

油松人工林凋落物对土壤理化性质的影响

逯军峰¹, 王 辉^{1*}, 曹 靖², 袁宏波¹

(1. 甘肃农业大学 林学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 兰州大学 干旱与草地农业生态教育部重点实验室, 甘肃 兰州 730000)

摘要:对不同林龄油松人工林凋落物与土壤理化性质进行了测定分析。结果表明:油松人工林年凋落量与现存量随林龄增加均表现出递增趋势,30 a 生油松林的年凋落量和 23 a 生油松林现存量分别达到 $4.236 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ 和 $18.788 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$; 枯枝落叶层主要营养元素储备量随着林龄的增加而增加;N、P、K 的积累量分别为 $114.72 \sim 201.32$ 、 $5.63 \sim 11.12$ 、 $12.48 \sim 23.11 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$;凋落物分解率呈波动式递增趋势,且与阔叶树混交比例密切相关;油松人工林林地土壤有机质、N 含量、P 含量、田间持水量随林龄增加呈波动式递增,而容重则呈递减趋势;年凋落量、现存量、分解率与土壤有机质、N、P、K 的含量、pH、田间持水量呈正相关,与土壤容重呈负相关。

关键词:油松;人工林;凋落物;土壤理化性质

中图分类号:S714.2

文献标识码:A

文章编号:1001-7461(2007)03-0025-04

Effect of Forest Litters on Soil Physical and Chemical Properties in *Pinus tabulaeformis* Plantation

LU Jun-feng¹, WANG Hui¹, CAO Jing², YUAN Hong-bo¹

(1. College of Forestry, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China;

2. Key Laboratory of Arid and Grassland Agroecology, Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000, China)

万方数据

Abstract: Five stands of *Pinus tabulaeformis* plantation, a secondary forest in the Xiaolong Mountain of Gansu were investigated to study the impact of forest litter on soil physical and chemical properties. The results showed that annual litterfall and reserve of litter of *P. tabulaeformis* plantation fluctuatingly increased with ages, which had the maximal amount up to $4.236 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ of 30 a *P. tabulaeformis*, $18.788 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$ of 23 a *P. tabulaeformis* respectively. The content of main nutrients in forest floor increased with ages, the content of N ranged from $114.72 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ to $201.32 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, that of P from $5.63 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ to $11.12 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$, that of K from $12.48 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$ to $23.11 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$. Litter decomposition rate increased with ages and correlated closely with broad leaf trees. The content of soil organic matter, soil total N, total P, field capacity was increased with ages, but bulk density was decreased with ages. The soil factors of soil organic matter, total N, total P, total K, pH, field capacity showed positive correlation with annual litterfall, reserve of litter and decomposition rate, but contrary result could be found in soil bulk density.

Key words: *Pinus tabulaeformis*; plantation; litter; soil physical and chemical properties

凋落物的分解是森林生态系统物质循环的主要形式,它在维持森林生态系统物质平衡方面具有重要作用。近年来国内外学者从不同角度对凋落物进行了研究^[1~5],表明凋落物对土壤理化性质^[6~9]以及土壤生态过程起着重要的推动作用。通过对甘肃省小陇山林区油松人工林凋落量、枯枝落叶层贮量、分

解速率及其主要营养元素含量的研究,探讨凋落物与土壤理化性质的关系,旨在揭示油松人工林的物质循环规律及其对土壤理化性质的影响。

1 研究区自然概况

研究区地处秦岭西部,位于 $34^{\circ}00' \sim 34^{\circ}40' \text{N}$,

收稿日期:2006-10-11 修回日期:2006-11-01

基金项目:国家 973 计划“西部典型区域森林植被对农业生态环境的调控机理”(2002CB111505);甘肃省自然科学基金“甘肃不同森林树种与土壤的耦合关系与森林生态恢复研究”(3ZS051-A25-019)

作者简介:逯军峰(1982-),男,甘肃秦安人,硕士研究生,研究方向为水土保持与荒漠化防治。

* 通讯作者:王辉,博士,教授。E-mail, wangh@gsau.edu.cn

105°30'~106°30'E,海拔 700~2 500 m,相对高差 500~1 000 m。该区属暖温带与北亚热带的过渡地带,气候温暖湿润,年平均气温 7~12℃,极端最高气温 39.2℃,极端最低气温 -23.2℃,年 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温 2 444~3 825℃;年降水量 460~800 mm,其中 70%~80%集中于 7~9 月份。降水年际变化较大,枯、丰年降水量相差近一倍,年蒸发量 989~1 658 mm,相对湿度 68%~78%;年日照时数 1 520~2 313 h,无霜期 120~218 d。区内地带性土壤在秦岭以北为灰褐土,秦岭以南为黄褐土,土层厚度 30~60 cm,土壤质地多属壤土、轻壤土和砂壤土;pH6.5~7.5^[10]。

2 材料与方法

2.1 材料

研究对象是不同林龄的油松人工林(表 1),在次生锐齿栎林采伐迹地上营造而成,多为混交林。林下阔叶树种以锐齿栎(*Quercus aliena* var. *acuteser-*

rata)、山杨(*Populus davidiana*)、青杨(*P. cathayana*)、漆树(*Toxicodendron verniciflnum*)为主。灌木层主要由绣线菊(*Spiraea fritschiana*)、榛子(*Corylus heterophylla*)、美丽胡枝子(*Lespedeza formosa*)、盘叶忍冬(*Lonicera tragophylla*)、中华绣线梅(*Neillia sinensis*)、栓翅卫茅(*Euonymus phellomanus*)、青荚叶(*Helwingia japonica*)及蔷薇(*Rosa* spp.)等多种构成。草本层发育较弱,草本植物以禾本科、菊科、豆科为主。

2.2 方法

2.2.1 凋落量与林地枯枝落叶层现存量的测定

在海拔、坡度、坡向等环境因子基本一致的不同林龄油松人工林中(林龄分别为 7、10、16、23、30 a)设置典型样地。在每个典型样地内随机布置 8 个用尼龙网制成的 1 m×1 m×0.25 m 凋落物收集器,底网距地面约 0.25 m。2004 年 10 月 1 日开始,每月定期收集凋落物,105℃下烘至恒重,称重后计算凋落量。

表 1 调查林分基本情况

Table 1 The basic conditions of the plots

| 样地类型 | 密度 (/株·hm ⁻²) | 平均胸径 /cm | 平均树高 /m | 阔叶树种比率 /% | 灌木盖度 /% | 郁闭度 | 枯枝落叶层厚度 /cm |
|------|------------------------------|-------------|------------|--------------|------------|-----|----------------|
| 7 a | 3 225 | 3.0 | 3.5 | 10 | 60 | 0.4 | 3.6 |
| 10 a | 3 600 | 5.5 | 6.1 | 15 | 53 | 0.7 | 4.4 |
| 16 a | 1 725 | 10.2 | 9.6 | 12 | 50 | 0.6 | 4.6 |
| 23 a | 1 500 | 12.6 | 11.2 | 0 | 25 | 0.6 | 5.0 |
| 30 a | 1 440 | 16.5 | 13.0 | 20 | <10 | 0.7 | 4.7 |

在典型样地内沿对角线设置面积为 0.4 m×0.25 m 的枯枝落叶层样方 12 个。先测定枯枝落叶层的厚度,然后把小样方内枯枝落叶层整层取下,带回实验室,分类烘干称重(105℃)。分别于旱季末与雨季末对林地枯枝落叶层取样,取其平均值进行分析。

2.2.2 枯枝落叶层营养元素的测定 将烘干的样品粉碎、装瓶,备用。测定营养元素含量时,105℃下烘至恒重,称样。全 N 用凯氏定氮法测定;湿式灰化(HClO₄+HNO₃)后,用原子吸收分光光度计测定 K、P 用比色法测定。

2.2.3 土壤营养元素的测定 在油松人工林典型样地和对照样地内各挖 3 个土壤剖面,在 0~20 cm 层取样。土壤营养元素的测定采用常规分析法。

容重用环刀法测定;土壤 pH 用盐浸法测定;田间持水量用环刀法测定。

土壤有机质用硫酸重铬酸钾法测定;全氮用硫酸铜—硒粉扩散法测定;全磷用氢氧化钠熔融—钼锑抗比色法测定;全钾用氢氧化钠熔融—火焰光度计法测定。

2.2.4 数据分析 运用 SPSS 统计分析软件处理

数据。

分解率和周转时间计算公式为^[11]:

$$K_N = L / X_N \quad (1)$$

$$T = 3 / K_N \quad (2)$$

式中: K_N 为凋落物分解速率, T 为周转时间, L 为森林年凋落量, X_N 为林地凋落物现存量。

3 结果与分析

3.1 林地年凋落量与现存量

森林凋落量是指单位时间、单位面积林地上森林凋落物的总量,包括年凋落量和月凋落量。从图 1 可以看出,不同林龄油松人工林的年凋落量与现存量存在显著差异,7~30 a 林分的年凋落量为 1.957~4.236 t·hm⁻²,现存量为 12.232~18.788 t·hm⁻²。凋落量和现存量与林龄呈正相关,一方面是因为凋落量随林龄增加而增加,另一方面与凋落物分解速率有关。

由图 2 可知,7 a 生油松林凋落物的分解率最小,30 a 生油松分解率最大,23 a 生油松人工林由于无阔叶树种,导致凋落物分解率小于 16 a 和 30 a 生油松人工林的分解率,所以其现存量最大。由此可

知,阔叶树种的引入能改变凋落物的组成,加速凋落

物分解,提高营养元素的归还率。

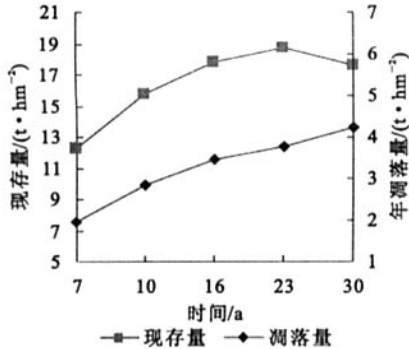


图1 不同样地年凋落量和枯枝落叶层现存量
Fig. 1 The annual litterfall and dry material reserve of forest floor in different plots

3.2 枯枝落叶层主要营养元素含量

枯枝落叶层是森林生态系统中植被和土壤2个亚系统之间物质循环和能量转换的中间环节^[12,13]。由图3可知,油松人工林枯枝落叶层N、P含量呈“凹”型变化趋势,而K呈倒“V”型变化趋势。主要营

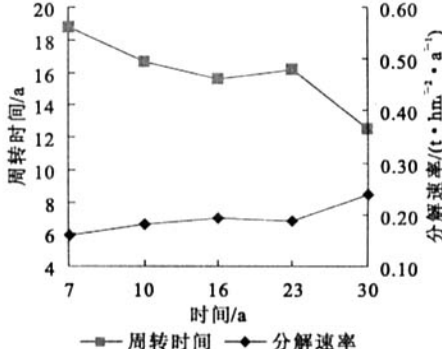


图2 不同样地凋落物分解速率和周转时间
Fig. 2 Decomposition rate and turnover time of litter in different plots

养元素(N、P、K)积累量为132.82~225.51 kg·hm⁻²(图4),N、P、K的积累量分别为114.72~201.32、5.63~11.12、12.48~23.11 kg·hm⁻²,30 a生油松人工林积累量最大,这是由于年凋落量、现存量和养分含量的差异造成的。

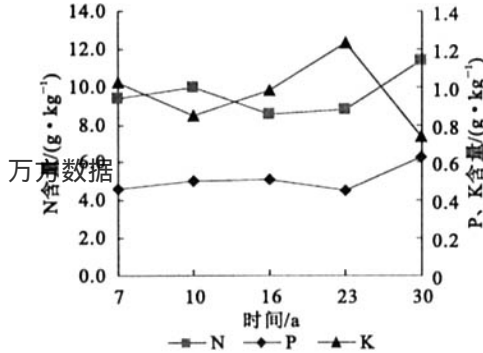


图3 枯枝落叶层主要营养元素含量
Fig. 3 The content of main nutrients in forest floor

3.3 油松人工林土壤理化性质

研究表明(图5,图6),油松人工林土壤有机质、N含量、P含量、田间持水量随林龄增加呈波动式递增;而容重呈递减趋势。随着林龄的增加,油松人工林的地力呈不同程度恢复,而23 a生油松人工林地

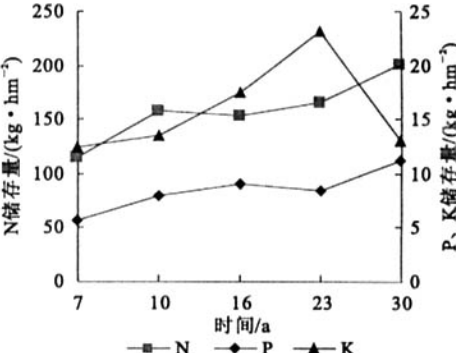


图4 枯枝落叶层主要营养元素储量
Fig. 4 The reserve of main nutrients in forest floor

力有所下降,这表明阔叶树种的引入促进了油松人工林的土壤生态过程。油松人工林土壤有机质、N、K、P的变异系数分别为7.37%、17.28%、12.59%、13.42%,pH、容重、田间持水量的变异系数为3.28%、4.85%、9.10%(表2)。

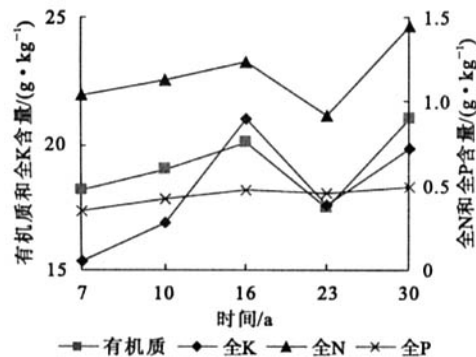


图5 不同样地土壤有机质、K、N、P含量
Fig. 5 The content of soil organic matter, K, N, P in different plots

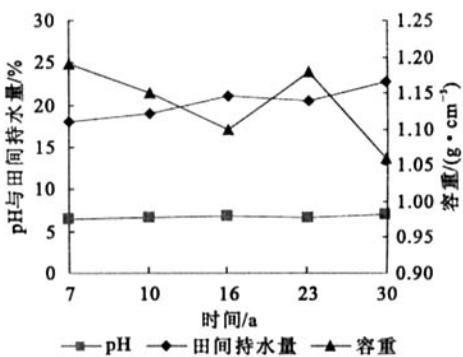


图6 不同样地土壤pH、田间持水量、容重
Fig. 6 PH,field capacity,bulk density in different plots

表 2 不同样地土壤物理化学性质的变异特征

Table 2 The variation feature of soil physical and chemical properties in different plots

| 项目 | 有机质 /(g · kg ⁻¹) | N /(g · kg ⁻¹) | K /(g · kg ⁻¹) | P /(g · kg ⁻¹) | pH | 容重 /(g · cm ⁻³) | 田间持水量 /% |
|--------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------|--------------------------------|-------------|
| 平均值 | 19.2 | 1.16 | 18.1 | 0.44 | 6.75 | 1.14 | 20.30 |
| 标准差 | 1.41 | 0.20 | 2.28 | 0.06 | 0.22 | 0.06 | 1.85 |
| 变异系数/% | 7.37 | 17.28 | 12.59 | 13.42 | 3.28 | 4.85 | 9.10 |

3.4 凋落物对土壤理化性质的影响

对油松人工林凋落物与土壤理化性质之间的相关分析(表 3)表明,油松人工林凋落量、现存量、分解率与容重呈负相关,而与土壤有机质、全 N、全 K、全 P、pH、田间持水量呈正相关。年凋落量与全 P、pH、田间持水量高度相关($r>0.8$),与全 K、容重中度相关($0.8>r>0.5$),与土壤有机质、全 N 相关性

较小($r<0.5$)。现存量与全 P 高度相关($r>0.8$),与全 K、pH、田间持水量中度相关($0.8>r>0.5$),与容重相关较小,与有机质、全 N 不相关($r<0.3$)。枯枝落叶分解速率与土壤各理化指标之间均有显著相关性,可见土壤理化性质是影响分解速率的重要因子。

表 3 凋落物与土壤理化性质相关性

Table 3 Analysis of correlation between forest litter and soil physical and chemical properties

| 项目 | 有机质 | 全 N | 全 K | 全 P | pH | 田间持水量 | 土壤容重 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 年凋落量 | 0.496 | 0.473 | 0.760 | 0.965 | 0.812 | 0.945 | -0.698 |
| 现存量 | 0.260 | 0.178 | 0.739 | 0.919 | 0.594 | 0.774 | -0.482 |
| 枯枝落叶分解速率 | 0.789 | 0.817 | 0.710 | 0.843 | 0.962 | 0.945 | -0.897 |

万方数据

4 结论

油松人工林的年凋落量、现存量与林龄呈正相关。随着人工林的生长,分解率逐渐增加,且与阔叶树种的比例密切相关;30 a 生油松人工林凋落物的周转时间最短。

油松人工林的土壤理化性质随着林龄的增加而有所改善,并与阔叶树混交比例密切相关;油松人工林凋落量、现存量、分解率与土壤容重呈负相关,而与土壤其他理化指标呈正相关。可见,在营造油松人工林时引入适当比例的阔叶树种将促进土壤的发育。

参考文献:

[1] 薛立,何跃君,屈明,等. 华南典型人工林凋落物的持水特性[J]. 植物生态学报,2005,29(3):415-421.
[2] 廖利平,马越强,汪思龙,等. 杉木与主要阔叶造林树种凋落物的混合分解[J]. 植物生态学报,2000,24(1):27-33.
[3] 林德喜,樊后保. 马尾松林下补植阔叶树后森林凋落物量、养分含量及周转时间的变化[J]. 林业科学,2005,41(6):7-15.
[4] Koopmans C J, Tietema A, Verstraten J M. Effects of reduced N deposition on litter decomposition and N cycling into N sat-

urated forests in the Netherlands[J]. Soil Biol. Biochem., 1998,30:141-151.
[5] Prescott C E. Influence of forest floor type on rates of litter decomposition in microcosms[J]. Soil Biology and Biochemistry,1996,28(10~11):1319-1325.
[6] Nugroho J D. Litterfall and soil characteristics under plantations of five tree species in Irian Jaya[J]. Sci. New Guinea, 1997,23:17-26.
[7] Ogden A E, Schmidt M G. Litterfall and soil characteristics in canopy gaps occupied by vine maple in a coastal western hemlock forest[J]. Can. J. Soil Sci.,1997,77:703-711.
[8] 陈立新,陈祥伟,段文标. 落叶松人工林凋落物与土壤肥力变化的研究[J]. 应用生态学报,1998,9(6):581-586.
[9] 林波,刘庆,吴彦,等. 川西亚高山针叶林凋落物对土壤理化性质的影响[J]. 应用与环境生物学报,2003,9(4):346-35.
[10] 索安宁,巨天珍,张俊华,等. 甘肃小陇山锐齿栎群落生物多样性特征分析[J]. 西北植物学报,2004,24(10):1877-1881.
[11] 田大伦,宁晓波. 不同龄组马尾松林凋落量及其养分归还量研究[J]. 中南林学院学报,1995,15(2):163-169.
[12] Binkley D. Forest nutrition mangement[M]. New York, John Wiley and Sons,1987. 1-174.
[13] Charles K. Ecology-the experimental analysis of distribution and abundance third edition[M]. Harper Collins Publishers, 1992. 668-702.