

文章编号: 1001-1498(2008)02-0200-06

元谋干热河谷主要植物群落物种多样性研究

杨振寅¹, 苏建荣^{2*}, 李从富³, 王云³, 李正红²

(1. 中国林业科学研究院, 北京 100091; 2. 中国林业科学研究院资源昆虫研究所, 云南 昆明 650224; 3. 元谋县林业局, 云南 元谋 651300)

摘要:通过样地调查,采用 Patrick物种丰富度指数(S)、Shannon-Wiener多样性指数(H)、Simpson优势度指数(D)、A latalb均匀度指数(E)、Piebu均匀度指数分析比较了元谋干热河谷 10个主要自然植物群落与人工林群落的物种多样性,并测定了不同群落的土壤养分。结果表明:(1)元谋干热河谷主要植物群落的多样性水平较低, S 、 H 、 D 值分别为 3.923~19.583,0.913~2.000和 0.178~0.510,且人工植物群落的 S 值明显低于自然植物群落,具优势种乔木群落的 H 值较高,人工植物群落 E 值大于自然植物群落的特点;(2)物种多样性与植物生长型的分析表明,按 S 指数排序为乔木层 <草本层 <灌木层;按 H 指数排序为乔木层 <草本层 <灌木层;按 D 指数排序为乔木层 >草本层 >灌木层;(3)自然植物群落对立地土壤的维持明显高于人工植物群落,前者的有机质、全氮、全磷、水解氮、速效钾明显高于后者。

关键词:干热河谷;自然群落;人工林群落;物种多样性

中图分类号: S718

文献标识码: A

Species Diversity of Main Communities in Hot and Dry Valley, Yuanmao County

YANG Zhen-yin¹, SU Jian-rong², LI Cong-fu³, WANG Yun³, LI Zheng-hong²

(1. The Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China; 2. Research Institute of Resource Insects, CAF, Kunming 650224, Yunnan, China; 3. The Forestry Administration of Yuanmao County, Yuanmao 651300, Yunnan, China)

Abstract: This paper studied the species diversity of natural and plantation community in hot and dry valley of Yuanmao County, based on field investigation data and by using Patrick richness index (S), Shannon-Wiener diversity index (H), Simpson dominance index (D), A latalb evenness index (E) and Piebu evenness index. The results showed that: (1) the diversity of communities in hot and dry valley was lower. The values of S , H , D respectively was 3.923 - 19.583, 0.913 - 2.000 and 0.178 - 0.510. The Patrick richness index of plantation community was sharply lower than natural communities'. The Shannon-Wiener diversity index of plantation communities with dominance tree was higher than others. The A latalb evenness index of plantation community was sharply higher than natural communities'. (2) The Patrick richness index of the communities were in the order of tree < herb < shrub. The Simpson dominance index of the communities were in the order of tree > herb > shrub. (3) The content of organic, N, P, Hydrolytic N of natural communities was higher than plantation communities which indicated that the natural communities had good effect to improving soil fertility.

Key words: hot and dry valley; natural community; plantations; species diversity

群落多样性是指群落中包含的物种数目和个体在种间的分布特征,它体现了群落结构类型、组织水平、发展阶段、稳定程度和生境差异^[1]。通过对群落物种多样性的研究可以很好地认识

收稿日期: 2007-10-16

基金项目: 国家林业局“948项目(2003—C01)和云南省省院省校合作项目(2003ZFCPD00C060)的部分内容

作者简介: 杨振寅(1974—),男,博士,主要从事恢复生态学及林业科技管理研究。

*通讯作者。

群落的组成、变化和发展^[2],一定的物种多样性对维持生态系统的稳定性起重要作用^[3]。因此,研究植物群落多样性对退化生态系统的恢复有一定的指导意义。

以元谋为代表的干热河谷被认为是世界上环境最恶劣的地区之一。长期以来,该区的植被恢复倍受重视,引进了许多抗逆性强的外来树种大面积营建人工林,并对人工林下物种多样性进行研究,以评估它们对种植区物种多样性的影响及人工林的稳定性^[4-7]。另一方面,恢复什么样的植被类型一直是干热河谷植被恢复研究和争论的热点^[8],但是,关于干热河谷区乡土植物群落和人工群落多样性比较的研究鲜见报道,不利于外来树种对物种多样性的影响、人工林稳定性和植被恢复目标的研究。本文对元谋干热河谷区主要植物群落的物种多样性进行研究,比较不同自然群落、人工群落的物种多样性,为元谋干热河谷植被恢复目标、恢复生态系统的结构、功能及稳定性研究积累资料,为干热河谷区的生态恢复重建提供指导和借鉴。

1 研究区自然概况与研究方法

1.1 研究区自然概况

元谋县位于 101°35' ~ 102°26' E, 25°23' ~ 26°06' N,属于金沙江下游的龙川江流域。本文根据金振渊等^[9]的观点,把 1 600 m 以下元谋盆地作为研究区。该区年均气温 21.9℃, 10 年积温 8 003℃,年日照时数 2 670.4 h,最热月(5月)月均气温 27.1℃,最冷月(12月)月均气温 14.9℃,全年基本无霜;多年平均降水量 613.8 mm,6-10月雨季降水总量占全年降水量的 85%,多年平均蒸发量 3 911.2 mm,干旱指数 2.8^[10];土壤为燥红壤和褐红壤^[11];自然植被属河谷型萨王纳植被(Savanna of Valley Type),主要植物有黄茅(*Heteropogon contortus* (L.) Beauv.)、孔颖草(*Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus)、坡柳(*Dodonaea viscosa* Jacq.)、黄荆条(*Vitex negundo* L. f. var. *laxipaniculata* Pei)、滇榄仁(*Terminalia franchetii* Gagnep.)、锥连栎(*Quercus franchetii* Skan.)等^[9]。主要造林树种有赤桉(*Eucalyptus camaldulensis* Dehuh)、新银合欢(*Leucaena leucocephala* (Lam.) Dewit)、印楝(*Azadirachta indica* A. Juss.)、云南松(*Pinus yunnanensis* Franch.)、思茅松(*P. kesiya* Royle ex

Gord. var. *langbianensis* (A. Chev.) Gaussen.)。

1.2 研究方法

1.2.1 样地调查与土样分析 在根据元谋县植被遥感资料确定的主要群落即稀树灌草丛、坡柳灌木林、黄荆条灌木林、锥连栎林、滇榄仁林、赤桉林、新银合欢林、印楝林、思茅松林、云南松林群落(依次用 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10 代表)内设样调查。其中,前 5 种为自然群落,后 5 种为人工群落。样方大小参照文献[4-7]和[12]设置,乔木样方大小为 20 m × 20 m,灌木和草本样方大小为 5 m × 5 m。

野外调查于 2007 年 4 月中下旬进行,共设乔木群落样方 159 个,灌木群落样方 91 个,草本样方 61 个,样地总面积 67 400 m²。调查时,对乔木和灌木进行每木调查,详细记录高度 > 3 m 的乔木种类、高度、冠幅、胸径和林下乔木更新情况等,灌草层分种调查盖度、高度、多度等,并详细记录环境特点、干扰等。

在每个群落类型中选择 3~5 个有代表性的样地,随机取土壤表面以下 30 cm 处土样 5 个,均匀混合成混合样。在室内,测定方法为:pH 值用电位法;有机质按 GB9838-1988 规定方法;全 N 用硫酸-双氧水消化,蒸馏滴定法;全 P 用硫酸-双氧水消化,钒钼黄比色法;全 K 用硫酸-双氧水消化,原子吸收法;水解 N 用碱解扩散法;有效 P 用 NaHCO₃ 法;有效 K 用乙酸铵浸提,原子吸收法;土壤含水量用烘干称重法测定。土样由云南省农科院植保土肥测试分析测试中心检测。

1.2.2 数据分析 由于各群落的样方大小和数量不一,参照文献[13-14]的方法进行处理,以比较不同群落的多样性。为减小不同植物个体和同一种植物不同发育阶段大小的影响^[15],选用重要值测度多样性指数。在个体大小差异显著时,群落组成成分所占的空间不同,对群落的结构、功能、动态等方面所起的作用也不同。鉴于此,本研究在测度群落中物种多样性时,对不同的生长型即不同的层次分别测度。

在群落内以每个样方为单位,分别计算乔木层、灌木层、草本层中物种的重要值。然后,按群落包含的样方数,求出每个物种的平均重要值,作为群落各层中物种的重要值。重要值计算公式参见文献[16]。本研究选用的多样性指数及其计算方法如下:

(1) Patrick 物种丰富度指数 (*S*)

S 为单位面积中出现的物种数目。在样方中乔、灌、草三层的 *S* 值之和为该样方的总 *S* 值。

(2) Shannon-Wiener 多样性指数 (*H*)

$$H = - \sum P_i \ln P_i$$

(3) Simpson 优势度指数 (D)

$$D = \sum P_i^2$$

(4) Alatalo 均匀度指数 (E)

$$E = [1 / (\sum P_i^2)] / [\exp(-\sum P_i \ln P_i) - 1]$$

(5) Pielou 均匀度指数

$$Pielou(E_1) = (\sum P_i \ln P_i) / \ln S$$

$$Pielou(E_2) = (1 - \sum P_i^2) / (1 - 1/S)$$

2 结果与分析

2.1 群落总体多样性

主要群落类型的物种丰富度指数 (S)、物种多样性指数 (H)、优势度指数 (D) 和均匀度指数 (E) 数值如图 1。

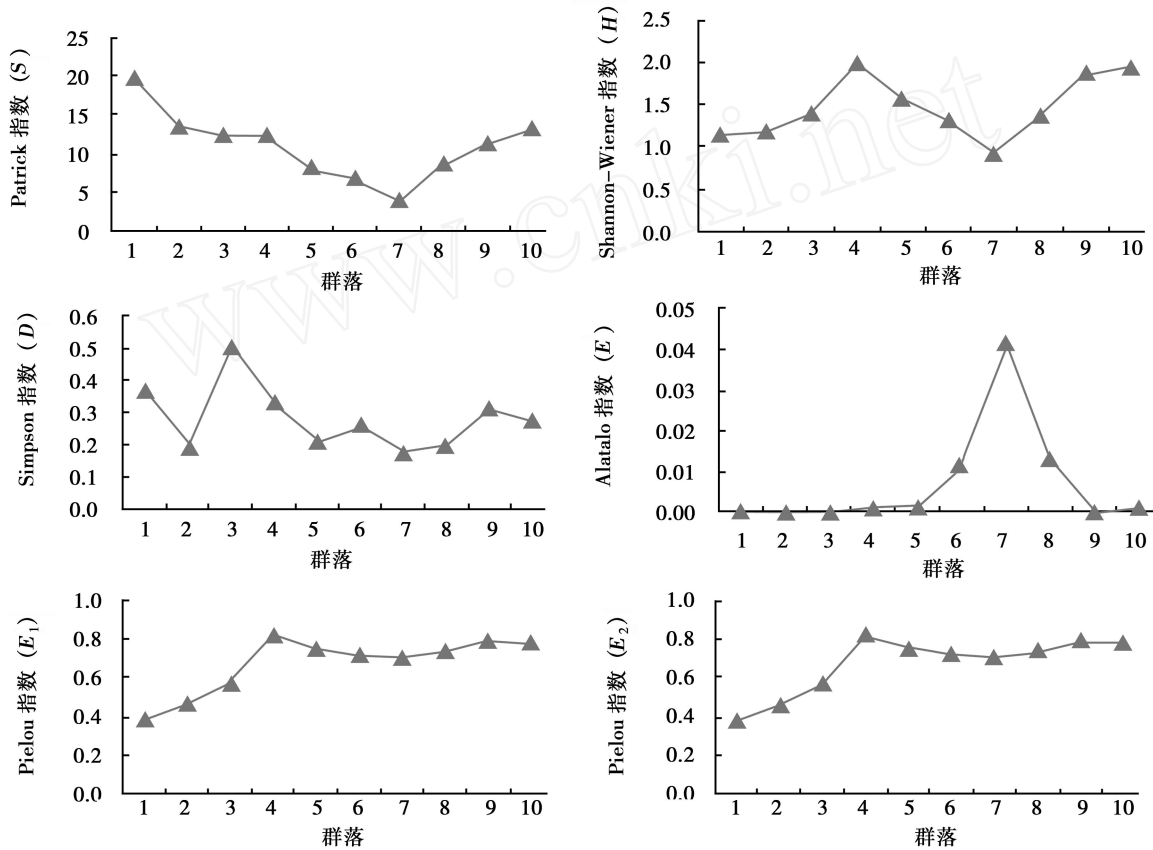


图 1 元谋干热河谷区主要植物群落类型的物种多样性

2.1.1 物种丰富度指数 Patrick (S) 从图 1 可知,不同群落的物种丰富度指数的差异很大,最大值为 19.583,最小值为 3.923,丰富度最高群落中单位面积内的物种数比最低群落高出 4 倍。群落物种丰富度排序为:稀树灌草丛 > 坡柳灌木林 > 云南松林 > 锥连栎林 > 黄荆条灌木林 > 思茅松林 > 印楝林 > 滇榄仁林 > 赤桉林 > 新银合欢林。云南松林群落因多处于干热河谷的上限附近而具有群落交错带的性质,具有较高的物种丰富度。Patrick 物种丰富度指数的突出特点是,自然植物群落的物种丰富度明显高于人工植物群落。马姜明等^[7]研究也表明,人工林层次单一,林下植物种类较少。大量的研究表明,物种数目增加会提高生态系统功能的稳定性^[17-18]。可以推论,研究区内人工群落的稳定性低

于自然群落的稳定性。

2.1.2 Shannon-Wiener 指数 研究区主要群落的 Shannon-Wiener 指数为 0.913 ~ 2.000,大小排序为:锥连栎林 > 云南松林 > 思茅松林 > 滇榄仁林 > 黄荆条灌木林 > 印楝林 > 赤桉林 > 坡柳灌木林 > 稀树灌草丛 > 新银合欢林。由此可见,具优势种乔木群落的 Shannon-Wiener 指数值较高。Shannon-Wiener 指数的大小取决于种类数量及种类中个体分配的均匀性 2 个因素,种类数量越多,多样性越高;种类之间个体分配的均匀性增加,多样性也增加^[19]。因此,稀树灌草丛、坡柳灌木林物种数虽多,由于个体配比不均匀而降低了多样性;反之,锥连栎林和思茅松林的多样性则因种类的分配较均匀而提高。

2.1.3 Simpson 优势度指数 优势度指数与 Shannon-Wiener 指数呈负相关关系,群落 Simpson 优势度指数为 0.178~0.510。

2.1.4 Alatalo 均匀度指数 该指数反映的是群落中不同物种多度分布的均匀程度。研究区主要群落的 Alatalo 均匀度指数 E 的大小排序为:新银合欢林 > 印楝林 > 赤桉林 > 锥连栎林 > 云南松林 > 滇榄仁林 > 思茅松林 > 黄荆条灌木林 > 坡柳灌木林 > 稀树灌草丛。人工造林时,常常采用固定的株行距进行空间配置上层乔木,使得人工林群落上层乔木均匀分布。人工林群落上层树种的均匀分布,使群落内异质性生境缩小,使得林下植物的分布也较均匀,从而表现出人工植物群落 Alatalo 指数大于自然植物群落的特点。

2.1.5 Pielou 均匀度指数 研究区主要群落的 Pielou 均匀度指数 $Pielou(E_1)$ 的值为 0.385~0.819,它们的大小排序为:锥连栎林 > 思茅松林 > 云南松林 > 滇榄仁林 > 印楝林 > 赤桉林 > 新银合欢林 > 黄荆条灌木林 > 坡柳灌木林 > 稀树灌草丛。Pielou 均匀度指数 $Pielou(E_2)$ 的值为 0.691~0.907。Pielou 均匀度

指数 $Pielou(E_1)$ 和 $Pielou(E_2)$ 的变化趋势基本一致。

对非洲萨王纳群落物种多样性的研究表明^[20],萨王纳群落的物种达 22 种,Shannon-Wiener 多样性指数达 2.404,而 Simpson 优势度指数为 0.293。相比较而言,元谋干热河谷主要植物群落的多样性水平较低。

2.2 物种多样性与植物生长型分析

参照 Whittaker 的生长型分类系统分类^[20],选取乔木、灌木和草本 3 个主要类型进行分析。由于稀树灌草丛、黄荆条灌木林和坡柳灌木林群落不存在乔木层,锥连栎林、滇榄仁林、云南松林、思茅松林、印楝林、赤桉林和新银合欢林都是以单一优势种组成的纯林,乔木层的 Patrick 指数和 Simpson 指数都为 1, Shannon-Wiener 指数和 Alatalo 指数均为 0,故重点分析灌木层和草本层的多样性。研究区主要群落的灌木层和草本物种丰富度指数、物种多样性指数、优势度指数和均匀度指数数值见图 2。

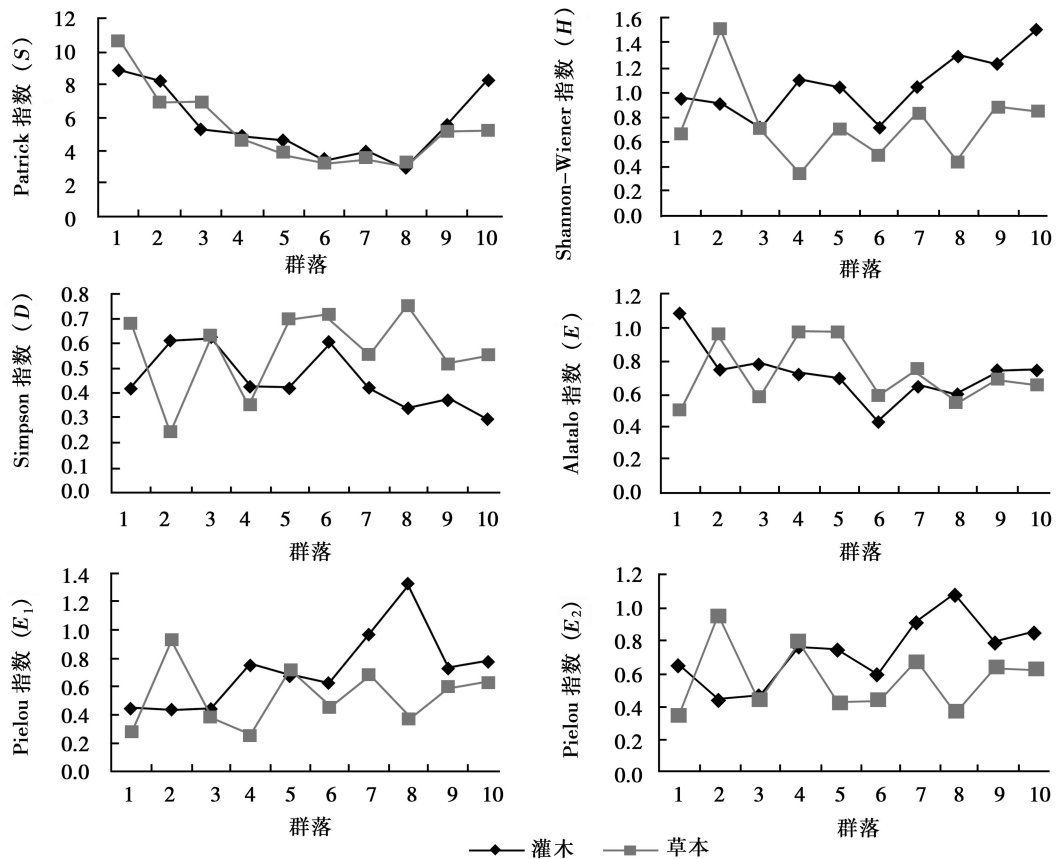


图 2 元谋干热河谷区主要植物群落类型草本层和灌木层的物种多样性

2.2.1 物种丰富度指数 Patrick(S) 图 2 表明,除稀树灌草丛、黄荆条灌木林和印楝林群落的灌木层物种丰富度小于草本层的外,其它所有群落灌木层的物种丰富度都比草本层的大。受小环境的影响,稀树灌草丛、黄荆条灌木林中的灌木种类很少,密度很低,比其它群落更有利于与当地环境适应的草本进入,从而使草本层的物种多于灌木层的种类。印楝林主要在近 10 年内新造,灌木定植还需要更长的时间,而印楝的密度也很低,有利于草本的生长、发育,所以草本层的物种丰富度更高。

2.2.2 Shannon-Wiener 指数 该指数与物种丰富度相似,除坡柳灌木林和黄荆条灌木林草本层外,其它稀树灌草丛、锥连栎林、滇榄仁林、赤桉林、新银合欢林、印楝林、思茅松林和云南松林群落灌木层的 Shannon-Wiener 指数高于草本层的指数值。

2.2.3 Simpson 优势度指数 与 Shannon-Wiener 指数相反,除坡柳灌木林和锥连栎林的灌木层的 Simpson 指数大于草本层的外,其余群落的 Simpson 指数都呈灌木层小于草本层的特点。

2.2.4 A latab 均匀度指数 从 A latab 均匀度指数看,稀树灌草丛、黄荆条灌木林、印楝林、思茅松林、云南松林灌木层的指数值高于草本层的指数值,而坡柳灌木林、锥连栎林、滇榄仁林、赤桉

林和新银合欢林灌木层的指数值则低于草本层的指数值。

2.2.5 Pielou 均匀度指数 图 2 也表明,与坡柳灌木林和滇榄仁林相反,稀树灌草丛、黄荆条灌木林、锥连栎林、赤桉林、新银合欢林、印楝林、思茅松林和云南松林群落灌木层的 Pielou 均匀度指数 E_1 的值均大于草本层。与此基本一致,稀树灌草丛、黄荆条灌木林、滇榄仁林、赤桉林、新银合欢林、印楝林、思茅松林和云南松林群的 Pielou 均匀度指数 E_2 的值均大于草本层,坡柳灌木林和锥连栎林正好相反。

总体上讲,除少数较特殊的群落类型外,物种丰富度指数是乔木层 < 草本层 < 灌木层;多样性指数是乔木层 < 草本层 < 灌木层;优势度指数是乔木层 > 草本层 > 灌木层。

2.3 主要群落土壤特点

由表 1 可知,人工植物群落和自然群落的土壤条件差异很大,在有机质、全 N、全 P、全 K、速效 K 的含量方面表现最明显。稀树灌草丛、坡柳灌木林、黄荆条灌木林、锥连栎林、滇榄仁林和云南松林的有机质、全 K、全 P 的含量都明显高于赤桉林、新银合欢林、印楝林和思茅松林,所以,自然植物群落对维持立地土壤肥力的能力高于人工植物群落。

表 1 研究区主要群落的土壤理化性质

| 植被类型 | 含水量 / % | pH 值 | 有机质 / ($g \cdot kg^{-1}$) | 全 N / ($g \cdot kg^{-1}$) | 全 P / ($g \cdot kg^{-1}$) | 全 K / ($g \cdot kg^{-1}$) | 水解 N / ($mg \cdot kg^{-1}$) | 有效 P / ($mg \cdot kg^{-1}$) | 速效 K / ($mg \cdot kg^{-1}$) |
|--------|---------|------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 稀树灌草丛 | 7.64 | 6.65 | 13.11 | 0.66 | 0.46 | 18.08 | 43.13 | 8.32 | 78.94 |
| 坡柳灌木林 | 9.34 | 5.35 | 15.62 | 0.75 | 0.37 | 18.25 | 60.01 | 1.09 | 93.36 |
| 黄荆条灌木林 | 7.86 | 5.94 | 24.19 | 0.80 | 0.63 | 9.63 | 62.40 | 1.58 | 217.81 |
| 锥连栎林 | 5.11 | 5.62 | 23.03 | 1.09 | 0.56 | 10.26 | 66.07 | 7.40 | 210.11 |
| 滇榄仁林 | 6.23 | 7.26 | 22.05 | 1.11 | 0.35 | 12.56 | 69.74 | 8.44 | 73.71 |
| 赤桉林 | 5.01 | 5.18 | 11.41 | 0.57 | 0.36 | 15.58 | 46.53 | 2.84 | 66.22 |
| 新银合欢林 | 9.57 | 5.39 | 5.98 | 0.40 | 0.31 | 23.59 | 36.71 | 8.10 | 74.55 |
| 印楝林 | 9.13 | 6.15 | 5.85 | 0.37 | 0.21 | 13.83 | 37.50 | 10.42 | 82.07 |
| 思茅松林 | 5.82 | 4.51 | 9.62 | 0.41 | 0.27 | 7.69 | 52.31 | 4.67 | 100.79 |
| 云南松林 | 9.88 | 4.80 | 15.93 | 0.63 | 0.33 | 6.29 | 74.88 | 2.17 | 107.48 |

3 小结

(1)元谋干热河谷主要植物群落的多样性水平较低,其丰富度指数 Patrick、Shannon-Wiener 多样性指数和 Simpson 优势度指数分别为 3.923 ~ 19.583、0.913 ~ 2.000 和 0.178 ~ 0.510。元谋干热河谷区主要植物群落的物种多样性具有以下特点:人工植物群落的物种丰富度明显低于自然植物群落的,优势种乔木群落的 Shannon-Wiener 多样性指数值较

高,人工植物群落的 A latab 均匀度指数大于自然植物群落的。

(2)群落物种丰富度高低排序为稀树灌草丛 > 坡柳灌木林 > 云南松林 > 锥连栎林 > 黄荆条灌木林 > 思茅松林 > 印楝林 > 滇榄仁林 > 赤桉林 > 新银合欢林,多样性指数的排序为锥连栎林 > 云南松林 > 思茅松林 > 滇榄仁林 > 黄荆条灌木林 > 印楝林 > 赤桉林 > 坡柳灌木林 > 稀树灌草丛 > 新银合欢林, A latab 均匀度指数的排序为新银合欢林 > 印楝林 >

赤桉林 > 锥连栎林 > 云南松林 > 滇榄仁林 > 思茅松林 > 黄荆条灌木林 > 坡柳灌木林 > 稀树灌草丛。

(3) 物种多样性与植物生长型的分析表明, 除少数较特殊的群落类型外, 物种丰富度指数是乔木层 < 草本层 < 灌木层; 多样性指数是乔木层 < 草本层 < 灌木层; 优势度指数是乔木层 > 草本层 > 灌木层。

(4) 自然植物群落对立地土壤的维持和改良作用明显高于人工植物群落, 前者的有机质、全 N、全 P 明显高于后者。

(5) 在干热河谷植被恢复中, 应充分利用乡土植物种类与外来种的配合使用, 以保持较高的物种多样性, 较好地维持立地土壤。

参考文献:

- [1] 谢晋阳, 陈灵芝. 暖温带落叶阔叶林的物种多样性特征 [J]. 生态学报, 1994, 14 (4): 337 - 344
- [2] 许再富, 朱 华, 王应祥, 等. 澜沧江下游 湄公河上游片断热带雨林物种多样性动态 [J]. 植物生态学报, 2004, 28 (5): 585 - 593
- [3] 项华均, 安树青, 王中生, 等. 热带森林植物多样性及其维持机制 [J]. 生物多样性, 2004, 12 (2): 290 - 300
- [4] 王克勤, 郭逢春, 贺庭荣, 等. 金沙江干热河谷人工赤桉林群落结构 [J]. 中国水土保持科学, 2004, 2 (4): 37 - 41, 47
- [5] 刘新龙, 王瑞波, 张燕平. 印楝人工林对植物多样性的影响 [J]. 林业科学研究, 2004, 17 (2): 147 - 153
- [6] 方海东, 纪中华, 杨艳鲜, 等. 金沙江干热河谷新银合欢人工林物种多样性研究 [J]. 水土保持研究, 2005, 12 (1): 135 - 137
- [7] 马姜明, 李 昆, 郑志新. 元谋干热河谷不同人工林林下物种多样性的研究 [J]. 江西农业大学学报, 2006, 28 (1): 84 - 89
- [8] 杨振寅, 苏建荣, 罗 栋, 等. 干热河谷植被恢复研究进展与展望 [J]. 林业科学研究, 2007, 20 (4): 563 - 568
- [9] 金振洲, 欧晓昆. 元江、怒江、金沙江、澜沧江干热河谷植被 [M]. 云南大学出版社, 云南科技出版社, 2000
- [10] 北京气象中心资料室. 中国地面气候资料 [M]. 北京: 气象出版社, 1984
- [11] 张信宝, 陈玉德. 云南元谋干热河谷区不同岩土类型荒山植被恢复研究 [J]. 应用与环境生物学报, 1997, 3 (1): 13 - 18
- [12] 冷民生, 关文彬, 谭辉, 等. 岷江干热河谷灌丛 多样性分析 [J]. 生态学报, 2004, 26 (4): 1123 - 1130
- [13] 欧晓昆, 张志明, 王崇云, 等. 梅里雪山植被研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 99 - 117
- [14] 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 . 丰富度、均匀度和物种多样性指数 [J]. 生态学报, 1995, 15 (3): 268 - 277
- [15] 吴甘霖, 黄敏毅, 段仁燕, 等. 不同强度旅游干扰对黄山松群落物种多样性的影响 [J]. 生态学报, 2006, 26 (12): 3924 - 3930
- [16] 金振洲, 段昌群. 附录 植物生态学野外调查方法 [M] // 杨持. 生态学实验与实习. 北京: 高等教育出版社, 2003: 160 - 172
- [17] Tilman D, Downing J A. Biodiversity and stability in grasslands [J]. Nature, 1994, 367: 363 - 365
- [18] Tilman D. Causes, consequences and ethics of biodiversity [J]. Nature, 2000, 405: 208 - 211
- [19] 孙儒泳. 基础生态学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002: 143 - 144
- [20] 宋永昌. 植被生态学 [M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2002: 47 - 54