第 40 卷 第 2 期
2003 年 3 月

土 壤 学 报
ACTA PEDOLOGICA SINICA

Vol. 40, No. 2
Mar., 2003

杉木幼林地土壤肥力变化研究

方乐金[1] 张运斌[2]
(1 黄山学院森林资源与环境系, 安徽黄山 245041) (2 黄山市林业科学研究所, 安徽黄山 245000)

STUDIES ON SOIL FERTILITY CHANGES OF YOUNG FIR FORESTRY

Fang Le-jin[1] Zhang Yun-bin[2]
(1 *Department of Forestry and Environment, Huangshan Technological College, Huangshan, Anhui* 245041, *China*)
(2 *Huangshan Institute of Forestry Science, Huangshan, Anhui* 245000, *China*)

关键词 杉木, 土壤肥力
中图分类号 S714.8, S158

杉木是我国特有的主要造林树种, 绝大部分分布于长江以南广大中亚热带地区, 人工栽培历史悠久。由于传统的砍灌、炼山、整地、植树的更新方式, 直接破坏了森林土壤的枯枝落叶层和表土的物理性质。加之杉木为常绿针叶树, 叶片含 N 成分低, 从造林至主伐的漫长生长过程中, 林分凋落物少, 且不易分解, 因而加剧了地表冲刷, 林地土壤严重退化, 导致二代林生产力急剧下降。众多林业科技工作者曾予以高度关注和研究, 并初步讨论了杉木林地土壤退化的原因[1~4]。然而在杉木生长发育的不同时期, 尤其是幼林期土壤退化的进程如何, 可否采取土壤管理措施, 减轻退化程度的研究至今尚未见报道。为了了解杉木幼林地在不同时间、空间土壤肥力的变化状况, 为防止林地土壤肥力衰退提供技术参数, 因而研究了 1~ 4 年生杉木幼林林地土壤肥力的变化状况。本文报道了 4 年的研究结果, 分析了土壤肥力 11 项主要指标的变化趋势, 并提出了相应的土壤管理措施。

1 试验设计与方法

1.1 试验地概况

试验地位于安徽省黄山市休宁县东充林场, 东经 118° 10′, 北纬 29° 25′, 年降雨量 1 700 mm, 年均温 16.0℃。属低山丘陵地形, 土壤类型为千枚岩分化的山地黄棕壤, 土层厚 50~ 70 cm。前茬植被为亚热带区域次生灌丛林。林地经砍灌、炼山、穴状整地后栽植一年生杉木实生苗。

1.2 试验方法

杉木造林前, 选择三种有代表性的地段作为重复。采集每个重复原来植被下的本底土样各 1 个, 作为监测样品的对照。为了监测杉木对不同距离林地土壤肥力的影响情况, 分别在离树干 40 cm、80 cm 两种距离采集土样。从造林当年起连续采集 4 年, 每年都在 6 月 30 日至 7 月 2 日期间采集。

1.3 土样采集方法

在每个重复内确定 4 株平均木作为固定样株, 分别以 40 cm、80 cm 为半径, 在每株树四周确定 4 个采样点, 将这 16 个点的土样均匀混合, 用四分法获得该重复、该距离的监测土样。然后以同样方法采集另一距离的土样, 每个样品重 1 kg, 采样深度为 0~ 30 cm。采样后, 及时填平土坑, 并在采样点作标记, 便于次年继续采样。

1.4 土壤分析方法

每个土样的分析项目有: pH(H_2O)、pH(KCl)、有机质、全氮、速效氮、速效磷、速效钾、缓效钾、水解性

收稿日期: 2001- 10- 15; 收到修改稿日期: 2002- 04- 16

酸及交换性钙、镁等指标, 以中国科学院南京土壤研究所编的《土壤理化分析》和有关文献的方法[5]进行检测分析。

2　结果与分析

各项土壤肥力指标监测的结果表明(表 1), 从杉木造林当年至第四年, 不同指标的变化趋势各异, 现分述如下:

2.1　土壤酸度

2.1.1　活性酸　活性酸度是由于土壤溶液中的氢离子所引起的, pH 值表示土壤溶液中氢离子浓度的负对数, 氢离子浓度越大, pH 值越小, 土壤酸性就大, 反之, pH 值越大, 土壤酸性就小[6]。研究的监测结果表明(表 1), 造林当年土壤活性酸 pH 值最小(3.8), 土壤酸性大。以后逐年降低, 到第四年时, pH 值最大为 6.0, 升幅高达 57.9%, 年均上升 17.9%, 表明土壤酸性大幅度减弱。离杉木树干 40 cm、80 cm 两种距离, 土壤 pH 值在年份间的差异均达极显著水平(表 2)。自第二年起, 离树干 80 cm 处 pH 值比造林当年显著提高, 第三、四两年, 两种距离 pH 均极显著提高, 表明林地土壤酸性明显降低(表 1)。造林后林地裸露面积比例大, 降水的淋溶作用持续时间长使土壤中氢离子易于淋失, 盐基饱和度升高, 是导致后两年林地土壤酸性明显减弱的主要原因。

表 1　杉木幼林地土壤肥力指标不同年份监测值及标准差状况

距树干距离 (cm)	采样年份	pH (H_2O)	pH (KCl)	水解性酸 (mg kg^{-1})	有机质 (g kg^{-1})	全氮 (g kg^{-1})
40	造林当年	3.8±0.1	4.9±0.2	108±15	46±7	2.04±0.37
	第二年	4.0±0.2	5.2±0.3	81±15	35±5	1.80±0.08
	第三年	5.1±0.3**	3.9±0**	103±14	42±0	1.23±0.08*
	第四年	6.0±0.4**	4.0±0.3**	80±14	41±2	0.99±0.02**
80	造林当年	3.8±0.1	4.9±0.2	108±15	46±7	2.04±0.37
	第二年	4.0±0.2*	5.2±0.2	91±16	40±2	1.97±0.12
	第三年	5.1±0.2**	5.1±0.2	103±11	38±1	1.48±0.40
	第四年	5.9±0.1**	3.9±0.3**	84±16	43±3	1.09±0.08**

距树干距离 (cm)	采样年份	碱解氮	速效磷	速效钾	缓效钾	Ca^{2+}	Mg^{2+}
		(mg kg^{-1})					
40	造林当年	229±35	6.7±2.3	92±26	227±11	17.8±8.8	5.6±0.9
	第二年	217±12	6.7±2.3	131±42	308±61	30.6±2.7	7.9±5.0
	第三年	187±6	9.3±2.1	119±11	220±69	29.2±8.1	4.4±1.8
	第四年	156±28**	2.2±1.4*	108±29	348±69	24.1±2.4	12.2±6.6
80	造林当年	229±35	6.7±2.3	92±26	227±11	17.8±8.8	5.6±0.9
	第二年	246±23	6.0±3.5	129±43	305±50	26.7±2.1	11.3±2.8
	第三年	178±13*	10.3±2.1	105±15	210±36	24.5±9.3	2.5±1.0
	第四年	169±13*	1.3±1.4*	88±12	315±61	26.9±1.4	17.0±7.1*

注: * 表示与造林当年比较差异显著; ** 表示差异极显著。表中数值为 3 次重复的平均值, ±数值为标准差

2.1.2　潜性酸　潜性酸是土壤胶体上吸附的氢离子或铝离子所引起的酸性, 它只在一定条件下才显示[6]。潜性酸有代换性酸和水解性酸之分。对两类酸的监测结果表明(表 1), 代换性酸的变化趋势与活性酸相反, 酸性由弱变强, 不论离树干远近, 年份间的差异均达极显著水平(表 2)。造林第三年, 离树干 40 cm 处, pH 值显著降低。第四年时, 40 cm、80 cm 两种距离均极显著降低, 代换性酸随林龄增大而

增强。表明土壤胶体吸附的氢离子被代换的过程和作用,随活性酸的降低而显著加强,导致林地土壤代换性酸急剧增高。

水解性酸中包含了代换性酸,因此水解性酸度数值较大(表1)。从造林当年至第四年,水解性酸度总体上呈下降趋势,但阶段性消长状况无明显规律。监测分析结果表明,不同年份间、距离间差异均未达显著水平(表2)。这是由于林地经常除草松土,土壤胶体发生代换作用,使进入土壤溶液的代换性氢或铝离子浓度增加所致[6]。

土壤中的活性酸和潜性酸,是属于一个平衡系统中的两种酸,它们是相互联系、相互影响的。随着林地土壤活性酸的减弱必然导致潜性酸的增加。

表2 杉木幼林地土壤肥力指标区组间、年份间的 *F* 统计值表

距树干距离(cm)	变异来源	pH (H_2O)	pH (KCl)	水解性酸	有机质	碱解氮	速效磷	速效钾	缓效钾	全氮	Ca^{2+}	Mg^{2+}
40	重复间	< 1.00	< 1.0	< 1.0	< 1.0	1.24	< 1.0	< 1.0	< 1.0	1.00	< 1.0	< 1.0
	年份间	38.92**	25.34**	3.01	2.31	6.39*	5.82*	< 1.0	2.73	18.08**	1.94	1.58
80	重复间	3.84*	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	2.16	1.73
	年份间	261.20**	21.63**	1.52	2.11	5.83*	5.96*	1.21	3.50	7.10*	1.66	9.72*

注:重复显著值 $F_{0.05}$= 5.14, $F_{0.01}$= 10.92;年份显著值 $F_{0.05}$= 4.76, $F_{0.01}$= 9.78

2.2 有机质

土壤有机质是土壤固相的一个重要组成部分,与矿物质共同作为林木营养的来源,促进林木的生长发育,改善土壤的物理性质,提高土壤的保肥力和缓冲性。林地覆盖大量有机物残体是土壤有机质的重要来源[7]。由于该林地前茬植被为阔叶灌丛次生林,造林后原伐桩萌发茂盛,因每年抚育两次,大量幼嫩杂灌被锄后覆盖林地,且气候适宜,幼嫩杂灌腐殖质化过程较强,每年都有大量的有机质返还林地,因而该期间林地土壤保持较高的有机质,形成有机质含量丰富和稳定的状况。

2.3 全氮量与碱解氮

土壤全氮量是衡量土壤氮素供应状况的重要指标。本试验造林前本底土样高达0.204%,但随林龄增加,N元素被林木吸收和自然消耗越多,含氮量明显降低,四年生时已下降到0.10%左右,离树干越近(40 cm处),下降程度越显著。第三年时,就比造林当年显著降低,第四年时,在40 cm、80 cm两种距离均极显著降低(表1、表2)。

碱解氮是铵态氮(NH_4^+ - N)、硝态氮(NO_3^- - N)、亚硝态氮(NO_2^- - N)、氨基酸、酰胺和易水解的蛋白质的总和,是土壤中有效态氮的主要形式[6,8]。其数值大小反映了土壤近期可被植物利用的有效氮状况。本试验地土壤氮素水平较高,四年平均达197~206 mg kg^{-1}(表1)。但因易被植物吸收利用和易于淋失,故而随林龄增加,其含量迅速递减,年份间的差异极显著(表2)。离树干不同距离的变化趋势同全氮相似,离树越近下降越明显,两种距离在第三、四年时,显著或极显著地低于造林当年。

2.4 速效磷

磷是植物细胞核的重要成份,它对细胞分裂和植物各器官组织的分化发育,特别是开花结实具有重要作用[6],是植物体内生理代谢活动必不可少的一种元素。土壤速效磷含量是衡量土壤磷素供应状况的较好指标,在土壤诊断与施肥方面具有较大的实际意义。本研究测定结果,前三年,速效磷含量较高,到第四年显著下降(表1)。无论离树干远近,其下降幅度均达到显著水平(表2),由原来的6.7 mg kg^{-1}下降到1.3~2.2 mg kg^{-1}。林地速效磷消耗大的原因是磷在土壤中的双核化(转化为环状双核结构)和植物吸收作用较强所致[9],若不能及时补充,将影响林木生长。

2.5 土壤速效钾与缓效钾

土壤速效钾反应土壤钾素的现实供应状况。本试验地土壤含钾丰富,四年间平均达103.5~112.5 mg kg^{-1}。虽然造林前速效钾含量较低,但由于炼山使大量灰分物质渗入土壤,第二年速效钾含量

便呈现峰值, 增幅达 41.3%。此后逐年下降, 但年份间、距离间的差异均未达显著水平。

缓效钾虽不能被植物迅速吸收, 但与速效钾保持一定的平衡关系, 对保钾和供钾起着调节作用。本试验地缓效钾水平达 270 mg kg^{-1}左右, 可以源源不断地满足杉木对钾元素的需要。

2.6 钙、镁离子交换量

土壤阳离子交换量的大小, 基本上代表了该土壤可能保存的养分数量, 即保肥性的高低。交换量大的土壤, 保存速效养分的能力大, 反之则小[6], 因此可作为评价土壤供肥蓄肥能力的指标, 为合理施肥提供重要依据。本研究中测定的钙、镁离子交换量, 总体上后期高于前期, 表明林地土壤保肥能力趋于改善, 但 40 cm 处钙、镁交换量, 在年份间交换量差异未达显著水平, 离树 80 cm 处, 镁离子交换量差异显著, 而钙离子未达显著水平。

3 结　论

综上所述, 在杉木造林后的四年间, 林地各项土壤肥力指标对杉木的生长效应不同, 根据其变化的趋势和结果, 可将各项土壤肥力指标分为升高、降低和稳定三种类型。

升高型指标: 有活性酸 pH 值、交换性钙、镁 3 项指标。其中活性酸 pH 值由造林当年 3.8 上升至 6.0, 升幅高达 57.9%, 平均每年上升 19.3%, 表明土壤活性酸度明显下降。交换性钙、镁升高, 表明土壤保肥蓄肥能力增强。3 项指标变化的结果, 均明显改善了杉木林地土壤的理化性质, 对杉木幼林生长极为有利。

降低型指标: 有潜性酸中的代换性酸、碱解氮、全氮、速效磷 4 项指标。四年间下降幅度均达显著以上水平。除代换性酸降低对杉木幼林生长有利外, 其它 3 项指标均为杉木幼林需求量大、消耗多的元素, 因此杉木幼林在第二年后增施氮肥、磷肥, 对满足杉木生理活动需要, 促进杉木生长可起到事半功倍的作用。

稳定型指标: 有潜性酸中的水解性酸、有机质、速效钾、缓效钾 4 项指标, 在杉木幼林期较为稳定。水解性酸总体上虽呈下降趋势, 但变化不显著。有机质含量因除草抚育及良好的气候条件等因素影响, 腐殖质化过程较强, 每年返回林地土壤的有机质较高, 导致总量较稳定, 为杉木幼林生长提供了丰富的营养来源。速效钾在造林前含量较低, 由于炼山使大量灰分物质渗入土壤的缘故, 第二年土壤中速效钾含量便达到峰值, 第三、四年虽有下降趋势, 但不显著。缓效钾含量稳定, 保证了林地土壤在较长时期内有充足的钾素来源。

杉木造林后到四年生时, 林分逐渐郁闭, 是杉木幼林生长的重要时期, 土壤肥力主要指标的变化趋势表明, 该期间未形成明显的土壤退化现象。据此可推定杉木林地土壤肥力退化的进程主要发生在中林期及成熟期。

参考文献

1. 吴中伦主编. 杉木. 北京: 中国林业出版社, 1984
2. 吴蔚东, 刘开树. 阔叶林砍伐迹地上炼山造林对土壤系统中养分的影响. 江西农业大学学报, 1991, (1): 33~39
3. 俞新妥, 杨玉盛. 炼山对杉木人工林生态系统的影响Ⅰ. 炼山初期林地水土流失的初步研究. 福建林学院学报, 1989, (3): 238~255
4. 杨玉盛, 俞新妥. 炼山对杉木人工林生态系统的影响Ⅱ. 炼山初期林地土壤肥力变化初步研究. 福建林学院学报, 1989, (3): 263~271
5. 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析, 上海: 上海科学技术出版社, 1992
6. 北京林业大学编. 土壤学. 北京: 中国林业出版社, 1982
7. 曾希柏, 刘更另. 植被刈割对红壤酸度及有机无机复合状况的影响. 土壤学报, 2000, 37(2): 225~231
8. 吴蔚东, 张桃林, 孙波, 等. 人工杉木林地有机物和养分库的退化与调控. 土壤学报, 2000, 37(1): 41~47
9. 鲁如坤, 时正元, 钱承梁. 磷在土壤中有效性的衰减. 土壤学报, 2000, 37(3): 323~328