

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2017.05.016

## 四川盆地西南缘山地黄壤在不同植被恢复模式下的养分特征

何卓刚, 李小龙

(马边彝族自治县林业局, 四川 马边 614600)

**摘要:**森林植被是影响土壤理化性质的重要因素,充分了解植被与土壤性质之间的相互关系,是森林经营的基础<sup>[1]</sup>。以四川盆地西南缘马边县低山区山地黄壤为研究对象,对比了柳杉(*Cryptomeria fortunei* Hooibrenk)纯林、桉木(*Alnus cremastogyne* Burk)纯林、灌木林、柳杉桉木混交林(简称混交林)和迹地的土壤碱解氮、全磷、全钾、有效磷、速效钾等土壤养分随土壤深度变化情况。结果表明:土壤养分含量在5种恢复模式下,大小关系为灌木林>桉木>混交林>柳杉>迹地,且林分土壤养分含量0~15 cm层>15 cm~30 cm层,各土壤养分之间呈现出显著相关性。因此,森林植被恢复造林时,以乔灌结合、混交造林、适地固氮树种造林,能起到更好的改善土壤理化性质、增加土壤养分,促进森林植被生长、有利生态循环的作用。

**关键词:**四川盆地;森林植被恢复;土壤养分

中图分类号:S724

文献标识码:A

文章编号:1003-5508(2017)05-0068-05

## Soil Nutrient Characteristics in Different Vegetation Restoration Patterns of Mountain Yellow Soil in the Southwest Margin of Sichuan Basin

HE Zhuo-gang LI Xiao-long

(Mabian County Forestry Bureau, Mabian 614600, Sichuan)

**Abstract:** Forest Vegetation is the important factor on effect of soil physicochemical properties. Therefore, the basis of forest operation is fully to understand the mutual relations between vegetation and soil property. The mountain yellow soil of low mountainous regions was taken as the object in Mabian County, southwest of Sichuan basin margin, comparing the *Cryptomeria fortunei* forest, *Alnus cremastogyne* forest, bush wood, mixed forest (*Cryptomeria fortunei* × *Alnus cremastogyne*) forests and slush's soil nutrient changes with the depth of soil including soil alkali-hydrolysable nitrogen, full phosphorus, full potassium, effective phosphorus, and available potassium. The results showed that the soil nutrient content decreased under the five models of shrub, alder, mixed forest, *Cryptomeria fortunei* and slush, forest soil nutrient content of 0 ~ 15 cm layer was higher than that of 15 cm ~ 30 cm, which presented a significant correlation. Therefore, integrated shrubbery, mixed planting and optimum afforestation of nitrogen fixation tree in afforestation will improve soil physical and chemical properties, increase soil nutrient, accelerate the growth of forest vegetation, which is good for ecological circulation.

**Key words:** Southwest margin of Sichuan Basin, Conversion of forestland from farmland, Soil nutrients

森林植被恢复是一项重要、长期和复杂的生态工程,其目的就是为了改善和保持生态环境,防止水

土流失。作为林业的基础,土壤是陆地生态系统的重要组成部分,合理利用土壤资源是农业可持续发

收稿日期:2017-09-08

作者简介:何卓刚(1985-),男,汉族,大学本科,工程师,主要从事林业产业发展,生态保护研究及管理工作。

展的关键,通过对土壤资源的合理利用,让农、林、牧的生产达到高产优质,获得更高的经济效益,并能防止水土流失、保持和可持续利用生态环境<sup>[2]</sup>。由于土壤的氮、磷、钾 3 大矿质元素对植物的生长起着决定性作用<sup>[3]</sup>,同时植物对土壤的营养成分有着重大的影响,如森林植物的根系对成土母质的影响和枯落物对土壤营养成分的影响等,都可以增加土壤肥力。因此,本研究对四川盆地西南缘马边县的低山区山地黄壤在不同森林植被恢复模式下土壤养分特征进行研究,以期为该区域退耕还林模式的选择提供理论依据,进一步为林业产业发展提供支撑。

## 1 研究区概况

马边彝族自治县位于东经 103°14'40"~103°49'40",北纬 28°25'30"~29°04'14"之间,属四川省盆地边缘与云贵高原过渡地带。县境内气候温和、雨量充沛,亚热带湿润季风气候特征明显,全县多年平均气温 16.9℃,年降雨量 1 093 mm,马边属亚热带常绿阔叶林带,由于受地形、气候影响,森林植被具有典型的垂直分布带谱,海拔由低至高,植被类型有低山常绿阔叶林、针阔混交林、阴暗针叶林、亚高山灌

丛林。马边县现有林业用地面积 16.37 万 hm<sup>2</sup>(其中:有林地 11.91 万 hm<sup>2</sup>,疏林地 0.03 万 hm<sup>2</sup>,灌木林地 3.33 万 hm<sup>2</sup>,未成林造林地 0.63 万 hm<sup>2</sup>,宜林地 0.23 万 hm<sup>2</sup> 以及无立木林地 0.24 万 hm<sup>2</sup>),占全县面积的 71.06%。全县现有森林覆盖率达到 55%,森林蓄积达到 1 582.6 万 m<sup>3</sup>。

## 2 材料与方法

### 2.1 试验地设置与采样

本研究选择了海拔在 800 m~1 000 m 低山区的不同试验地,土壤类型为山地黄壤,以 5 种不同的植被恢复模式为研究对象,采用典型抽样法设置标准地,在选定的柳杉(*Cryptomeria fortunei* Hooibrenk)、桤木(*Alnus cremastogyne* Burk)、灌木林以及柳杉与桤木(简称混交林)和无林地(迹地)的 10 m×10 m 标准样方地。样地间地形、坡度、坡向、母岩等生态因素基本保持一致。在土壤样品的采集中,在标准地内呈对角线设置 5 个取土点,并分为两层:0 cm~15 cm 和 15 cm~30 cm,土样采集带回实验室后自然风干制样,用于各种土壤养份和物理性质的测定。

表 1

样地基本情况

样地号	恢复模式	海拔(m)	坡向(°)	坡度(°)	土壤类型	样地公顷株数(株)	郁闭度(覆盖度)	平均胸径(cm)	平均树高(m)
I	柳杉纯林	870	sw320	20	山地黄壤	1800	0.7	15.2	13.4
II	桤木纯林	860	sw310	21	山地黄壤	1770	0.7	14.9	12.7
III	柳杉 5 桤木 5	920	sw300	22	山地黄壤	1750	0.7	15.1	12.5
IV	灌木林	900	sw315	22	山地黄壤	3000	0.4		
V	迹地(对照)	900	sw300	24	山地黄壤				

### 2.2 土壤理化指标的测定

在四川农业大学林学系实验室的土壤测定分析中,此次实验分析如下,具体参照以下方法进行:

土壤碱解氮的测定采用碱解—扩散法;土壤全磷的测定采用 NaOH 熔融—钼锑抗比色法;土壤有效磷的测定采用双酸浸提—钼锑抗比色法;土壤全钾的测定采用 NaOH 熔融—火焰光度法;土壤速效钾的测定采用醋酸铵浸提—火焰光度法<sup>[4]</sup>。

## 3 结果与分析

林地土壤中的养分变化会根据不同的植被类型,在自然状态下随着林分的生长与土壤养分的相互作用,使土壤养分在不同的外界条件和森林植被

下的含量不同,因为不同的植被从土壤中吸收矿物质和养分,部分又以枯落物的形式归还给土壤。枯落物的数量和质量以及土壤的酸碱性直接影响着土壤酶活性和土壤微生物数量,从而影响土壤腐殖质的形成与分解,以及养分矿质化和土壤养分的积累。

### 3.1 不同恢复模式土壤碱解氮含量特征

土壤 N 是土壤 3 大养分之一,碱解氮是反映土壤的供氮能力的一个非常重要的指标,能够较灵敏地反映土壤氮素动态和供氮水平<sup>[5]</sup>。许多研究表明,农田土壤表层有机质、全氮、碱解氮均存在极显著的相关性。因此,土壤碱解氮可在一定程度反映土壤肥力状况,通过对土壤碱解氮的分析和评估,可以判断出不同林分和土壤养分之间存在的关系,以不同的植被恢复模式营造较好的水土保持效益、经济效益和生态效益。不同的恢复模式下的碱解氮的

不同含量如图1所示。

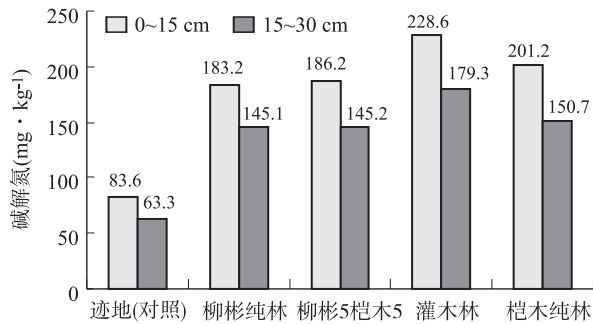


图1 不同恢复模式下碱解氮的含量

由图1可以看出,在0~30 cm的土层中,上层(0~15 cm)的碱解氮含量高于下层(15 cm~30 cm)的碱解氮含量,在有林地的各土层的碱解氮得平均含量中以灌木林最高,其次是桉木林的碱解氮含量,混交林的含量和柳杉最后,但含量相差不大,但是柳杉含量最低。迹地(对照)因为缺少植被的覆盖,土壤缺少枯落物和植被的生物影响,碱解氮得含量最低。在4种恢复模式和迹地(对照)中,碱解氮的含量的大小顺序表现为:灌木>桉木>混交林>柳杉>迹地(对照)。

### 3.2 不同恢复模式土壤全磷和有效磷的含量特征

在土壤的营养成分中,磷是植物生长必不可少的营养元素。植物生长中所必需的磷,几乎全部来自土壤中磷的供给。土壤全磷量即磷的总贮量,包括有机磷和无机磷两大类,土壤中的磷素大部分是以迟效性状态存在,因此土壤全磷含量并不能作为土壤磷素供应的指标,全磷含量高时并不意味着磷素供应充足,但是全磷含量低于某一水平时,却可能意味着磷素供应不足<sup>[6]</sup>。不同的恢复模式对土壤的影响不同,土壤所含全磷的含量也有所不同。在4种不同的恢复模式和迹地(对照)中,不同土层和不同林地的全磷含量如图2所示。

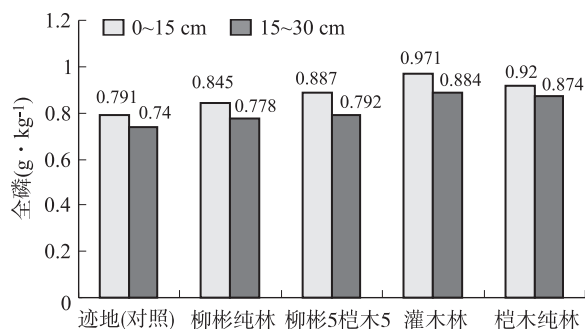


图2 不同恢复模式下全磷的含量

由图2得出,在0~30 cm的土层中,上层(0~15 cm)的全磷含量高于下层(15 cm~30 cm)的全磷含量。在有林地的各土层全磷平均含量中:灌木林地最高,其次是桉木林地,柳杉最低。同理,迹地(对照)因缺少植被枯落物及自身的生物影响,全磷含量均低于所有的有林地,在五种模式中的全磷含量排列顺序为:灌木林>桉木>混交林>柳杉>迹地(对照)。

图2显示的是土壤全磷的含量,土壤全磷的含量低于某一水平时,也会影响到植物的磷营养成分的供应。土壤中的磷素大部分是以固定态存在,而速效磷才是土壤磷素供应能力的表征<sup>[7]</sup>。土壤速效磷又称为有效磷,其含量高低和地面植被对土壤磷元素的供应成正比关系。

由图3可以看出,在0~30 cm的土层中,有林地上层(0~15 cm)土壤的有效磷含量高于下层(15 cm~30 cm)土壤的有效磷含量。迹地(对照)的上下两层的有效磷含量几乎处在同一个水平上。在有林地四种恢复模式下,灌木林地的土壤有效磷含量最高,柳杉林地的土壤有效磷含量最低,桉木林地和混交林地的有效磷含量居中,二者之间的有效磷含量几乎没什么差别,桉木林地略微高于混交林。同样,迹地(对照)在无植被影响的情况下,有效磷含量最低。最终的四种恢复模式和一个迹地(对照)模式的比较下,有效磷含量大小次序是:灌木>桉木>混交林>柳杉>迹地(对照)。

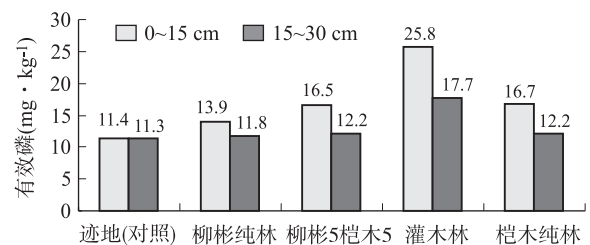


图3 不同恢复模式下有效磷的含量

### 3.3 不同恢复模式下土壤全钾和速效钾的含量特征

钾元素是植物生长所必须的3大矿质元素之一,植物所需的钾元素全部来自土壤,全钾即钾素的总量,而只有速效钾才是土壤钾元素供应的表征,只是全钾低于某一个水平时,土壤的钾供应和植物的钾元素的吸收会受到制约。

由图4可以看出,在0~30 cm的土层中,有林地上层(0~15 cm)的全钾含量高于下层(15 cm~

30 cm)的全钾含量。迹地(对照)上层全钾含量高于下层全钾含量。有林地的四种恢复模式下,灌木林地土壤全钾含量最高,其次是桉木林地,最后是柳杉林地的全钾含量最低。同理,迹地(对照)的全钾含量也低于有林地的四种恢复模式,这四种不同模式的土壤全钾含量和迹地(对照)全钾含量的高低依次为:灌木 > 桉木 > 混交林 > 柳杉 > 迹地(对照),且差别不大。

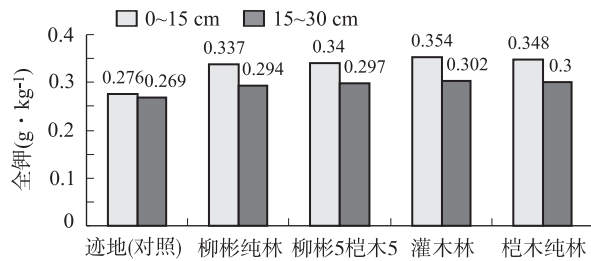


图4 不同恢复模式下全钾的含量

土壤中钾素含量必须保持在适当的水平才能满足作物生长的需要<sup>[8]</sup>。速效钾作为植物能迅速吸收的水溶性钾,植物对土壤中速效钾的影响以及土壤对植物速效钾的供给,二者之间相互的影响是显而易见的。

由图5可以看出,4种有林地配置在0~30 cm的土层中以及无植被对照地在0~30 cm的土层中,上层(0~15 cm)的速效钾含量高于下层(15 cm~30 cm)的速效钾含量。在土层中由土表向地下,速效钾的含量依次递减。在有林地的4种配置中,仍然是灌木林地的速效钾含量最高,柳杉林地速效钾含量最低,桉木和混交林地速效钾含量基本持平并位于前两者之间。同样,缺少植被腐殖质和生物影响的迹地(对照)的速效钾含量最低。四种不同配置的有林地速效钾含量和对照地速效钾含量的高低关系为:灌木 > 桉木 > 混交林 > 柳杉 > 迹地(对照)。

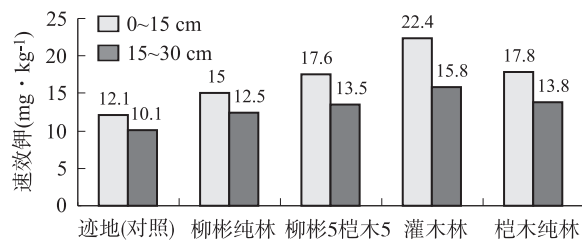


图5 不同恢复模式下速效钾的含量

### 3.4 各养分之间的相关性分析

从土壤养分之间的相关性分析可以看出(表

2),各营养成分之间都有很强的相关性。碱解氮和全磷、有效磷、全钾、速效钾之间呈现出极显著正相关,相关系数为:0.888、0.783、0.922和0.906。全磷和有效磷、全钾和速效钾之间也呈现出极显著正相关性,相关系数为0.863、0.852和0.944。有效磷和全钾之间呈现显著相关性,与速效钾之间呈现极显著相关性,两个相关系数分别为0.745和0.941。全钾和速效钾呈现极显著正相关,相关系数为0.899。

表2 各养分之间的相关系数

项目	碱解氮	全磷	有效磷	全钾	速效钾
碱解氮	1.000				
全磷	0.888 **	1.000			
有效磷	0.783 **	0.863 **	1.000		
全钾	0.922 **	0.852 **	0.745 *	1.000	
速效钾	0.906 **	0.944 **	0.941 **	0.899 **	1.000

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ 。

## 4 结论与讨论

从上述结果分析可以发现,在4种不同恢复模式和迹地(对照)中,各种土壤养分的含量有比较显著的差异,总体的养分高低趋势表明,灌木 > 桉木 > 混交林 > 柳杉 > 迹地(对照),0~15 cm > 15 cm~30 cm。Titus<sup>[9]</sup>等的研究表明:灌丛植被群落下的土壤养分含量比其它群落下高。因为灌丛植被比较矮小,生长比较密集,林下的枯落物相对其他的植被类型较多,有利于有机质和养分的积累,同时动物的地下活动对灌丛群落下土壤养分的富集也有显著的影响。由于灌丛的生物量比较大,成为灌丛周围食物链的中心,使生物循环加快,促进了养分的积累和有机质的形成<sup>[10]</sup>。这就说明了在几种模式下,灌木林地的土壤养分最高。

桉木林枯落物含有丰富的磷素,且它比柳杉林容易矿化,所以枯落物层的磷素积累量也远远大于柳杉林等林地。侵蚀环境下坡耕地退耕营造人工桉木林后,随着林木枯落物对林地土壤氮、磷、钾等营养成分的供给,与碱解氮、全磷、全钾、有效磷、速效钾等几种土壤营养成分之间存在着极显著正相关关系,磷和氮的高含量影响其他几种土壤营养的升高。

混交林其生物多样性高于柳杉纯林,其各种林下生物活动和微生物的活动对土壤产生腐殖质,更有利于改善土壤营养成分,所以混交林土壤的各种营养成分和有机质也就高于柳杉林。

4种不同的恢复模式和迹地(对照)的土壤养分

含量有如此的差异,经分析,主要是由于不同配置下,林下枯落物储量不同,以及林下生物和微生物所造成的影响形成的腐殖质差异所形成的<sup>[11]</sup>。参考宫渊波<sup>[12]</sup>等结果,其研究中刺槐林作为固氮树种,其枯落物氮含量要比其他一般树种高,与桤木对土壤的作用类似,且研究中5种植被模式下土壤养分储量顺序可被参考用于本文研究的土壤养分高低顺序,这就从侧面在一定程度上说明了土壤养分的差异主要原因是林下枯落物储量大小形成的。

对4种不同配置模式和迹地(对照)的土壤养分:碱解氮、全钾、全磷、有效磷、速效钾等几种指标间相关性研究发现,其之间关系密切,相互之间都具有显著的相关性。在这几种配置模式下,不同的土壤养分共同发挥土壤的肥力效应,当其中一种养分最低时,其他土壤养分发挥的效力就以最低的土壤养分为标准。所以这几种配置下,不同的土壤养分之间都有极限著的相关性。

由此可见,不同森林植被配置模式对于森林土壤养分含量变化有着显著的特征。在进行退耕还林等植被恢复造林时,以适地适树为原则,采取乔灌木相结合、混交造林以及瘠薄地带辅以固氮能力强的树种造林的方式,在提升土壤养分改善理化性质的同时,森林植被又能更多地获得生长所需营养,形成一个良好的生态循环。由于不同森林植被模式对于土壤的影响机制也较复杂,要全面地研究森林植被对土壤的影响,还需进一步深入地研究。

#### 参考文献:

- [1] 高国雄,李得庆,等. 退耕还林不同配置模式对土壤养分的影响[J]. 干旱区资源与环境,2007,21(5):104~107.
- [2] 王伟,唐明华,刘洪斌. 土壤养分的模糊综合评价[J]. 西南农业大学学报,2000,22(3):270~272.
- [3] 黄绍文,金继运,等. 农田土壤养分平衡状况及其评价的试点研究[J]. 土壤肥料,2000,(6):14~19.
- [4] 中国标准出版社. 中国林业标准汇编(营造林卷). 北京:中国标准出版社,1998.
- [5] 张兴义,王树奎,隋跃宇. 东北农田黑土碱解氮现状评价[J]. 农业系统科学与综合研究,2005,21(4):305~309.
- [6] 吕贻忠,李保国,崔燕. 不同植被群落下土壤有机质和速效磷的小尺度空间变异[J]. 中国农业科学,2006,39(8):1581~1588.
- [7] 薛立,邝立刚,陈红跃,等. 不同林分土壤养分、微生物与酶活性的研究[J]. 土壤学报,2003,40(2):280~285.
- [8] Huggett R J. Soil chronosequences, soil development, and soil evolution: a critical review [J]. Catena, 1998, 32: 155~172.
- [9] Titus J H, Nowak R S, Smith S D. Soil resource heterogeneity in the Mojave desert. Journal of Arid Environments, 2002, 52: 269~292.
- [10] Allen M E, MacMahon J A. Impact of disturbance on cold desert-fungi: comparative microscale dispersion patterns Pedobiologia, 1985, 28(4): 215~224.
- [11] 王海英,宫渊波,陈林武. 嘉陵江上游不同植被恢复模式土壤微生物及土壤酶活性的研究[J]. 水土保持学报,2008,22(3):172~177.
- [12] 宫渊波,陈林武,罗承德,等. 嘉陵江上游严重退化地5种森林植被类型枯落物的持水功能比较[J]. 林业科学,2007,43(1):12~16.

(上接第57页)

(3)全面充足地供给营养成分。在重视氮、磷肥的同时,不能忽略钾肥在川贝母生产中的作用,在川贝母生长的各个时期,都应注意钾肥的持续供应。单独施用含有钾肥的复合肥是不够的,笔者在实验中用草木灰与复合肥达配使用以满足川贝母在各生长期对钾肥的需要,收到了较好的效果。

#### 参考文献:

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会.《中国植物志》第十四卷.

科学出版社,1980

- [2] 《全国中草药汇编》编写组. 全国中草药汇编. 人民卫生出版社,1978
- [3] 罗毅波,陈心启. 中国长江中下游地区贝母属的修订,植物分类学报 第三十三卷第四期. 科学出版社,1995:592~596.
- [4] 罗毅波,陈心启. 中国横断山区及其邻近地区贝母属的研究(一)——川贝母及其近缘种的初步研究 植物分类学报 第三十四卷 第三期. 科学出版社,1996:304~312.
- [5] 罗毅波,陈心启. 中国横断山区及其邻近地区贝母属的研究(二) 植物分类学报 第三十四卷 第五期. 科学出版社,1996:547~553.