

华北土石山区天然森林植被种间联结和生态位的研究

王树森^{1,2}, 余新晓¹, 刘凤芹³, 张振明¹, 耿玉清¹, 白翠霞¹, 班嘉蔚¹

(1. 北京林业大学水土保持学院, 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京 100083;

2. 内蒙古农业大学生态环境学院, 呼和浩特 010019; 3. 秦皇岛外国语职业学院, 秦皇岛 066311)

摘要: 基于华北土石山区潮关西沟流域天然森林植被调查的基础上, 对森林植被群落种间联结和生态位进行了研究。研究表明, 在种间联结方面, 种间正联结非常显著的有柞栎和蒙椴、柞栎和迎红杜鹃、蒙椴和山杨、蒙椴和白蜡、山杨和白蜡、春榆和北京丁香、春榆和大花溲疏、臭椿和山杏、臭檀和栎树、臭檀和大花溲疏、锐齿鼠李和孩儿拳头、小叶鼠李和酸枣。另外, 依据种间联结关系, 划分了四个生态种组。分析了主要乔灌木的生态位宽度, 在乔木树种种群生态位宽度方面, 蒙椴、柞栎、春榆的生态位宽度较大, 在灌木树种种群生态位宽度方面, 荆条、小叶朴和酸枣的生态位宽度较大, 比较了不同种对的生态位重叠指数, 乔木不同种对中, 山杏和北京丁香、柞栎和白蜡、蒙椴和春榆具有较大的生态位重叠, 灌木不同种对组合中荆条和酸枣、绣线菊和迎红杜鹃、荆条和小叶朴、蚂蚱腿子和迎红杜鹃的生态位重叠较大。

关键词: 天然森林植被; 种间联结; 生态位

中图分类号: S718.55

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2006)04-0170-03

Interspecific Association and Niche Research of Forest Vegetation in Rocky Mountain Area of North of China

WANG Shu-sen^{1,2}, YU Xin-xiao¹, LIU Feng-qin³,

ZHANG Zhen-ming¹, GENG Yu-qing¹, BAI Cui-xia¹, BAN Jia-wei¹

(1. Soil and Water Conservation College, Beijing Forestry University, Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Control of Education Ministry, Beijing 100083, China;

2. Ecological and Environmental College, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China;

3. Foreign Language Occupation College of Qinhuangdao, Qinhuangdao 066311, China)

Abstract: Based on investigation of forest vegetation in Chaoguanxigou of rocky mountain area of North of China, interspecific association and niche of trees and shrubs in different communities are researched. The results show that: in the aspect of interspecific association, the interspecific positive associations of *Quercus dentata* and *Tilia mongolica*, *Quercus dentata* and *Rhododendron mucronulatum*, *Tilia mongolica* and *Populus davidiana*, *Tilia mongolica* and *Fraxinus sp.*, *Populus davidiana* and *Fraxinus sp.*, *Ulmus japonica* and *Syringa pекinensis*, *Ulmus japonica* and *Deutzia grandiflora*, *Ailanthus altissima* and *Prunus sibirica*, *Evodia daniellii* and *Koeleria paniculata*, *Evodia daniellii* and *Deutzia grandiflora*, *Rhamnus arguta* and *Grewia biloba var. parviflora*, *Rhamnus spp.*, and *Zizyphus jujuba* are obvious. Then species trees and shrubs are classified into 4 groups of eco-species. on the other hand, the tree species of big niche breadth include *Tilia mongolica*, *Quercus dentata* and *Ulmus japonica* and the shrub species of big niche breadth include *Vitex negundo*, *Celtis bungeana* and *Zizyphus jujube*. Moreover, the value of niche overlap of *Prunus sibirica* and *Syringa pекinensis*, *Quercus dentata* and *Fraxinus spp.*, and *Tilia mongolica* and *Ulmus japonica* in tree pairs and *Vitex negundo* and *Zizyphus jujuba*, *Spiraea trilobata* and *Rhododendron mucronulatum*, *Vitex negundo* and *Celtis bungeana*, *Myriopholis dioica* and *Rhododendron mucronulatum* in shrub pairs are high.

Key words: natural forest vegetation; interspecific association; niche

种间联结和生态位的研究^[1,2]对理解群落的结构与功能以及种间关系和不同植物对资源的利用状况具有重要意义。由于森林植被破坏严重, 华北地区天然林主要以次生林为主, 北京市密云县古北口镇潮关西沟流域经过 1976 年泥石流后, 形成了植被类型丰富的天然次生林植被, 具有华北土石山区典型的天然次生林特点。通过研究潮关西沟流域的主要天然

林植被类型的乔灌木的种间联结和生态位, 可以更加深入地认识华北土石山区森林主要群落组成乔灌木的特点和关系以及资源利用情况, 为该地区森林的健康经营提供理论依据。

1 实验区概况与研究方法

潮关西沟流域地处北京市密云县古北口镇潮关村, N40°

* 收稿日期: 2006-02-07

基金项目: 北京森林健康试验及示范项目资助

作者简介: 王树森(1970-), 男, 北京林业大学博士毕业, 内蒙古农业大学讲师, 研究方向为水土保持、植被恢复、植物资源; 责任作者: 余新晓(1961-), 男, 博士, 教授, 研究方向为水土保持、森林水文。

40', E117°06'。北与河北省滦平县接壤,西与密云县原上甸子乡相邻。调查地点主要在其流域内。

2003 和 2005 年我们对研究地区森林植被进行了样地调查,共调查代表性样地 35 块。在调查中,每个乔木样地中乔木样方 1 个,面积为 20 m×20 m,灌木样方 3 块,面积为 5 m×5 m,灌木样地样方 3 块,面积为 5 m×5 m。记录乔木层树种名称和株数。在种间联结方面,对 35 个样地所有天然林的主要乔灌木树种的种间联结进行研究。采用 Yates 的连续校正公式计算卡方值,并进行卡方检验。还计算了不同乔灌木的共同出现百分率^[3]。在生态位方面,本项研究以同样地为资源状态,以不同种的个体数为资源利用量,分别研究了潮关西沟天然林不同种群的生态位宽度和生态位重叠,包括 Levins 生态宽度指数、Hurlbert 生态位宽度指数和 Levins 生态位重叠指数^[4]。

2 结果与分析

2.1 种间联结分析与生态种组划分

2.1.1 种间联结分析

种间联结是指不同物种由于群落生境等差异引起在空间分布不同的相互关联性,它反映了不同物种在不同生境相互作用和相互影响所形成的各种联系^[3]。

通过进行卡方检验和计算共同出现百分率,一些种对具有明显的正负联结关系。在种对正联结方面,种间正联结非常显著的有柞栎和蒙椴、柞栎和迎红杜鹃、蒙椴和山杨、蒙椴和白蜡、山杨和白蜡、春榆和北京丁香、春榆和大花溲疏、臭椿和山杏、臭檀和栎树、臭檀和大花溲疏、锐齿鼠李和孩儿拳头、小叶鼠李和酸枣。一般显著的有柞栎和黑桦、柞栎和三裂绣线菊、蒙椴和春榆、蒙椴和迎红杜鹃、山杨和春榆、锐齿鼠李和酸枣。

在种对负联结方面,种间负联结非常显著的有酸枣和三裂绣线菊,一般显著的有柞栎与酸枣、蒙椴和栎树、春榆和酸枣、小叶鼠李和三裂绣线菊。

不同乔灌木种之间的联结反映了植物种间的不同关系。相邻的不同演替阶段的优势树种间具有较好的正联结,如柞栎与蒙椴、柞栎与黑桦、蒙椴与山杨、蒙椴与春榆。栎树、黑桦、椴树、山杨和榆树属于该地区天然次生林演替从顶级到先锋群落的不同类型群落的主要树种,良好的正相关反映了相邻群落之间、顶级群落与中间群落之间、中间群落和先锋群落之间以及先锋群落主要树种之间的共存的良好关系。因此,优势树种之间的种间联结性为植被演替系列优势种的变更提供了很好的佐证。

由于对生境要求相似,一些树种常常同时出现,如山杨与春榆,在天然林中,山杨和春榆是该地区先锋植物群落的主要树种,两者具有较显著的正相关,臭檀与栎树都是热带起源树种,要求的水热条件较高,常常形成以臭檀或栎树为主的群落,此外春榆和北京丁香、臭椿与山杏也存在相似的环境要求。

优势乔木与其伴生小乔木或灌木的关系常常使二者形成正联结,如柞栎与迎红杜鹃、蒙椴与迎红杜鹃、柞栎与三裂绣线菊、蒙椴与白蜡、山杨与白蜡、春榆和大花溲疏、臭檀和大花溲疏。

此外,常常一起出现的灌木,如酸枣、小叶鼠李、孩儿拳头在潮关西沟山地阳坡同时出现,酸枣与小叶鼠李、酸枣与锐齿鼠李、锐齿鼠李与孩儿拳头形成了显著的正联结关系。

种间的负相关反映了植物对不同生境的要求。如酸枣和三裂绣线菊、小叶鼠李和三裂绣线菊的负相关反映了灌木

的生境差异。酸枣和小叶鼠李主要分布在干燥的山地阳坡,是阳坡灌丛的主要植物,而三裂绣线菊主要分布在阴坡,是林下的主要灌木树种,有时在沟道中形成成片的灌丛。柞栎与酸枣、蒙椴和栎树、春榆和酸枣也呈明显的负相关,这是由于柞栎、蒙椴、春榆主要分布在湿度较高、温度较低的阴坡上,酸枣分布在干燥的阳坡上,而栎树则在坡角和阳坡上有分布,形成以其为优势种的群落。

2.1.2 生态种组的划分

根据种间联结和生态习性,可以把不同的种联结成不同的生态种组,根据潮关西沟主要的乔灌木种间联结分析,我们把 23 个乔灌木分为 4 个生态种组。

第一个生态种组为柞栎、黑桦、蒙椴、山杨、春榆、大花溲疏、白蜡、迎红杜鹃等,该种组内两两之间正联结性较强,卡方值和共同出现百分率较高,多喜欢湿度较高、温度较低的阴坡,第二生态种组为臭檀、栎树、臭椿、山杏、北京丁香,通常在组内又形成小组,小组内个体之间正联结,小组间彼此不联结或联结不明显,该组主要树种分布在潮关西沟的沟道、沟坡坡角和乱石窖内,喜欢湿度、温度较高的生境。第三个生态种组包括酸枣、小叶鼠李、锐齿鼠李和孩儿拳头,该种组主要分布在潮关西沟山地阳坡,适生于干燥向阳的生境,灌木种之间具有较好的正联结。第四组包括胡枝子、荆条、蚂蚱腿子、平榛、小叶朴,该种组包括两类情况,一类是在分布上表现为数量不多或集中分布,分布规律性不强,与其它种联结性脆弱,如胡枝子、平榛、蚂蚱腿子,一种是分布广,生态幅度大,与其他种连接性不明显,如荆条、小叶朴等。

2.2 生态位宽度与生态位重叠分析

2.2.1 生态位宽度

植物种群的生态位宽度反映了该种群对环境资源的利用状况,种群生态位宽度越大,表明其对环境的适应能力越高,分布范围越广。潮关西沟天然林主要乔木和灌木树种的种群生态位宽度见表 1。

在乔木树种种群生态位宽度方面,从表 1 中可以看出,蒙椴、柞栎、春榆的生态位宽度较大,其生态位宽度的 Levins 和 Hurlbert 指数值分别是 4.198 7、2.681 4、2.604 5 和 0.246 1、0.129 3、0.123 4;山杏和臭椿的生态位宽度较低,其生态位宽度的 Levins 和 Hurlbert 指数值分别是 1.254 7、1.234 8 和 0.019 6、0.018 1。这一结果反映了不同乔木树种在该地区各群落的地位、分布的广度与均匀程度。蒙椴、柞栎、春榆分别是坡面植被演替过程中的主要优势树种,在不同演替阶段成连续分布,数量多,分布较广,对资源利用能力强,生态幅度大,因此生态位宽度值较高。而在生态位宽度较低的树种中,山杏是伴生树种,在乔木层中地位较低,资源利用能力较弱,数量较少,分布范围较窄,因此生态位宽度值较小。而臭椿虽然能够形成以臭椿为主的优势植物群落,但其分布较集中,主要分布在泥石流侵蚀沟道内,因此,生态位宽度值较低。

在灌木树种种群生态位宽度方面,荆条、小叶朴和酸枣的生态位宽度较大,其 Levins 和 Hurlbert 生态位宽度指数值分别是 8.636 4、8.518 1、5.111 6 和 0.381 8、0.375 9、0.205 6,映红杜鹃、胡枝子和平榛的生态位宽度值较低,其 Levins 和 Hurlbert 生态位宽度指数值分别是 1.952 9、1.884 7、1.212 9 和 0.047 6、0.044 2、0.010 6。与乔木的生态位宽度相似,它反映了不同灌木种群在该地区各群落的地位、分布的广度与均匀程度。荆条、小叶朴分布范围广,在多数乔木和灌丛群落中广泛分布,适应能力强,资源利用充分,生态幅度宽,因此,生态位宽度值较高,而酸枣主要分布在阳坡灌丛中,数量较大,是阳坡灌丛的主要植物或主要伴生种,

分布也比较广,对资源利用能力较强,因此生态位宽度值较高。而在生态位宽度较低的树种中,迎红杜鹃和胡枝子仅出现在少数的群落之中,资源利用能力较弱,常成丛分布,分布范围较窄,因此生态位宽度值较小。而平榛虽然能够形成以平榛为主的优势植物群落,且个体数量大,但其分布较集中,主要分布在人为干扰较大的阴坡上,分布面积较小,因此,生态位宽度值较低。

从不同演替阶段的优势种生态位宽度来看,荆条的生态位最宽,是位于第二位的三裂绣线菊生态位宽度高约一倍。其余依次为蒙椴、柞栎、春榆、山杨和黑桦。

表 1 主要乔灌木木树种生态位宽度

| 种号 | 乔木 | 生态位宽度 | 生态位宽度 | 灌木 | 生态位宽度 | 生态位宽度 |
|----|------|--------|--------|-------|--------|--------|
| 1 | 蒙 椴 | 4.1987 | 0.2461 | 荆条 | 8.6364 | 0.3818 |
| 2 | 柞 栎 | 2.6814 | 0.1293 | 小叶朴 | 8.5181 | 0.3739 |
| 3 | 春 榆 | 2.6045 | 0.1234 | 酸枣 | 5.1116 | 0.2036 |
| 4 | 白 蜡 | 2.4615 | 0.1124 | 孩儿拳头 | 5.0099 | 0.2005 |
| 5 | 山 杨 | 2.3436 | 0.1084 | 三裂绣线菊 | 4.5685 | 0.1784 |
| 6 | 栎 树 | 2.1727 | 0.0902 | 小叶鼠李 | 4.3314 | 0.1666 |
| 7 | 黑 桦 | 1.7676 | 0.0590 | 蚂蚱腿子 | 3.3728 | 0.1186 |
| 8 | 臭 檀 | 1.6602 | 0.0508 | 锐齿鼠李 | 2.7931 | 0.0897 |
| 9 | 北京丁香 | 1.6298 | 0.0484 | 大花溲疏 | 2.3119 | 0.0636 |
| 10 | 山 杏 | 1.2547 | 0.0196 | 迎红杜鹃 | 1.9529 | 0.0476 |
| 11 | 臭 椿 | 1.2348 | 0.0181 | 胡枝子 | 1.8847 | 0.0442 |
| 12 | | | | 平榛 | 1.2129 | 0.0106 |

2.2.2 生态位重叠

主要乔木灌木种群生态位重叠计算结果见表 2 和表 3。由表 2 可以看出,乔木不同种对中山杏和北京丁香、柞栎和白蜡、蒙椴和春榆具有较大的生态位重叠,他们的生态位重叠指

表 3 主要灌木树种生态位重叠

| | 锐齿鼠李 | 小叶鼠李 | 大花溲疏 | 孩儿拳头 | 胡枝子 | 荆条 | 蚂蚱腿子 | 平榛 | 酸枣 | 三裂绣线菊 | 小叶朴 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 小叶鼠李 | 0.0908 | | | | | | | | | | |
| 大花溲疏 | 0.0499 | 0.0774 | | | | | | | | | |
| 孩儿拳头 | 0.0002 | 0.0830 | 0.0002 | | | | | | | | |
| 胡枝子 | 0.0552 | 0.3346 | 0.0214 | 0.0990 | | | | | | | |
| 荆 条 | 0.2332 | 0.1595 | 0.1252 | 0.3925 | 0.1574 | | | | | | |
| 蚂蚱腿子 | 0.1243 | 0.4130 | 0.0993 | 0.1907 | 0.0422 | 0.3844 | | | | | |
| 平 榛 | 0.0955 | 0.0029 | 0.0002 | 0.0386 | 0 | 0.2132 | 0.1153 | | | | |
| 酸 枣 | 0 | 0.4473 | 0.0063 | 0.5749 | 0.1652 | 0.9470 | 0.0903 | 0 | | | |
| 三裂绣线菊 | 0.0021 | 0.0473 | 0.0600 | 0.3498 | 0.0046 | 0.1584 | 0.6016 | 0.0205 | 0.0039 | | |
| 小叶朴 | 0.2240 | 0.1146 | 0.0332 | 0.5948 | 0.0476 | 0.6617 | 0.0375 | 0.0199 | 0.5647 | 0.1244 | |
| 迎红杜鹃 | 0 | 0.0005 | 0.0180 | 0.4512 | 0 | 0.0080 | 0.5163 | 0.0534 | 0 | 0.8955 | 0.0018 |

2.2.3 生态位宽度与生态位重叠的关系

由于生态位宽度、生态位重叠都在一定程度上反映了植物自身的特性和对环境的适应性,因此,二者有一定的联系,同时又有很大的区别。

通常,生态位宽度较大的植物其生态位重叠度较高。如荆条和小叶朴的 Levins 和 Hurlbert 生态位宽度指数值分别是 8.636 4、8.518 1 和 0.381 8、0.375 9,为生态位宽度最高的灌木种类,他们之间的生态位重叠值也较高,为 0.661 7。生态位宽度较低的植物,与其它植物的生态位重叠也较小。如臭椿的 Levins 和 Hurlbert 生态位宽度指数值分别为 1.234 8 和 0.018 1,是乔木中生态位宽度最低的。它与其它乔木树种的生态位重叠有五个为零,其它的值也非常小。然而,两者并不完全一致。如栎树与北京丁香的生态位宽度 Levins 和 Hurlbert 指数分别是 2.172 7、1.629 8 和 0.090 2、0.048 4,栎树的生态位宽度明显高于北京丁香,然而,从两者与其他乔木树种的生态位重叠值来看,北京丁香多数高于栎树。

数分别为 1.105 6、0.549 3、0.516 0,灌木不同种对组合中荆条和酸枣、绣线菊和迎红杜鹃、荆条和小叶朴、蚂蚱腿子和迎红杜鹃的生态位重叠较大,他们的生态位重叠指数值分别为 0.947 0、0.895 5、0.661 7、0.601 6。从以上种对来看,对生境的相似要求是生态位重叠指数高的主要原因。如山杏和北京丁香、柞栎与白蜡、蒙椴与春榆、荆条和酸枣等种对对环境条件相似的要求,生长的条件相似,常同时出现在一个群落中。而荆条和小叶朴在各群落中分布广泛,在该地区属于生态幅度大,分布广泛的树种,因此生态位重叠度较大(表 3)。

在生态位重叠分析中,有一些植物与其他的植物的生态位重叠值非常小,甚至为零。这与该植物的分布数量与范围和对生境的特殊要求密不可分。在乔木方面,臭椿、臭檀、栎树和山杏与其它许多树种的生态位重叠指数值为零,这与该类植物数量较少,分布集中和对环境条件的要求较严的特性密不可分。在灌木中也存在着类似现象。

表 2 主要乔木树种生态位重叠

| 植物种 | 柞栎 | 黑桦 | 蒙椴 | 山杨 | 春榆 | 臭椿 | 臭檀 | 栎树 | 北京丁香 | 山杏 |
|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| 黑 桦 | 0.1387 | | | | | | | | | |
| 蒙 椴 | 0.2029 | 0.2225 | | | | | | | | |
| 山 杨 | 0.0868 | 0.1035 | 0.1481 | | | | | | | |
| 春 榆 | 0.0229 | 0.1106 | 0.5160 | 0.1142 | | | | | | |
| 臭 椿 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0839 | | | | | |
| 臭 檀 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0001 | 0.0006 | | | | |
| 栎 树 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0002 | 0.0014 | 0.3535 | | | |
| 北京丁香 | 0.0235 | 0.0246 | 0.0101 | 0.2301 | 0.0430 | 0.1002 | 0.0062 | 0.0173 | | |
| 山 杏 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.0231 | 0.1985 | 0.0073 | 0.0460 | 1.1036 | |
| 白 蜡 | 0.5493 | 0.0260 | 0.2424 | 0.3439 | 0.0963 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

3 结论与讨论

由以上分析结果可知,在种间联结方面,种间正联结非常显著的有柞栎和蒙椴、柞栎和迎红杜鹃、蒙椴和山杨、蒙椴和白蜡、山杨和白蜡、春榆和北京丁香、春榆和大花溲疏、臭椿和山杏、臭檀和栎树、臭檀和大花溲疏、锐齿鼠李和孩儿拳头、小叶鼠李和酸枣。一般显著的有柞栎和黑桦、柞栎和三裂绣线菊、蒙椴和春榆、蒙椴和迎红杜鹃、山杨和春榆、锐齿鼠李和酸枣。种间负联结非常显著的有酸枣和三裂绣线菊,一般显著的有柞栎与酸枣、蒙椴和栎树、春榆和酸枣、小叶鼠李和三裂绣线菊。

依据种间联结关系,对生态种组进行了划分,第一个生态种组包括柞栎、黑桦、蒙椴、山杨、春榆、大花溲疏、白蜡、迎红杜鹃等,第二生态种组包括臭檀、栎树、臭椿、山杏、北京丁香和山杏,第三个生态种组包括酸枣、小叶鼠李、锐齿鼠李和孩儿拳头,第四组包括胡枝子、荆条、蚂蚱腿子、平榛、小叶朴。

(下转第 175 页)

时刻的入渗率; f_c 、 f_0 分别为稳定、初始入渗率; k 为常数。
通过对 11 块标准地土壤入渗过程的测定数据进行回归分析,土壤入渗过程的回归方程为乘幂函数形式:

$$f = a \times t - b$$

式中: f —— t 时该的入渗率; a 、 b ——常数; t ——时刻。

表 4 土壤渗透速度及渗透模型

| 样地 | 土壤含水率/% | 初渗速度/(mm·min ⁻¹) | 稳渗速度/(mm·min ⁻¹) | 渗透过程模拟方程 | 相关系数 R | 置信水平 P | 限制区间 |
|-----|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------|--------|--------|---------------|
| 马尾松 | 10.09 | 38.94 | 2.3 | $f = 13.8164t^{-0.45}$ | 0.99 | < 0.01 | 0< t < 90 min |
| 杜 仲 | 11.63 | 32.59 | 2.92 | $f = 16.3128t^{-0.43}$ | 0.95 | < 0.01 | 0< t < 50 min |
| 油 桐 | 16.01 | 18.47 | 2.51 | $f = 10.5984t^{-0.32}$ | 0.97 | < 0.01 | 0< t < 80 min |
| 灌 丛 | 17.01 | 22.45 | 2.92 | $f = 13.2637t^{-0.35}$ | 0.91 | < 0.01 | 0< t < 70 min |
| 润楠林 | 29.54 | 24.82 | 4.28 | $f = 14.1307t^{-0.29}$ | 0.92 | < 0.01 | 0< t < 50 min |
| 山杜英 | 18.82 | 26.77 | 7.23 | $f = 28.5225t^{-0.37}$ | 0.94 | < 0.01 | 0< t < 40 min |
| 甜 槠 | 22.03 | 27.56 | 7.15 | $f = 25.7340t^{-0.31}$ | 0.89 | < 0.01 | 0< t < 60 min |
| 枫 香 | 12.33 | 33.22 | 7.61 | $f = 30.8979t^{-0.33}$ | 0.96 | < 0.01 | 0< t < 60 min |
| 木 荷 | 15.71 | 26.41 | 6.19 | $f = 32.0984t^{-0.39}$ | 0.93 | < 0.01 | 0< t < 60 min |
| 杉 木 | 13.24 | 36.93 | 5.43 | $f = 19.0599t^{-0.28}$ | 0.88 | < 0.01 | 0< t < 80 min |
| 荒 地 | 15.76 | 18.62 | 1.42 | $f = 17.5606t^{-0.56}$ | 0.92 | < 0.01 | 0< t < 80 min |

通过回归模拟,结果见表 4。从表中可以看出,相关系数 R 在 0.88~ 0.99 之间,说明方程拟合效果较好。从模拟回归方程的幂指数 b 的大小来看,只有马尾松林地、杜仲林地和荒地更接近考斯加柯夫公式中的系数 1/2。

这了更好地反映不同植被恢复方式条件下的土壤入渗过程以及渗透量的大小,现将其做成模拟趋势线图,见图 1。

参考文献:

[1] 王勤,张宗应,徐小利. 安徽大别山区不同林分类型的土壤特性及水源涵养功能[J]. 水土保持学报,2003,17(3): 59- 62.
[2] 杨海光,朱金兆,毕利东. 三峡库区森林流域生态系统土壤渗透性能的研究[J]. 水土保持学报,2003,17(3): 63- 65.
[3] 姜志林. 森林生态系统蓄水保土的功能[J]. 生态学杂志,1984, (6): 58- 63.
[4] 张国防,等. 闽江流域洪灾与森林生态环境的研究 . 闽江流域洪灾与森林水文效应[J]. 福建林业科技,2000, 27(1): 63- 66.
[5] 陈卓梅,等. 秃杉混交林水源涵养功能的研究[J]. 福建林学院学报,2002,22(3): 266- 269.
[6] 郑郁群,等. 福建含笑杉木混交林水源涵养功能差异研究[J]. 福建林学院学报,1997,17(2): 126- 130.
[7] 马雪华. 森林水文学[M]. 北京:中国林业出版社,1993. 101- 110.
[8] 刘煊章. 森林生态系统定位研究[M]. 北京:中国林业出版社,1993. 187- 194.
[9] 田大伦. 杉木林生态系统定位研究方法[M]. 北京:科学出版社,2004. 103- 157.
[10] 张万儒,许本彤. 森林土壤定位研究方法[M]. 北京:中国林业出版社,1986. 30- 36.
[11] 王棣,吕皎. 油松混交林的水土保持及水源涵养功能研究[J]. 水土保持学报,2001,15(4): 44- 46.
[12] 余新晓,张建军,朱金兆. 黄土地区防护林生态系统土壤水分条件的分析与评价[J]. 林业科学,1996, 32(4): 289- 296.
[13] 张增哲,余新晓. 中国森林水文研究现状和主要成果综述[M]. 北京:测绘出版社,1989.

(上接第 172 页)

分析了主要乔灌木的生态位宽度,在乔木树种种群生态位宽度方面,蒙椴、柞栎、春榆的生态位宽度较大,其生态位宽度的 Levins 和 Hurlbert 指数值分别是 4.198 7、2.681 4、2.604 5 和 0.246 1、0.129 3、0.123 4,在灌木树种种群生态位宽度方面,荆条、小叶朴和酸枣的生态位宽度较大,其 Levins 和 Hurlbert 生态位宽度指数值分别是 8.636 4、8.518 1、5.111 6 和 0.381 8、0.375 9、0.205 6。在不同演替阶段优势种生态位宽度从大到小的排序为荆条、三裂绣线

参考文献:

[1] 张金屯. 植被数量生态学方法[M]. 北京:中国科学技术出版社,1995.
[2] 李毅,朱金兆,朱清科. 生态位理论及其应用研究进展[J]. 北京林业大学学报,2003,25(1): 10- 15.
[3] 刘世荣,蒋有绪,史作民,等. 中国暖温带森林生物多样性研究[M]. 北京:中国科学技术出版社,1998.
[4] 张金屯. 数量生态学[M]. 北京:科学出版社,2004.

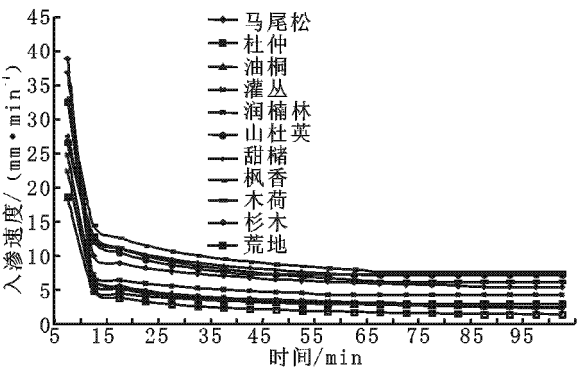


图 1 不同林分林地土壤入渗过程趋势线图

4 小 结

- (1) 林地土壤的贮水能力由土壤厚度和非毛管孔隙度决定,并与土壤的植被恢复方式及人为干扰措施有关,次生林地土壤的贮水能力最大,人工林次之,荒山最小。
- (2) 土壤的初渗速度与土壤的天然含水量有一定的关系,土壤天然含水量越高,土壤初渗速度就越小。
- (3) 土壤的稳渗速度与天然含水量无关,但与植被的恢复方式及人为干扰情况有关。次生林林地土壤的稳渗速度最大,人工林次之,荒山最小。人为干扰措施(如撩壕整地、抚育等)能提高土壤的稳渗速度。
- (4) 土壤入渗过程的回归方程表现为乘幂函数形式,回归系数 R 在 0.88~ 0.99 之间,说明方程拟合效果较好。