、“南方石漠化山地植被恢复技术应用示范”(林计批字 2006-3); 科技部公益项目“石漠化植被恢复技术支持体系构建”(2005DB3J146)

作者简介: 司彬(1983—), 男, 贵州盘县人, 硕士, 主要从事喀斯特石漠化植被恢复研究。

* 通讯作者。

layer, tree layer and community reached the maximum in the stage of subaltem tree forest. The diversity indices of herb layer were higher than those of shrub layer in the herbosa stage and the stage of herbosa-shrub. There were difference among the indices of the herb and shrub layers in the stage of vine-shrub, and the indices of tree layer were the lowest. While in the stage of subaltem tree forest and climax stage, diversity indices of shrub layer were higher than those of herb layer, which was greater than those of tree layer. In the case of litter artificial disturbing effect, the advantage of herbage declined while that of shrub and arbor rose steadily in the natural succession of vegetation in Karst rocky desertification area in central Guizhou. And the Karst forest formed finally.

Key words: Karst vegetation; natural succession; species composition; species diversity; Central Guizhou

喀斯特石漠化是土地荒漠化的主要类型之一,是指在亚热带脆弱的喀斯特环境背景下,受人类不合理社会经济活动的干扰破坏,造成土壤严重侵蚀,基岩大面积出露,土地生产力严重下降,地表出现类似荒漠景观的土地退化过程^[1]。喀斯特石漠化地区与北方的沙漠和黄土高原并称为我国三大脆弱生态区。欧洲中南部、北美东部的喀斯特,因地质环境背景的脆弱性较小、人口和经济压力相对较轻,生态地质环境问题不是很严重。喀斯特石漠化主要出现在我国,且集中分布在西南地区,面积以年增长 2% 的速度增加,使该地区生态环境进一步恶化^[2]。

喀斯特石漠化地区由于山高坡陡,地面起伏大,选择标准样地和进行植被调查的难度较大,专门针对这一脆弱生态区的植物群落的研究少有报道。喀斯特植物群落的研究始于 20 世纪 80 年代,主要围绕喀斯特森林顶级群落结构、功能等特点展开^[3-5]。进入 21 世纪以来,喀斯特石漠化的危害和形成原因进一步明确,退化喀斯特森林自然恢复过程中的群落演替规律研究开始受到重视^[6-10],但研究大都集中于自然保护区,而在自然保护区外开展的研究相当少,只有针对黔中地区退化喀斯特森林恢复过程中早期的群落结构作过研究^[11]。因此,研究黔中喀斯特石漠化地区植物群落自然演替过程中各阶段的物种组成,揭示演替过程中植物多样性的变化规律,对喀斯特石漠化地区植被恢复和生态重建具有重要的理论和现实意义。

1 研究地区自然概况与研究方法

1.1 研究地区自然概况

试验地普定县位于贵州省中部,地处 105°27' ~ 105°59' E, 26°9' ~ 26°32' N; 全县海拔 1 042 ~ 1 846 m。年均气温 15.1℃, 年均无霜期 289 d; 年均降水量 1 396.9 mm, 集中在 5—9 月, 占全年降水量的 70% 以上; 年均相对湿度 80%, 年均日照时数 1 202 h, 属中亚热带季风湿润气候区。全县碳酸盐

岩分布广泛, 占全县总面积的 84.3%。土壤以石灰土为主, 其次为黄棕壤、黄壤和紫色土。植被在水平分布上除朵贝、靛山、鸡场、马鞍山、轿子山、火焰山等林区以地带性植被为主外, 其余地区基本上是石灰岩植被类型。

1.2 研究方法

调查区具有国家实施退耕还林还草政策以后的退耕地, 也有 20 世纪 90 年代世界粮食计划署 (WFP) 开展的“3146 水利工程”的退耕地, 80 年代初因石漠化而无法耕作的撂荒地, 还有村寨后山保留的“风水林”。本研究针对的植被均为自然演替, 人为干扰较小。

1.2.1 样地的设置与调查 根据黔中喀斯特石漠化地区植被自然演替的特征, 于 2005 年 9 月运用典型抽样方法对处于各个演替阶段的植物群落进行调查。调查样地面积分别为: 顶级群落和次生乔林群落 20 m × 20 m, 藤刺灌丛群落、草灌群落和草丛群落 (负地形中残留有小灌木) 10 m × 20 m。每个演替阶段共获取 3 个样地。每个常绿阔叶林群落和次生乔林群落样地分化成 16 个 5 m × 5 m 的小样方, 对所有小样方内乔木层树种进行每木调查; “相临格子法”各抽取 8 个小样方进行灌木层调查; 沿对脚线各随机抽取 4 个小样方调查草本。每个藤刺灌丛群落、草灌群落和草丛群落样地分化成 8 个 5 m × 5 m 的小样方进行灌木调查, 沿对角线设置 4 个 1 m × 1 m 的小样方进行草本调查。调查记录项目: (1) 乔、灌木的种类、数量、胸径 (乔木)、地径 (灌木)、高度、冠幅、盖度; (2) 草本植物种类、多度、平均高、盖度; (3) 海拔、坡度、坡向等生境因子。各样地基本情况见表 1。

1.2.2 分析方法 采用“以空间代替时间”的方法研究黔中喀斯特石漠化后植物群落的自然演替规律。根据群落的年龄、外部特征和内部结构, 将群落分成草丛阶段、草灌阶段、藤刺灌丛阶段、次生乔林阶段和常绿阔叶林阶段, 分析各演替阶段的物种组成。将森

表 1 样地基本情况

演替阶段	植被年龄 /a	海拔 /m	坡度 / (°)	坡向	草本盖度 /%	灌木盖度 /%	乔木盖度 /%	群落盖度 /%
阶段 1	1	1 313	14	ES	57.513	1.554	0	59.067
阶段 2	8	1 305	17	W	83.938	20.207	0	91.192
阶段 3	15	1 229	25	W	43.005	52.332	2.591	87.047
阶段 4	25	1 363	32	WN	17.098	47.150	76.166	97.409
阶段 5	100	1 357	40	W	6.218	54.922	97.409	99.482

注:阶段 1 为草丛阶段,阶段 2 为草灌阶段,阶段 3 为藤刺灌丛阶段,阶段 4 为次生乔林阶段;阶段 5 为常绿阔叶林阶段,世代保护,少有人为扰动,年限已逾百年。

林群落分成乔木层、灌木层和草本层;灌丛群落分成灌木层和草本层;草丛阶段由于在石缝等负地形中也有灌木,也分成灌木层和草本层。分别计算各群落中乔木层、灌木层和草本层的重要值。在喀斯特石漠化地区由于岩石大量裸露,冠幅对重要值的贡献较大,本文采用以下公式计算重要值 (N):

$$N = (\text{相对密度} + \text{相对盖度} + \text{相对频度}) \times 100\%$$

根据马克平等所评述的植物群落多样性测度方法^[12-14],选择以下 4 种多样性指数进行测度:

(1) 物种丰富度指数 (S): 出现在样地中的物种数。

(2) Simpson 指数 (D):

$$D = 1 - [N_i(N_i - 1) / N(N - 1)]$$

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

(4) Pielou 均匀度指数 (J): $J = H / \ln S$

式中, N_i 为第 i 个物种的重要值; N 为群落 (样地) 中所有物种重要值之和; $P_i = N_i / N$, 即物种 i 的相对重要值。

2 结果与分析

2.1 黔中喀斯特地区植物群落自然演替阶段及其植被特征

2.1.1 草丛阶段 黔中喀斯特地区退耕伊始,原有的田间杂草和传播能力很强的 1 年生草本植物迅速侵入并定居,成为群落的建群种;在石缝等负地形中也着生有少量低矮灌木。群落低矮,高度仅 5 ~ 40 cm。此阶段常见的草本有毛马唐 (*Digitaria ciliaris* (Retz) Koeler)、三叶鬼针草 (*Bidens pilosa* Linn.)、香薷 (*Elsholtzia ciliata* (Thunb) Hyland)、爵床 (*Rottellularia praeumbens* (L.) Nees)、马兰 (*Kalimeris indica* (Linn) Sch Bip.) 等。灌木层有栽秧泡 (*Rubus ellipticus* Smith var *obcordatus* (Franch) Focke) 及香椿 (*Elsholtzia ciliata* (Thunb) Hyland)、构树 (*Broussonetia papyrifera* (L.) Vent.)、楸树 (*Catalpa bungei* C. A. Mey.) 和大叶榉 (*Zelkova schneideriana* Hand -

Mazz) 等乔木树种的幼树和幼苗。

2.1.2 草灌阶段 随时间推移,多年生草本逐步取代 1 年生草本成为群落的建群种。此阶段常见草本有白茅 (*Imperata cylindrica* (Linn) Beauv.)、石芒草 (*Arundinella nepalensis* Trin.)、金星蕨 (*Parathelypteris glanduligera* (Kze) Ching)、心叶堇菜 (*Viola concordifolia* C. J. Wang) 等,加拿大飞蓬 (*Conyza canadensis* (L.) Cronq.)、1 年蓬 (*Erigeron annuus* (L.) Pers.)、香薷等 1 年生草本个体数量已经很少。此时,灌木树种火棘 (*Pyracantha fortuneana* (Maxim.) Li)、金丝桃 (*Hypericum monogynum* L.)、月月青 (*Itea ilicifolia* Oliver)、异叶鼠李 (*Rhamnus hetrophylla* Oliv.)、软条七蔷薇 (*Rosa henryi* Boulenger)、红叶木姜子 (*Litsea rubescens* Lec.) 等先锋物种大量侵入,群落总体高度达 1 ~ 2 m,灌木盖度达 20%。

2.1.3 藤刺灌丛阶段 当草灌群落发展到一定时期,以蔷薇科 (Rosaceae) 为主的阳性藤刺大量生长,群落高度达 2 ~ 3 m。藤刺灌丛有白刺花 (*Sophora davidii* Pavilini)、竹叶花椒 (*Zanthoxyllum amatum* DC.)、云实 (*Caesalpinia sepiaria* Roxb.)、扛香藤 (*Mallotus repandus* (Willd) Muell - Arg.)、缅甸黄檀 (*Dalbergia burmanica* Prain)、火棘等。草灌阶段的灌木树种在这一阶段均有出现,但数量大大降低。此外,光皮桦 (*Betula lunifera* H. Winkl.)、凤凰润楠 (*Machilus phoenicis* Dunn)、毛叶合欢 (*Albizia molleis* (Wall) Boiv.)、响叶杨 (*Populus adenopoda* Maxim) 等乔木树种的幼树和幼苗与灌木树种混生,在高度上与灌木仍属同一层次,只有零星几株的高度超过 3 m。草本的物种数量和个体数减少,但盖度仍然达到 52%。草本层阳性与耐荫物种混生,有求米草、苞子草 (*Themeda caudate* (Nees) A. Camus)、旱茅 (*Emogogon delavayi* (Hack) A. Camus)、石芒草、矮蔗草 (*Scirpus punilus* Vahl) 等。此阶段群落最明显的特征是灌木层以刺生藤本和刺生灌木为主。

2.1.4 次生乔林阶段 藤刺灌丛阶段群落中乔木树种的幼树迅速生长形成乔木层,化香树 (*Platy-*

carya strobilacea Sieb et Zucc)、响叶杨、披针叶杜英 (*Elaeolarpus lanceaefolius* Roxb)、雷公鹅耳枥 (*Carpinus viminea* Wall)、凤凰润楠等树种得到发展,群落已高达 7 m。灌木层中喜光物种的生长受到抑制,火棘、金丝桃等先锋物种长势渐衰,甚至枯死;一些耐荫的物种杯叶西番莲 (*Passiflora cupiformis* Mast)、长叶酸藤子 (*Embelia longifolia* (Benth) Hemsl)、滇桑 (*Monus yunnanensis* Koidz) 等得到发展并定居。灌木层中更新的乔木树种的幼树主要有大叶榉、滇石栎 (*Lithocarpus dealbatus* (Hook f et Thoms) Rehd)、枫香树 (*Liquidambar formosana* Hance)、凤凰润楠、光皮榉、化香树等。由于木本层盖度的上升,草本层种类和个体数大大降低,白茅、心叶董菜等阳性种类彻底退出,代之以菅 (*Themeda villosa* (Poir) A. Camus)、肾蕨 (*Nephrolepis auriculata* (L.) Trimen) 等植株高大、竞争力强的种类。层间植物以藤刺为主,但长势衰落并有退出群落的趋势,种类有扛香藤、云实、缅甸黄檀等。

2.1.5 常绿阔叶林阶段 此阶段群落高度和结构已稳定,最高达 11 m。响叶杨等阳性树种得不到更新而逐渐衰亡,代之以窄叶青冈 (*Cyclobalanopsis augustinii* (Skan) Schottky)、雷公鹅耳枥、安顺润楠 (*Machilus cavaleriei* L'Ét) 等中性树种。伴生树种位于乔木层的第二亚层,有化香树、石斑木 (*Raphilepis indica* (L.) Lindl)、尖瓣瑞香 (*Daphne acutiloba* Rehd)、绿叶冠毛榕 (*Ficus gasparriniana* Miq var *viridescens* (L'Ét et Vant) Comer) 等。乔木层盖度

已高达 97%,这对灌木层和草本层产生重要影响。灌木层主要为乔木层树种的更新幼苗和幼树,此外还有耐荫的毛果杜鹃 (*Rhododendron seniavinii* Maxim)、细齿叶柃木 (*Eurya nitida* Korthals)、漫疏 (*Deurzia scabra* Thunb)、黄杨 (*Buxus sinica* (Rehd et Wils) Cheng)、青篱柴 (*Tipitizia sinensis* (Hemsl) Hall) 等分布。草本层物种单调,呈零星斑状分布,种类有披针贯众 (*Cyrtanum devexiscapulae* (Koidz) Ching)、吉祥草 (*Reineckia camea* (Andr) Kunth)、贴生石韦 (*Pyrrosia adnascen* (Sw.) Ching)、矮蕨草等。藤刺大部分衰亡,仅残存扛香藤和钩刺雀梅藤 (*Sageretia himosa* (Wall) Brongn),其它层间植物有狭叶链珠藤 (*Alyxia schlechteri* Levl)、三叶爬山虎 (*Parthenocissus himalayana* (Royle) Planch)、尾尖爬藤榕 (*Ficus samentosa* Buch-Ham. ex J. E. Sm. var *lacrymans* (L'Ét et Vant) Comer) 和乌菽莓 (*Cayratia japonica* (Thunb) Gagnep.)。至此,稳定的喀斯特森林群落形成。

以上所述仅代表黔中地区喀斯特植被自然演替过程中几个特征比较明显的阶段,但物种组成的变化在实际演替过程中更为复杂。

2.2 黔中喀斯特地区植物群落自然演替过程中的物种多样性分析

用多样性测度方法对黔中喀斯特地区石漠化后植被恢复自然演替各阶段植物群落多样性按乔木、灌木和草本 3 种生活型分别进行测度,结果见表 2。

表 2 黔中喀斯特地区石漠化后植物群落自然演替阶段物种多样性指数测度结果

层次	多样性指数	群落演替阶段				
		阶段 1	阶段 2	阶段 3	阶段 4	阶段 5
草本层	物种丰富度指数	40	72	55	35	21
	Simpson 指数	0.893	0.879	0.927	0.926	0.907
	Shannon-Wiener 指数	4.046	4.582	4.620	4.287	3.814
	Pielou 均匀度指数	0.760	0.743	0.799	0.836	0.868
灌木层	物种丰富度指数	5	17	39	50	28
	Simpson 指数	0.670	0.720	0.935	0.959	0.919
	Shannon-Wiener 指数	1.885	2.709	4.390	4.987	3.998
	Pielou 均匀度指数	0.812	0.663	0.831	0.884	0.832
乔木层	物种丰富度指数	-	-	4	19	14
	Simpson 指数	-	-	0.646	0.848	0.808
	Shannon-Wiener 指数	-	-	1.722	3.288	2.781
	Pielou 均匀度指数	-	-	0.861	0.774	0.730
群落	物种丰富度指数	45	89	94	87	50
	Simpson 指数	0.891	0.900	0.941	0.964	0.949
	Shannon-Wiener 指数	3.965	4.646	5.052	5.475	4.750
	Pielou 均匀度指数	0.722	0.717	0.770	0.850	0.842

2.2.1 植物群落不同演替阶段草本层物种多样性 草本层的物种丰富度指数在草灌阶段达到最大(图 1); Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数在藤刺灌丛阶段出现峰值; Pielou 均匀度指数在常绿阔叶林阶段才达到最大。草丛阶段的 Simpson 指数和 Pielou 均匀度指数都大于草灌阶段,这可能是

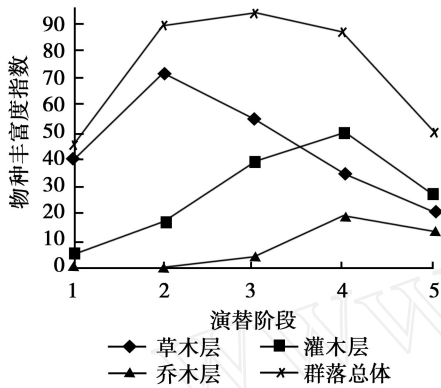


图 1 不同层次及群落总体的物种丰富度在演替过程中的动态

2.2.2 植物群落不同演替阶段灌木层物种多样性 灌木层在演替的过程中 4 个多样性指数具有基本相同的变化趋势,均在次生乔林阶段达到峰值。除 Pielou 均匀度指数在草灌阶段降到最低,然后上升到次生乔林阶段达到最大,其余 3 个指数都是先上升到次生乔林阶段达到最大,然后下降(图 1, 3)。原因是早期草本植物的生长改善了喀斯特地区严酷的生境,为灌木树种的入侵创造了条件,阳性树种逐渐增加。到次生乔林阶段,阳性树种与耐荫和中性树种混生,物种多样性达到最大;乔木层的形成造成林下环境荫蔽,阳性树种逐渐退出,灌木层多样性逐渐下降,至常绿阔叶林阶段达到稳定。

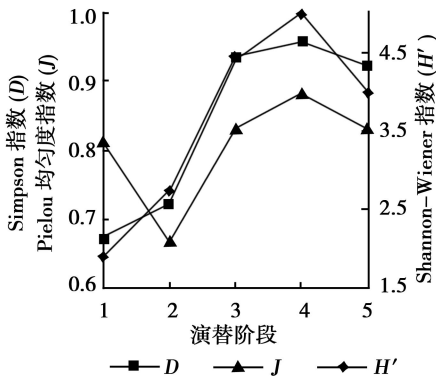


图 3 灌木层物种多样性在演替过程中的动态

2.2.3 植物群落不同演替阶段乔木层物种多样性 乔木层在演替过程中 Pielou 均匀度指数从藤

由于退耕地在早期仍遗留有人为干扰(图 2)。以上现象表明:黔中喀斯特石漠化地区虽然岩石裸露率较大,生境比较严酷,但负地形中的水肥条件优越,为草本的侵入创造了条件;灌木和乔木的出现对草本层的多样性产生很大影响,然而不同的测度方法对这种影响的反映各异。

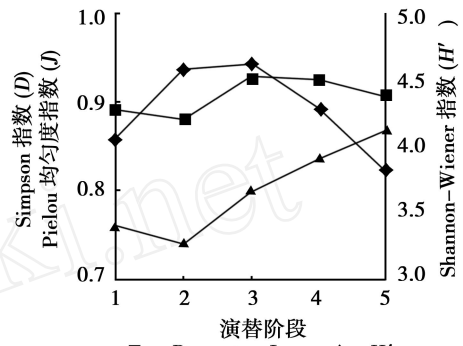


图 2 草本层物种多样性在演替过程中的动态

刺灌丛阶段开始就呈下降趋势;其余 3 个指数的变化趋势一致,从藤刺灌丛阶段有零星乔木出现就一直上升到次生乔林阶段达到最大,然后下降(图 1, 4)。原因与灌木层相似,阳性树种不断增加并形成林下荫蔽环境,中性树种出现并不断增加,到次生乔林阶段物种多样性达到峰值。阳性树种的幼树不适应荫蔽环境而退出,阳性树种由于得不到更新而减少,并最终消失;物种多样性逐渐下降,到常绿阔叶林阶段达到稳定。

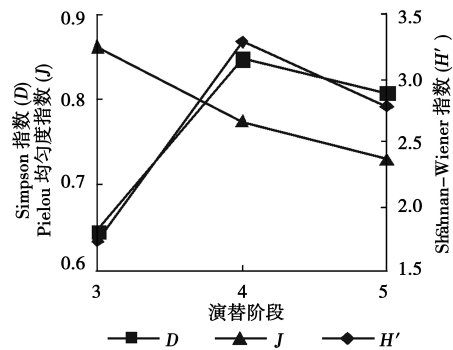


图 4 乔木层物种多样性在演替过程中的动态

2.2.4 植物群落各演替阶段群落总体物种多样性 在植物群落的演替过程中,物种多样性指数先上升后下降,物种丰富度指数在藤刺灌丛阶段达到最大(图 1),其余 3 个指数都是在次生乔林阶段达到峰值,所不同的是 Pielou 均匀度指数在草灌阶段出现了最低值(图 5)。原因是在群落演替过程中,

喀斯特严酷的生境不断改善,环境的容纳能力不断上升,适生物种增加,物种多样性增加。在竞争过程中,阳性草本、灌木和乔木由于不适应环境而相继退出,物种多样性开始下降。当中性树种成为群落的优势树种时,各物种通过竞争分化在群落中占据自己的位置,群落趋于稳定。

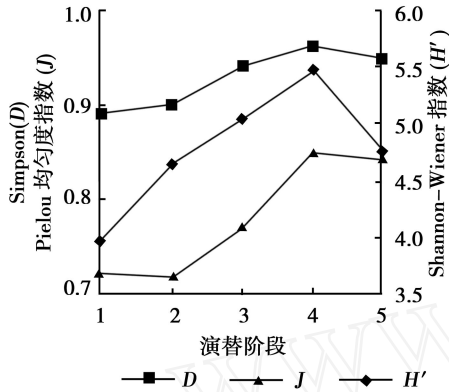


图 5 群落总体物种多样性在演替过程中的动态

表 2 表明:在草丛阶段和草灌阶段草本层的物种多样性大于灌木层。到藤刺灌丛阶段乔木层物种多样性最低,草本层与灌木层的物种多样性大小对比不明显,不同的测度指标有不同的结果。进入次生乔林阶段以后,除草本层 Pielou 均匀度指数在常绿阔叶林阶段大于灌木层外,其余物种多样性指数均为灌木层 > 草本层 > 乔木层。一方面是因为灌木层中既有灌木树种,同时又包含了乔木的幼树和幼苗;另一方面是因为喀斯特生境严酷,只适合耐旱、抗瘠、喜钙的物种生长,适生的树种明显比非喀斯特地区少,而草本由于植株矮小,其占有的环境资源相应较少,且草本植物种子细小,易传播,物种入侵较快,因此喀斯特生境对草本的影响没有灌木和乔木那么明显。

3 结论

(1) 黔中喀斯特地区石漠化后植物群落自然演替过程中不同演替阶段各生活型的物种多样性都有基本一致的变化趋势,即从草丛阶段开始增大,达到峰值后又趋于下降,但不同生活型出现峰值的时段并不一致。草本层在藤刺灌丛阶段达到峰值,随后下降;灌木层、乔木层和群落总体则在次生乔林阶段达到峰值。这表明灌木和乔木的生长影响草本层物种组成和多样性,乔木的生长影响灌木层的物种组成和多样性,同时对乔木层的物种组成和多样性也产生重要影响。

(2) 黔中喀斯特地区石漠化后植物群落自然演替过程中草丛阶段和草灌阶段物种多样性为草本层 > 灌木层;藤刺灌丛阶段乔木层多样性最低,草本层与灌木层的大小对比因测度方法不同而有差异;次生乔林阶段和常绿阔叶林阶段物种多样性为灌木层 > 草本层 > 乔木层。

(3) 黔中喀斯特地区石漠化后植物群落自然演替的规律表明,与非喀斯特石漠化地区一样,该地区退耕地在人为干扰较小的情况下,植被可以由草丛群落发展为草灌群落、藤刺灌丛群落、次生乔林群落,并最终形成喀斯特森林。在植被自然演替过程中,群落的高度和层次不断增加,盖度上升,群落物种组成由草本植物占优势逐渐向灌木和乔木树种占优势转移,这与杨瑞等^[11]对黔中退化喀斯特森林恢复过程中早期群落结构分析的结果相似。

参考文献:

- [1] 王世杰. 喀斯特石漠化概念演绎及其科学内涵的探讨 [J]. 中国岩溶, 2002, 21 (2): 101 - 105
- [2] 刘方, 王世杰, 刘元生, 等. 喀斯特石漠化过程土壤质量变化及生态环境影响评价 [J]. 生态学报, 2005, 25 (3): 639 - 644
- [3] 屠玉麟. 贵州喀斯特森林的初步研究 [J]. 中国岩溶, 1989, 8 (4): 282 - 290
- [4] 杨汉奎, 程仕泽. 贵州茂兰喀斯特森林群落生物量研究 [J]. 生态学报, 1991, 11 (4): 307 - 312
- [5] 梁士楚. 云贵鹧耳枥群落乔木种群生态位初探 [J]. 广西植物, 1994, 14 (3): 227 - 230
- [6] 喻理飞, 朱守谦, 叶镜中. 退化喀斯特森林自然恢复评价研究 [J]. 林业科学, 2000, 36 (6): 12 - 19
- [7] 喻理飞, 朱守谦, 叶镜中. 退化喀斯特森林自然恢复过程中群落动态研究 [J]. 林业科学, 2002, 38 (1): 1 - 7
- [8] 区智, 李先琨, 吕仕洪, 等. 桂西南岩溶植被演替过程中的植物多样性 [J]. 广西科学, 2003, 10 (1): 63 - 67
- [9] 朱守谦, 陈正仁, 魏鲁明. 退化喀斯特森林自然恢复的过程和格局 [J]. 贵州大学学报: 农业与生物科学版, 2002, 21 (1): 19 - 25
- [10] 李援越, 祝小科, 朱守谦. 退化喀斯特群落自然恢复程度评价 [J]. 南京林业大学学报, 2003, 27 (4): 31 - 34
- [11] 杨瑞, 喻理飞. 黔中退化喀斯特森林恢复过程中早期群落结构分析 [J]. 贵州科学, 2004, 22 (3): 44 - 47
- [12] 马克平. 生物群落多样性的测度方法: 多样性测度方法 (上) [J]. 生物多样性, 1994, 2 (3): 162 - 168
- [13] 马克平, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法: 多样性测度方法 (下) [J]. 生物多样性, 1994, 2 (4): 231 - 239
- [14] Pielou E C. Ecological diversity [M]. New York: John Wiley & Sons Inc, 1975