

# 岷江上游中山区次生灌丛与人工油松林土壤理化性质比较研究

鲍文<sup>1,2</sup>, 包维楷<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 成都生物研究所, 四川 成都 610041; 2. 西南农业大学 资源环境学院, 重庆 400716)

**摘要:** 对岷江上游次生灌丛与人工油松林 0—60 cm 深土壤理化性质对比测定, 结果表明, 人工油松林土壤容重为  $1.40 \text{ g/m}^3$ , 比次生灌丛 ( $1.01 \text{ g/m}^3$ ) 高  $0.39 \text{ g/m}^3$ ; 人工油松林自然含水量略高于次生灌丛, 而人工油松林饱和含水量、毛管含水量和非毛管含水量依次为: 29.1%, 20.9%, 11.1%, 它们分别比次生灌丛低 23.8%, 19.1%, 1.9%; 次生灌丛的土壤孔隙度是 53.0%, 高出人工油松林 21%; 土壤养分所测 6 项指标中, 人工油松林土壤养分含量普遍低于次生灌丛, K 表现尤为突出, 是油松林的 1.81 倍; 人工油松林和次生灌丛 pH 值分别为 6.23 和 8.39。说明在人为干扰严重的环境下, 人工油松林可能有恶化土壤物理性质、降低林地肥力的趋势。

**关键词:** 岷江上游; 土壤; 理化性质; 人工油松林; 次生灌丛

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2004)05—0010—04

中图分类号: S714

## Soil Physical and Chemical Properties Under Secondary Shrub and Artificial Chinese Pine Forest in Middle-mountain Areas of Upper Reaches of the Minjiang River

BAO Wen<sup>1,2</sup>, BAO Wei-kai<sup>1</sup>

(1. Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, Sichuan Province, China;

2. Department of Resources and Environment, Southwest Agricultural University, Beibei 400716, Chongqing City, China)

**Abstract:** Physical and chemical properties of soil under shrub-land and the artificial Chinese pine forest in the upper reaches of Minjiang River were studied. Results showed that the soil bulk density of artificial Chinese pine forest and the secondary shrub-land was  $1.40 \text{ g/m}^3$  and  $1.01 \text{ g/m}^3$ , respectively. The soil water content under the artificial Chinese pine forest was higher than that under the secondary shrub-land. The saturated water capacity, capillary water capacity and non-capillary water capacity of soil under the artificial Chinese pine forest were 29.1%, 20.9% and 11.1%, respectively, which was 23.8%, 19.1% and 1.9% lower than that of the secondary shrub-land. The soil porosity under the secondary shrub-land was 53.0%, 21% higher than that under the artificial Chinese pine forest. The total soil nutrition content under the artificial Chinese pine forest was lower than that under the secondary shrub-land. The content of total K under the shrub-land was 181% of that under the artificial Chinese pine forest. The pH values under the two sites were 6.23 and 8.39, respectively. It is possible that the potential productivity of the soil under the artificial Chinese pine forest, which has been seriously disturbed by human activity, may be tending toward deterioration.

**Keywords:** the upper reaches of the Minjiang River; soil; physical and chemical properties; artificial Chinese pine forest; secondary shrub

土壤是森林生态系统中一个非常重要的组成部分, 是林木生存的重要物质基础, 林地土壤状况与构成林分的树种、林分结构等因子有密切关系。近年来,

许多学者对岷江上游人工恢复过程中的群落结构动态<sup>[1]</sup>、土壤性质变化<sup>[2]</sup>、养分循环特征<sup>[3]</sup>、山地生态系统退化机制等方面进行了相关研究<sup>[4—5]</sup>, 但是在岷江

收稿日期: 2004-04-27

资助项目: (国家重点基础研究发展规划项目专题(G199804814); 中国科学院知识创新工程项目(KSCX1—07—01);

国家科技攻关项目(2001BA606A—05—03); 中国科学院茂县山地生态系统定位研究站资助

作者简介: 鲍文(1977—), 男(汉族), 安徽人, 硕士研究生, 主要从事土壤学、森林水文、水土保持、生态恢复重建等方面的研究。

E-mail: baowen6634@sina.com; baowen97@163.com.

上游, 油松作为生态恢复重建的主要树种之一, 它取代灌草植被后对林地土壤理化性质的影响报道甚少。本文通过对岷江上游 23 a 生人工油松林和次生灌丛土壤理化状况的调查研究, 对比分析二者的差异性, 了解不同林分类型土壤的变化规律, 为进一步改进不同林分类型的相应经营技术, 改善林地土壤理化性状提供一定的参考意见, 也可对岷江上游低效林的改造、管理等提供一定的理论依据。

### 1 研究区概况

位于四川省茂县境内的几之坪和大沟, 海拔 1 800~2 200 m, 属于岷江上游高山峡谷区中山地段。两林地内土壤均为褐土, 颜色在浅褐与暗褐间, 土壤母质均为千枚岩。次生灌丛以青冈灌木为主, 高在 2~3 m 之间, 林地内坡度大, 土壤中灌木根系发达, 有些地方土壤中石砾含量高达 80%, 灌丛总盖度约达 90%; 下层草本禾本科较多, 林内阴暗, 长势较差, 林地无明显人为干扰迹象。人工油松林位于中国科学院成都生物研究所茂县生态站附近, 林分单一, 乔木以油松为主, 夹杂少量华山松, 高 10~15 m, 土壤中石砾含量 20%~40%, 表层根系多, 灌木、草本、苔藓不发达, 盖度不足 15%; 林分总盖度约 85%。林内地势较平坦, 有人为干扰, 牛羊践踏等迹象。土壤板结, 但油松长势良好。灌丛和油松林土壤采样点见表 1。

表 1 次生灌丛与人工油松林样地基本情况

地 点	林 型	坡度/(°)	坡 位	坡 向	海拔/m	侵蚀状况
几之坪	次生灌丛	41	中部	NE60	2 190	中等
大 沟	油 松 林	23	下部	NW20	1 840	弱

表 2 次生灌丛与人工油松林土壤化学性质

林型	土层厚度/ cm	TN/ (g·kg <sup>-1</sup> )	TP/ (g·kg <sup>-1</sup> )	TK/ (g·kg <sup>-1</sup> )	碱解 N/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效 P/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	速效 K/ (mg·kg <sup>-1</sup> )	pH/ (H <sub>2</sub> O)
次 生 灌 丛	0—20	2.968	0.456	22.94	230.933	6.522	130.220	8.17
	20—40	1.747	0.390	20.93	128.296	3.403	85.463	8.55
	40—60	1.035	0.475	19.920	66.360	2.690	91.010	8.69
	0—60	2.215	0.440	21.752	167.227	4.820	108.751	8.39
人 工 油 松 林	0—20	2.57	0.48	30.99	195.10	5.33	81.66	6.09
	20—40	1.83	0.46	24.86	132.72	3.43	39.70	6.22
	40—60	1.33	0.38	32.93	66.36	2.17	26.79	6.57
	0—60	2.13	0.45	30.06	152.63	4.21	60.14	6.23

### 3.2 土壤养分含量分析

林地生产主要靠土壤自然肥力, 一方面土壤为林木生长供应养分, 另一方面林木生长发育过程中通过凋落物和根系分泌物等的作用, 对林地土壤肥力产生明显的作用<sup>[9]</sup>。

## 2 研究方法

2002 年 7 月, 在选定的各种林分类型内, 选择代表性的地段, 在次生灌丛和人工油松林内分别挖取土壤剖面 4 个, 3 个, 每个剖面分 3 个层次, 即 0—20 cm, 20—40 cm, 40—60 cm, 每层次重复两次取样(环刀法), 以测定土壤容重、含水量, 同时每个层次用布袋取土样 1 kg 左右, 用于化学性质测定。

土壤容重、持水量、孔隙度等水分物理性质用环刀一次取样连续测定, 室内分析测定土壤 pH, 全 N, P, K 和速效 N, P, K 等肥力因子, 其分析方法见南京土壤研究所编《土壤理化分析》<sup>[6-7]</sup>。

调查分析得出的土壤理化性质数据, 采用 EXCEL2000 进行处理。

## 3 结果与分析

### 3.1 土壤酸碱性

土壤酸碱性是土壤化学性质的一个重要方面, 对土壤肥力性质有着较大的影响, 是影响植物生长的重要因素之一。微生物的活动、土壤有机质的分解、土壤元素释放与转化以及土壤元素迁移都与酸碱度有关。

从表 2 可以看出, 两林地土壤的 pH 值差异较大, 次生灌丛呈碱性, 碱度是表层最低, 并且随土壤深度增加而逐渐加强, 与鼎湖山土壤 pH 值的变化趋势是一致的<sup>[8]</sup>; 而人工油松林呈现微酸性, 酸性是表层最强, 随土壤深度增加而逐渐减弱。两林地酸碱度的变幅都较大, 次生灌丛和油松林分别为 0.52 和 0.48, 并且都是表层与下层差异明显。

表 2 表明, 次生灌丛 TN, TK, 碱解 N, 速效 P, 速效 K 的含量表层均最高, 分别高出最底层 186.8%, 15.4%, 248%, 142.5%, 44.7%, 层次间总 P 差异不大, 而其含量在 40~60 cm 最高; 油松林 TN, TP, 碱解 N, 速效 P, 速效 K 含量表层均最高, 分别高出最底

层 93.2%, 26.3%, 194.0%, 145.6%, 204.8%, TK 含量在 40~60 cm 最高, 这可能与 P、K 主要来自土壤母质这一事实有关, 并且林地土壤表层直接承受凋落物的物质输送, 土壤物质交换主要在 20 cm 的表土中进行, 与薛敬意等(2003)在西双版纳的研究结果一致<sup>[10]</sup>。从调查土壤的 0~60 cm 来看, 次生灌丛的 TN、碱解 N、速效 P、速效 K 含量均高于人工油松林, 速效 K 表现尤为突出, 是油松林的 1.81 倍。表 2 还显示, 土壤养分所测 6 项指标中, 次生灌丛土壤养分含量普遍高于人工油松林, 表层突出, 次生灌丛表层 TN、碱解 N、速效 P、速效 K 含量分别是人工油松林的 1.15、1.18、1.22、1.59, 表明单纯的油松林达到成熟阶段后, 林内在人为干扰严重、频繁放牧、管理措施跟不上等情况下, 表现出土壤肥力降低、土壤退化的迹象。另一方面可能由于油松属针叶速生树种, 林木

生长需要不断从土壤吸收大量养分, 林地内养分归还跟不上油松生长所需消耗。但人工油松林林地土壤肥力不如次生灌丛的内在机理还有待于进一步研究。

3.3 次生灌丛与人工油松林下土壤的物理性质

3.3.1 土壤容重 土壤容重是土壤一个十分重要的基本数据, 它不但用于计算土壤孔隙度, 而且能够反映土壤的松紧度。从表 3 可以看出, 人工油松林土壤容重不同层次间差异比较明显, 随着土壤深度的增加而增大, 表层最小, 底层最大, 为 1.63 g/m<sup>3</sup>, 是表层的 1.23 倍。而次生灌丛不同层次间土壤容重基本一致, 没有显著的变化, 均为 1.01 g/m<sup>3</sup> 左右, 都较人工油松林小。0—60 cm 人工油松林平均容重为 1.40 g/m<sup>3</sup>, 是次生灌丛的 1.39 倍。说明次生灌丛土壤中的根系发达, 分布较深, 易于松动土壤, 此外, 人工油松林土壤容重较大的原因是人为影响太大。

表 3 次生灌丛与人工油松林土壤物理性质

林型	土层厚度/cm	容重/ (g·m <sup>-3</sup> )	自然含 水量/%	毛管水含 水量/%	饱和含 水量/%	非毛管含 水量/%	土壤总孔 隙度/%
次 生 灌 丛	0—20	1.01	10.37	35.20	49.90	14.70	49.90
	20—40	1.02	8.78	43.30	56.00	13.00	56.30
	40—60	1.01	9.93	49.40	56.60	7.20	56.60
	0—60	1.01	9.80	40.40	52.90	13.00	53.00
人 工 油 松 林	0—20	1.32	9.97	21.70	30.90	11.90	33.60
	20—40	1.43	10.34	20.90	28.40	10.60	31.50
	40—60	1.63	11.00	17.50	23.00	8.90	26.40
	0—60	1.40	10.22	20.90	29.10	11.10	32.00

3.3.2 土壤孔隙度比较 土壤孔隙度是土壤一项重要物理性质, 能影响土壤质地、松紧度、结构和通气透水及根系分布, 是反映土壤通透性的重要指标<sup>[11]</sup>。表 3 显示, 次生灌丛的土壤孔隙度是 53.0%, 高出人工油松林 21%, 说明次生灌丛的土壤较人工油松林下的土壤疏松, 土壤结构良好, 通透性较好。并且次生灌丛的孔隙度随土壤深度的增加而增大, 人工油松林土壤层次间的变化则正好相反, 随着土壤深度的增加而减小, 导致这一现象的主要原因可能是次生灌丛的物种多样性较丰富, 土壤不同深度的根系都较发达, 而在单一林分的人工油松林林地内, 土壤表层油松的侧根多且发达, 能够起到疏松土壤的作用, 而在土壤较深处, 除了油松的主根外, 土壤受其它的作用弱。与我们在实地调查的土壤基本情况一致, 次生灌丛林地内根系分布较深, 且发达, 油松林地内土壤根系主要分布在表层, 随着土壤深度的增加根系明显减少。

3.3.3 土壤自然含水量及持水状况 土壤水分是森林土壤的重要组成部分, 它参与土壤中物质的转化过程, 是土壤肥力的重要因素, 与林业生产有密切关系。

在研究的人工油松林和次生灌丛中, 土壤自然含水量分别为 10.22% 和 9.80%, 但不同层次间呈现相反变化趋势, 人工油松林随着土壤深度的增加而增加, 属增长型, 而次生灌丛土壤含水量随土壤深度的增加而呈降低趋势, 属于降低型。可能是因为次生灌丛林地内灌、草、苔藓皆全, 蒸发较少, 土壤水分主要集中在表层; 而人工油松林地内, 灌草苔较少, 枯落物单一, 土壤表层蒸发较大, 很难保留大量水分。人工油松林的饱和持水量、毛管持水量和非毛管持水量依次为 29.1%、20.9% 和 11.1%, 分别比次生灌丛低 23.8%、19.1% 和 1.9%, 因此次生灌丛林地土壤具有更强的蓄水供水能力, 更能抵抗干旱天气。

在研究的次生灌丛和人工油松林中, 次生灌丛的土壤容重是 1.01 g/m<sup>3</sup>, 人工油松林为 1.40 g/m<sup>3</sup>; 含水量次生灌丛除自然含水量稍低于人工油松林之外, 饱和含水量、毛管含水量和非毛管含水量均高于人工油松林; 土壤孔隙度次生灌丛和人工油松林分别为 53.0%、32.0%; 所测定的 6 项养分含量指标中, 次生灌丛除 TP 和 TK 略低于人工油松林, 其它指标均高

于人工油松林, 速效 K 表现尤为突出, 是油松林的 1. 81 倍; pH 值次生灌丛和人工油松林分别为 8. 39 和 6. 23, 差异显著。

总的说来, 油松是一个优良的速生树种, 生长快, 需要的养分多, 引起的地力下降, 土壤物理性质的改变或恶化不可忽视, 不良的土壤物理性质阻碍了林木根系的生长和土壤肥力的正常发挥, 结合实地调查研究, 认为这主要可能是因为人工油松林内人为干扰严重、频繁放牧、管理措施跟不上所致, 但也不能排除由于人工油松林自身内在作用而引起的土壤退化现象。因此, 在该区对低效林进行改造、经营人工油松林时, 除需确定合理的造林密度, 适时抚育间伐外, 应该尽可能减少人为干扰, 加强林地管理、促进地被物的分解及其营养物质的释放, 加速林地有效养分的循环、保持林地良好的土壤结构, 维持和改善林地的土壤肥力, 从而改善林地生态条件, 保证林木的正常生长和发育, 提高林分的生产力, 防止土壤肥力退化。

[ 参 考 文 献 ]

[ 1 ] 潘开文, 刘照光. 暗针叶林采伐迹地几种人工混交群落乔木层结构及动态[J]. 应用与环境生物学报, 1998, 4 ( 4 ): 327—334.

[ 2 ] 胡鸿, 刘世全, 陈庆恒, 等. 川西亚高山针叶林人工恢复

过程的土壤性质变化[J]. 应用与环境生物学报, 2001, 7 ( 4 ): 308—314.

[ 3 ] 庞学勇, 胡鸿, 乔永康, 等. 川西亚高山云杉人工林与天然林养分分布和生物循环比较[J]. 应用与环境生物学报, 2002, 8 ( 1 ): 1—7.

[ 4 ] 包维楷, 王春明. 岷江上游山地生态系统的退化机制[J]. 山地学报, 2000, 18 ( 1 ): 57—62.

[ 5 ] 包维楷, 刘照光. 岷江上游大沟流域驱动植被退化的人为干扰体研究[J]. 应用与环境生物学报, 1999, 5 ( 3 ): 233—239.

[ 6 ] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1978.

[ 7 ] 中国科学院南京土壤研究所土壤物理室. 土壤物理性质测定法[M]. 北京: 科学出版社, 1978.

[ 8 ] 夏汉平, 余清发, 张德强. 鼎湖山 3 种不同林型下的土壤酸度和养分含量差异及其季节动态变化特性[J]. 生态学报, 1997, 17 ( 6 ): 545—653.

[ 9 ] 温远光. 大河山中山植被恢复过程植物物种多样性的变化[J]. 植物生态学报, 1998, 22 ( 1 ): 33—40.

[ 10 ] 薛敬意, 唐建维, 沙丽清, 等. 西双版纳望天树林地土壤养分含量及其季节变化[J]. 植物生态学报, 2003, 27 ( 3 ): 373—379.

[ 11 ] 王夏晖, 王益权, Kuznetsov M S. 黄土高原几种主要土壤的物理性质研究[J]. 水土保持学报, 2000, 14 ( 4 ): 99—103.

欢迎订阅 2005 年度《中国水土保持》

全国中文核心期刊, 《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊, 全国水利系统优秀科技期刊, 河南省优秀科技期刊, 《中国水土保持》是水利部主管、黄河水利委员会主办的全国性水土保持业务与技术综合性期刊。本刊紧密围绕全国水土保持中心工作, 贯彻水土保持方针政策, 报道水土保持科技成果, 推广生态建设先进技术, 介绍监督执法新鲜经验, 普及水土保持基础知识, 提供水土保持动态信息。20 多年的办刊实践形成了融政策性、技术性、新闻性和实用性为一体的独特风格, 内容雅俗共赏, 印刷质量精美, 开设了 20 多个栏目, 深受读者欢迎。读者对象为从事水土保持生态建设管理与科研的干部、工作者, 有关农、林、水、牧、地理、生态行业的管理者与科研、教学人员, 以及关心我国水土保持生态建设事业的各界人士。

本刊为大 16 开, 每月 5 日在郑州出版, 每册定价 5. 00 元, 全年定价 60. 00 元。本刊 2005 年度为自办发行, 通过杂志社随时可订阅, 订阅款可信汇也可邮汇。

信汇开户行: 河南省郑州交行政二街支行  
银行户名: 黄河水利委员会新闻宣传出版中心  
邮政编码: 450003  
联系电话: ( 0371 ) 6020720, 6022619, 6022338( 含传真)

账号: 6020149028852  
邮汇地址: 郑州市金水路 11 号《中国水土保持》杂志社  
E-mail: swcc@371. net