

文章编号: 1000-5692(2001)02-0127-04

阔叶林地在不同更新方式下土壤理化性质的变化

陈爱玲, 游水生, 林德喜

(福建林学院 资源与环境系, 福建 南平 353001)

摘要: 对天然更新米槠林、人工促进更新米槠林、杉木幼林和杉木中龄林等林地土壤的孔隙组成和养分状况作了研究分析。结果表明: 与天然更新米槠林相比, 人工促进更新米槠林、杉木幼林和杉木中龄林林地的土壤总孔隙度、非毛管孔隙度、自然含水率和通气度均下降, 容重增大, 土壤结构性变差, 通气性和渗透性减弱, 土壤蓄水能力下降, 土壤有机质、全量养分、速效养分和 pH 值均减少, 土壤的保肥能力变差, 土壤肥力下降。这说明自然更新米槠林更少受到人为干扰, 枯落物数量和质量均优于其他林分, 有利于养分的贮存和转化, 对土壤肥力的保持作用更明显。表 2 参 10

关键词: 米槠林; 天然更新; 人工促进更新; 土壤物理性质; 土壤化学性质

中图分类号: S714.2 **文献标识码:** A

红壤资源是我国南方重要的土壤资源, 有着巨大的生产潜力, 但由于红壤特殊的性质和不合理的开发利用, 导致红壤资源退化严重。对红壤生态系统的退化与重建, 正是许多学者和专家致力研究的课题^[1,2]。作者从原来为自然更新米槠 (*Castanopsis carlessii*) 林, 经过人工促进更新形成米槠幼林, 以及砍伐后重新种植杉木 (*Cunninghamia lanceolata*) 纯林后的林地土壤理化性质的变化研究, 从另一个角度来揭示红壤资源退化的机理, 为合理开发利用红壤提供参考。

1 材料和方法

1.1 研究区的自然概况

试验地设在福建省武平县帽布采育场, 75°9'N, 116°4'E, 处于武夷山脉的最南端, 海拔 500~600 m, 坡度一般在 25°~35°之间。本区具有中亚热带海洋性气候特征, 年平均气温 18.2 °C, 1 月平均气温 7.2 °C, 7 月平均气温 26.7 °C, 日最高气温 38.0 °C, 日最低气温 -6.3 °C, ≥10 °C 的年积温 6 263 °C, 年平均无霜期 268 d, 偶有降雪, 年平均降水量 1 542 mm。土壤为花岗岩发育的山地红壤。天然植被主要为米槠、丝栗栲 (*Castanea fargesii*)、刨花楠 (*Machilus pauhoi*) 和马尾松 (*Pinus massoniana*) 等, 年龄结构以 20 年生为主, 占 90% 左右, 21~40 年生占 8% 左右, 40 年生以上占 2% 左右。

1.2 样地选择

实验地共设 4 个处理。第一为天然更新米槠林。第二为 1993 年砍伐炼山后人工促进更新的米槠林, 留下目的树种, 每年进行 2 次除草松土。第三为 1993 年砍伐炼山后栽种的杉木幼林 (简称杉木

收稿日期: 2000-08-23; 修回日期: 2000-11-20

基金项目: 福建省自然科学基金资助项目 (F991)

作者简介: 陈爱玲 (1967-), 女, 福建南平人, 讲师, 从事土壤学研究。

幼林), 进行穴垦整地, 每年进行2次除草松土。第四为1983年砍伐炼山后栽种的杉木中龄林(简称杉木中龄林)。进行全垦深翻15 cm整地, 郁闭前每年进行2次除草松土, 郁闭后进行间伐。

1.3 研究方法

在对每个处理的林地上进行上、中、下坡同一等高线各挖取2个剖面, 每个剖面分0~20 cm和20~40 cm 2个土层, 每个层次取土样1 kg, 每个处理中同一土层土样充分混合后取1 kg带回室内, 风干磨细后进行结果分析。室内土壤样品分析方法根据土壤理化分析^[3]步骤进行。土壤物理性质用环刀法测定。有机质用重铬酸钾容量法。全氮用硒粉—硫酸钾—硫酸铜—硫酸消化法。全磷用酸溶—钼锑抗比色法。水解性氮用碱解扩散吸收法。速效磷用盐酸氟化铵法速效钾用中性(1 mol·L⁻¹)的醋酸铵(1 mol·L⁻¹)浸提—火焰光度法。pH值用电位法。

2 结果与讨论

2.1 土壤孔隙组成

土壤孔隙是土壤中养分、水分、空气和微生物等迁移的通道、贮存的库和活动的场地, 也是植物根系生长的场所, 而它的组成则直接影响土壤通气透水性和根系穿插的难易程度, 并对土壤中水、肥、气、热和微生物活性等发挥着不同的调节功能, 是表征土壤结构的重要指标之一^[4,5]。土壤通透性是表明土壤中有机质矿化与腐殖化程度的指标。土壤容重是土壤物理性质的一个重要指标, 容重大小反映出土壤透水性、通气性和根系伸展时的阻力状况^[6]。试验林地土壤孔隙组成见表1。

表1 阔叶林地不同更新方式下土壤孔隙组成

Table 1 Soil pore space composition under different regeneration methods of broad-leaved forest land

| 处理 | 土壤层次/ cm | 容重/ (g·cm ⁻³) | 总孔隙/ % | 非毛管孔隙/ % | 毛管孔隙/ % | 自然含水率/ % | 通气度/ % | 非毛管孔隙 | |
|-------|-------------|------------------------------|-----------|-------------|------------|-------------|-----------|-------|--|
| | | | | | | | | 毛管孔隙 | |
| 天然更新 | 0~20 | 1.04 | 59.50 | 15.76 | 43.74 | 19.01 | 39.65 | 0.36 | |
| 米槠林 | 20~40 | 1.14 | 56.23 | 13.14 | 43.09 | 21.64 | 31.49 | 0.30 | |
| 人工促进更 | 0~20 | 1.15 | 55.34 | 13.21 | 42.13 | 16.82 | 35.95 | 0.31 | |
| 新米槠林 | 20~40 | 1.20 | 51.32 | 10.01 | 41.31 | 17.45 | 30.36 | 0.24 | |
| 杉木幼林 | 0~20 | 1.17 | 53.76 | 12.26 | 41.50 | 16.88 | 34.01 | 0.30 | |
| | 20~40 | 1.34 | 49.17 | 9.99 | 39.18 | 18.36 | 24.57 | 0.25 | |
| 杉木中龄林 | 0~20 | 1.32 | 48.12 | 8.35 | 39.17 | 15.45 | 27.73 | 0.21 | |
| | 20~40 | 1.44 | 46.04 | 6.58 | 39.46 | 17.13 | 21.37 | 0.17 | |

表1显示, 表层土壤容重呈现天然更新米槠林<人工促进更新米槠林<杉木幼林<杉木中龄林的规律。这与更新方式不同有关。不同的更新方式, 林地破土面不同, 所造成的水土流失程度不同。人工促进更新米槠林林地虽没有整地, 但林地进行了炼山清理, 每年进行2次除草松土抚育, 增加林地破土面, 促进有机质分解, 且幼林郁闭度低, 导致林地水土流失加大, 且凋落物数量大量减少, 使表层土壤容重高于天然更新米槠林。杉木幼林林地, 郁闭度低, 穴垦整地, 每年还进行2次除草松土, 增加了林地破土面, 引起林地水土流失, 有机质分解加快, 导致土壤水分物理性质恶化, 仍使土壤表层变得紧实。杉木中龄林林地土壤容重也增加, 可能是由于杉木中龄林林地进行了全垦深翻15 cm的整地, 造成了前期较严重的水土流失, 生长期内又进行间伐, 压实了表层土壤, 虽然后期林地郁闭度高, 水土流失下降, 凋落物量有所增加, 但凋落物的质量明显下降, 不利于土壤结构恢复, 表层土壤较为紧实的状况改善不大。这对杉木根系形态特征产生直接影响, 从而影响根系对水分和养分特别是对某些在土壤中迁移速率和距离都很小的离子态养分(P, Zn等)的吸收^[7]。

从表1还可以看出, 人工促进更新米槠林、杉木幼林和杉木中龄林的土壤总孔隙度分别比天然更新米槠林下降4.16%, 5.74%和11.38%, 表明随着土壤破土面的加大, 水土流失加大, 土体构造变得紧实, 土壤容蓄能力变小。从天然更新米槠林到杉木中龄林, 非毛管孔隙从15.76%下降到8.35%, 非毛管孔隙与毛管孔隙的比值亦从0.36下降到0.21, 土壤通气度从39.65%下降到27.73%。

土壤中非毛管孔隙和毛管孔隙的比值常用于表征土壤通气性、渗透性和保水性^[8]。这表明,在对阔叶林进行改造更新时,若不注意更新方式方法,尤其在更新初期,就不能有效地防止水土流失,减轻对土壤结构的破坏,不利于土壤物理性质的恢复。土壤自然含水量受外界条件影响变化较大,它的多少对植物的生长量起决定性的作用。从表 1 可知,天然更新米槠林的自然含水量分别比人工促进更新米槠林、杉木幼林和杉木中龄林高 2.19%, 2.13% 和 3.56%, 说明天然更新米槠林具有较强的保水供水能力。这与天然米槠林凋落物量大,分解快,细根密布表层土壤,有利于土壤结构体形成有关。

2.2 土壤化学性质

乔木种类及生长状况、林下植被、凋落物数量及化学组成和人为干扰程度等直接影响土壤养分的贮量及其有效性。林业生产主要依靠土壤自然肥力,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,又对森林土壤肥力产生明显的作用^[9]。杉木林经营过程中较大强度的人为干扰会对土壤养分贮量和供应状况产生较大的影响^[10]。

从表 2 可以看出,土壤有机质、全氮和全磷含量在不同更新方式林地上是不同的。与天然更新米槠林相

表 2 阔叶林在不同更新方式下土壤养分状况

Table 2 Soil nutrient status under different regeneration methods of broad-leaved forest

| 处理 | 土壤土层/ cm | 有机质/ (g·kg ⁻¹) | 全氮/ (g·kg ⁻¹) | 全磷/ (g·kg ⁻¹) | 水解氮/ (mg·kg ⁻¹) | 速效磷/ (mg·kg ⁻¹) | 速效钾/ (mg·kg ⁻¹) | pH (H ₂ O) |
|---------------|-------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 天然更新 米槠林 | 0~20 | 51.60 | 2.10 | 0.54 | 196.96 | 5.73 | 139.50 | 5.30 |
| | 20~40 | 24.10 | 0.94 | 0.42 | 106.60 | 2.82 | 129.50 | 4.73 |
| 人工促进更 新米槠林 | 0~20 | 45.65 | 1.51 | 0.47 | 144.36 | 3.97 | 123.00 | 5.02 |
| | 20~40 | 18.0 | 0.55 | 0.38 | 79.72 | 1.88 | 81.25 | 4.85 |
| 杉木幼林 | 0~20 | 41.30 | 1.46 | 0.45 | 132.37 | 3.81 | 120.31 | 5.00 |
| | 20~40 | 14.90 | 0.44 | 0.36 | 73.42 | 1.74 | 76.00 | 4.70 |
| 杉木中龄林 | 0~20 | 35.40 | 1.22 | 0.40 | 118.14 | 3.26 | 102.00 | 4.85 |
| | 20~40 | 11.40 | 0.41 | 0.323 | 53.81 | 1.16 | 60.66 | 4.54 |

比,人工促进更新米槠林林地表层土壤(0~20 cm)有机质和全氮含量分别比天然更新米槠林下降了 5.95 g·kg⁻¹和 0.59 g·kg⁻¹;杉木幼林和杉木中龄林表层土壤有机质分别下降了 10.30 g·kg⁻¹和 16.20 g·kg⁻¹;表层土壤全氮含量分别下降 0.64 g·kg⁻¹和 0.88 g·kg⁻¹。这与土壤有机质和全氮含量易受营林措施的影响有关。底层土壤及全磷含量亦有此趋势。说明随着更新时人为干扰强度的加大,土壤养分贮量下降。杉木中龄林与天然米槠林相比,下降幅度较大。这与米槠林的枯枝落叶及细根等的归还增加及养分周转速率较快,而杉木林的枯落物不易转化成土壤有机质有关。前期的深翻整地和抚育促进了有机质的分解及大量的水土流失,也是导致其养分贮量下降的主要原因。分析结果还表明(表 2),与天然更新米槠林相比,人工促进更新米槠林表层土壤水解性氮、速效磷和速效钾含量分别下降 26.70%, 30.72% 和 11.83%。与人工促进更新米槠林相比,杉木幼林和中龄林表层土壤水解性氮分别下降 8.30% 和 18.16%,速效磷分别下降了 4.03% 和 17.88%,速效钾分别下降 2.19% 和 17.07%。这主要由于人工更新林地经过炼山,杉木林还进行了穴垦和全垦整地,并且每年都进行 2 次抚育,除草松土,降低覆盖,疏松土壤,致使淋溶作用加强,养分淋失。其中人工促进更新米槠林与杉木幼林相差不大,这与幼林郁闭度低,凋落物量少,树种差异体现不明显有关。但天然更新米槠林与杉木中龄林相差较大,一方面可能由于土体扰动加强,水土流失加重所致,另一方面可能由于杉木属速生丰产树种,林木生长需要不断从土壤吸收养分,而杉木凋落物分解速率又较低,养分归还率低有关。

从表 2 还可以看出,土壤 pH 值的变化,也是随着人为活动的加强而下降。与天然更新米槠林相比,人工促进更新米槠林表层土壤(0~20 cm)的 pH 值下降 0.28,杉木幼林下降 0.30,杉木中龄林下降 0.45。底层土壤亦有此趋势。这说明从天然更新到人工更新,随着人为干扰程度加大,盐基离子淋失加重,土壤结构变得更为紧实,总孔隙度及非毛管孔隙度下降,通气降水性能下降,影响养分的释放能力,加重了有机酸的累积,根系呼吸作用产生的二氧化碳(CO₂)不易排出,因而土壤 pH 值呈下降趋势^[11]。

3 小结

阔叶林在不同更新方式条件下, 土壤的物理性质和化学性质发生了不同程度的变化, 天然更新米槠林有较强的根系穿插作用, 凋落物的组成及转化均较好, 使天然米槠林的土壤肥力得到一定程度的提高, 土壤的总孔隙度、非毛管孔隙和自然含水率等均高于人工促进更新米槠林、杉木幼林和杉木中龄林, 说明天然更新米槠林土壤的通气性、渗透性和保水性好, 土壤结构性好。天然更新米槠林林地土壤的有机质、全量养分、速效性养分和 pH 值均高于其他更新方式林地的土壤, 土壤的供肥保肥能力加强, 说明天然更新米槠林具有良好的自我培肥地力的能力。因此, 在对天然阔叶林进行改造时应注意采取水土保持措施, 幼林时应加强地面覆盖, 尤其在坡地上, 减少水、土和肥流失, 有利于地力的恢复, 还应注意树种的搭配, 改变凋落物的数量及组成, 提高养分的归还速率, 创造良好的自我培肥地力的环境, 促进地力的恢复。

参考文献:

- [1] 杨玉盛. 不同治理模式对严重退化红壤抗蚀性影响的研究[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报, 1996, 2(2): 36-42.
- [2] 陈楚莹. 改善杉木人工林的林地质量和提高生产力的研究[J]. 应用生态学报, 1990, 1(2): 97-106.
- [3] 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. 68-467.
- [4] 杨玉盛, 李振问, 俞新妥. 杉木油桐仙人掌复合经营的土壤结构特性与水分性质的研究[J]. 南京林业大学学报, 1993, 17(3): 75-79.
- [5] 三好洋, 丹原一宽. 土壤物理性质与土壤诊断[M]. 北京: 农业出版社, 1986. 68-71.
- [6] 严昶升. 土壤肥力研究方法[M]. 北京: 农业出版社, 1988. 287-291.
- [7] 熊毅, 李庆远. 中国土壤(第2版)[M]. 北京: 科学出版社, 1990. 306-350.
- [8] 杨玉盛. 杉木可持续经营研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 1998. 79-80.
- [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] 张鼎华. 炼山对土壤化学性质的影响[J]. 林业科技通讯, 1996, (3): 3-6.

Soil physical and chemical properties under different regeneration of broad-leaved forest land

CHEN Ai-ling, YOU Shui-sheng, LIN De-xi

(Department of Resources and Environment, Fujian College of Forestry, Napping 353001, Fujian, China)

Abstract: Soil pore space composition and nutrient status under natural formation of *Castanopsis carlesii* community, artificial forcing regeneration *Castanopsis carlesii* community, young Chinese fir plantation and halfmature Chinese fir plantation were studied. The results indicated that, compared to natural formation of *Castanopsis carlesii* community, the soil total porosity, non-capillary porosity, natural water percentage and air permeability of artificial forcing regeneration *Castanopsis carlesii* community, Chinese fir plantation and halfmature Chinese fir plantation were decreasing, but soil volume weight was increasing, soil structural property was weak, air permeability and water permeability were decreasing, soil water-storage ability was weak, soil organic matter, total nutrient, available nutrient and soil pH were decreasing, and soil capacity of nutrient supplying and storage was decreasing. It concluded that natural formation of *Castanopsis carlesii* community was worse influenced by human being, and the quantity and quality of tree litter were better than other forest stands, which benefits storage and conversion of nutrient. It was obvious that *Castanopsis carlesii* community maintained greatly soil fertility.

Key words: *Castanopsis carlesii* community; nature formation of woods, artificial forcing regeneration; soil physical properties; soil chemical properties