

高黎贡山不同森林类型土壤肥力状况研究

和丽萍, 李贵祥, 孟广涛, 柴勇, 李宁云

(云南省林业科学院, 昆明 650203)

摘要:以高黎贡山 7 种不同森林类型(亚高山草甸、灌丛、铁杉林、中山湿性常绿阔叶林、季风常绿阔叶林、热带沟谷雨林、干热河谷)土壤为研究对象,通过对林地土壤不同层次 pH、有机质及全氮、全磷、全钾及主要速效养分含量的测定,分析不同森林类型下土壤养分的差异状况。结果表明,除干热河谷土壤 pH 值呈碱性(平均为 7.10),其余 6 个森林类型土壤 pH 值均介于 4.09~5.26,呈酸性。且随深度增加,pH 呈现出稍微增大的趋势(除干热河谷外),土壤有机质、全氮、全磷、速效氮、速效磷含量均呈下降趋势。研究区总体上呈现出土壤有机质、全氮、全磷和速效性养分含量较高、土壤肥力较好,但不同森林类型土壤的肥力特征以及同一森林类型不同层次土壤的肥力特征均存在着差异。通过主成分分析计算各森林类型综合得分并进行排序,土壤肥力状况结果表明:亚高山草甸>灌丛>中山湿性常绿阔叶林>铁杉林>季风常绿阔叶林>热带沟谷雨林>干热河谷。

关键词:高黎贡山;森林类型;土壤肥力;综合评价

中图分类号:S714

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2015)06-0116-06

Study on Soil Fertility of Different Forest Types in Gaoligong Mountains

HE Liping, LI Guixiang, MENG Guangtao, CHAI Yong, LI Ningyun

(Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650203, China)

Abstract: Based on analysis of soil pH, the content of organic matter and main nutrients at the different levels of soil under seven different forest types (Subalpine meadow, Subalpine shrub, Hemlock forest, Mid-mountain moist evergreen broad-leaf forest, Monsoon evergreen broad-leaf forest, Tropical ravine rain forest, Dry-hot valley) in Gaoligong Mountains, we investigated the soil fertility of different forest types. The result showed that soil pH in dry-hot valley was alkaline (average of 7.10), the pH in remaining six forest soil types ranged from 4.09 to 5.26, and is acidic. The contents of soil organic matter, total N and P, available N and P tended to decrease with increase of soil depth. Soil organic matter, total nitrogen, total phosphorus and phosphorus contents in the Gaoligong mountain are higher, and soil fertility was better, but different of forest types of soil geochemical characteristics and the same forest types of different levels soil chemical characteristics were different. The soil fertility decreased in the order: Subalpine meadow>Subalpine shrub>Mid-mountain moist evergreen broad-leaf forest>Hemlock forest>Monsoon evergreen broad-leaf forest>Tropical ravine rain>Dry-hot valley.

Keywords: Gaoligong Mountains; forest types; soil fertility; comprehensive evaluation

土壤肥力状况是土壤的基本属性和本质特征,是土壤提供植物生长所需水分、养分、热量和空气的能力,是土壤物理、化学和生物学性质的综合反映^[1]。不同林分因其凋落物和凋落量的性质不同,养分归还量不同,故对林下土壤肥力的影响有很大的差异^[2-3]。研究表明,不同森林群落的凋落物、贮量、养分归还量及凋落物分解速率,对林下土壤肥力状况的影响不尽

相同;各树种凋落物的数量、化学成分和分解速率不同,导致不同林分下土壤养分有较大差异,不同树种对同种养分的吸收速率不同,因此,不同林分类型对土壤肥力的影响存在极大的差异^[4-6]。

森林土壤作为森林生态系统的重要组成成分和状态因子^[7],起着调节系统内外水分的分配及环境过滤器的作用,为植物的生长发育提供了必需的环境条件^[8]。

分析不同森林类型土壤养分状况特征的差异,有利于了解森林土壤及其森林类型的关系,为保护和扩大森林资源,建立比较完善的林业生态体系提供理论依据。不同森林类型土壤因其气候、成土母质、水文、植被和物质迁移堆积特征等因素表现出极大的差异。因此,研究土壤的肥力状况,揭示其空间变异规律和分布状况对实现生态系统可持续利用以及可持续发展具有重大意义。本研究选择高黎贡山 7 种不同森林类型,测定其不同层次土壤性质,对不同森林土壤的养分状况特征进行研究,进一步了解该地区土壤肥力和土壤质量状况,旨在为该区森林土壤资源的科学管理与评价以及森林植被的更新、保护与恢复提供理论参考。

1 材料与方 法

1.1 研究地区概况

高黎贡山自然保护区南段位于保山市隆阳区、腾冲县境内,北纬 $24^{\circ}56' - 26^{\circ}09'$,东经 $98^{\circ}34' - 98^{\circ}50'$;土壤垂直分异明显,垂直带谱较为完整,从山脚到山顶分布了相当于亚热带到寒温带的土壤类型^[9-10]。高黎贡山处于我国西部型季风气候区^[10],北部地区的降水具有四季均匀分配的特点,而南部地区干湿季十分明显。植被类型主要有:热带季雨林、亚热带常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、针叶林、灌丛植被、草丛、草甸等类型。高黎贡山是东亚植物区系的摇篮、植物区系之源、古南大陆和古北大陆植物区系的融合带、物种多样化的中心舞台、地球上生物资源最丰富的地区之一^[9-10]。高黎贡山自然保护区的土壤类型主要根据海拔高度来划分。在高黎贡山南段的东、西两侧坡面,其土壤垂直谱带有差异。东坡自怒江河谷(820 m)至山顶(3 250 m)的森林土壤类型依次为:褐红壤、黄红壤、黄棕壤、棕壤、暗棕壤、亚高山灌丛草甸土。西坡各土壤类型的分布高度比东坡高,从中缅 16 号界桩(1 740 m)起往上为:黄壤、黄棕壤、棕壤、暗棕壤、亚高山灌丛草甸土,其土壤类型的垂直分布状况见表 1^[11]。

1.2 土壤样品的采集

2013 年 7 月,分别在高黎贡山自然保护区南段 7 种不同森林类型:亚高山草甸与灌丛、铁杉林、中山湿性常绿阔叶林、季风常绿阔叶林、热带沟谷雨林、干热河谷,共设置了 21 个样地(表 2),样地面积为 $20\text{ m} \times 20\text{ m}$,每一个样地采样区按照 S 形布点法确定采样点;每个采样点分别采集 0—20 cm, 20—40 cm, 40—60 cm 三层剖面土样并将相应土层的土样混合,再用四分法缩分成为该层的混合土壤样品,分别装袋带回并进行室内分析。

表 1 高黎贡山南段东、西坡面不同土壤类型的垂直分布状况

东坡		西坡	
土壤类型	分布的海拔高度/m	土壤类型	分布的海拔高度/m
亚高山灌丛草甸土	3150~3250	亚高山灌丛草甸土	3150~3250
暗棕壤	2800~3150	暗棕壤	2900~3150
棕壤	2400~2800	棕壤	2600~2900
黄棕壤	2200~2400	黄棕壤	2200~2600
黄红壤	1500~2200	黄壤	1740~2200
褐红壤	820~1500		

1.3 土壤样品的预处理

采回的土壤样品放置在无太阳直射、相对无风、清洁的房间中自然风干,然后取风干样品 100 g,用木锤捣碎后过 20 目尼龙筛,再从中取 50 g 左右样品在玛瑙研钵中进一步磨细,充分研磨后使其全部过 100 目尼龙筛,将研磨过后的样品混匀,装入袋中密封保存,贴上标签、编上号,待测定。

1.4 试验方法

根据植被对土壤理化性质和肥力的影响,选择土壤有机质、全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷、速效钾和 pH 值等 8 个项目进行测定。土壤有机质测定采用油浴加热重铬酸钾容量法;全氮、速效氮测定采用硫酸—高氯酸消化—碱解扩散法、碱解扩散法;全磷、速效磷测定采用硫酸—高氯酸消化—钼锑抗比色法、氟化铵—盐酸提取—钼锑抗比色法;全钾、速效钾测定分别采用硫酸—高氯酸消化—火焰分光光度法、乙酸铵提取—火焰分光光度法;土壤 pH 值采用电位法^[12]。

1.5 数据处理

采用 Excel 和 DPS 进行数据处理,用 Duncan 新复极差法(SSR 法)进行多重比较。

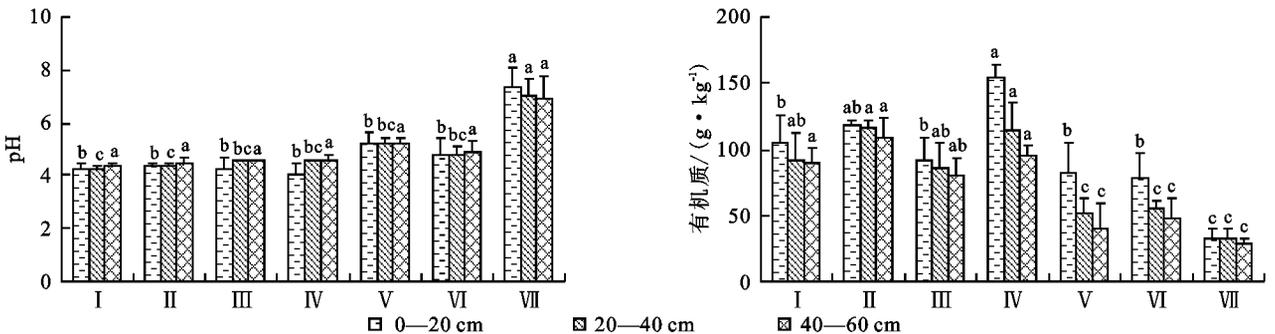
2 结果与分析

2.1 不同森林类型土壤 pH 和有机质的剖面分异特征

从图 1 可看出,研究区 7 个不同森林类型中干热河谷土壤 pH 值最大为 7.31,最小为 6.95,平均为 7.10,呈碱性,其余 6 个森林类型土壤 pH 值均介于 4.09~5.26,呈酸性。且随深度增加,pH 呈现出稍微增大的趋势(除干热河谷外),随着海拔的升高,pH 值呈下降趋势。干热河谷与其他 6 个森林类型 pH 差异性显著。由此可见,土壤酸性的强弱与残落物分解不完全和极大的降雨量有密切的关系,由于研究区除了干热河谷其他 6 个森林类型土壤表层有大量的枯枝落叶覆盖和强降雨引起盐基离子的下移^[7,13]。

表2 样地基本状况

编号	森林类型	经纬度	海拔/m	主要植物	坡向	土壤类型
I	亚高山草甸	98°44'10.8" 25°17'27.5"	3180	苔藓 <i>Bryophyta</i> , 地衣 <i>Lichen</i> , 悬钩子 <i>Rubus</i> sp., 蒿一种 <i>Artemisia</i> sp., 粘冠草 <i>Myriactis wightii</i> DC, 鳞毛蕨 <i>Dryopteris</i> sp., 毛轴蕨 <i>Pteridium reuolutum</i> , 白茅 <i>Imperata cylindrica</i> , 芒种花 <i>Hyp ericum uralum</i> , 长叶水麻 <i>Debregeasia longifolia</i>	东	亚高山草甸土
II	灌丛	98°44'13.4" 25°17'29.2"	3170	云南绣球 <i>Hydrangea yunnanensis</i> , 微绒绣球 <i>H. heteromalla</i> D. don, 大理柳 <i>Salix daliensis</i> , 地檀香 <i>Gaultheria forrestii</i> , 血红杜鹃 <i>Rhododendron sanguineum</i> , 夺目杜鹃 <i>Rh. arizelum</i> , 粗枝杜鹃 <i>Rh. basilicum</i> , 悬钩子	东	亚高山灌丛草甸土
III	铁杉林	98°44'28.5" 25°17'30.2"	2920	云南铁杉 <i>Tsuga dumosa</i> , 薄叶马银花 <i>Rhododendron leptothrium</i> , 大白花杜鹃 <i>Rh. decorum</i> , 南烛 <i>Lyonia ovalifolia</i> , 美丽马醉木 <i>Pieris Formosa</i> , 野八角 <i>Illicium simonsii</i> , 坚木山矾 <i>Symplocos dryophila</i> , 乔木茵芋 <i>Skimmia arborescens</i> , 印度木荷 <i>Schima Khassiana</i> , 江南越桔 <i>Vaccinium mandarinorum</i> , 翅柄紫茎 <i>Stewartia pteropetiolata</i> , 硬斗石栎 <i>Lithocarpus hancei</i>	东	暗棕壤
IV	中山湿性常绿阔叶林	98°45'34.9" 25°17'57.8"	2390	多变石栎 <i>L. variolosus</i> , 刺栲 <i>Castanopsis hystrix</i> , 红花木莲 <i>Manglietia insignis</i> , 针齿铁仔 <i>Myrsine semiserrata</i> , 银木荷 <i>S. argentea</i> , 坚木山矾, 柳叶金叶子 <i>Craibiodendron henryi</i> , 江南越桔	东	黄棕壤
V	季风常绿阔叶林	98°47'59.4" 25°15'17.0"	1490	香叶树 <i>Lindera communis</i> , 红木荷 <i>S. wallichii</i> , 青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i> , 扭子果 <i>Ardisia virens</i> , 粗穗石栎 <i>L. saepadmo</i> , 胡桃 <i>Juglans regia</i> , 隐纹杜茎山 <i>Maesa manipurensis</i> , 灰毛浆果楝 <i>Cipadessa cinerascens</i> , 粗毛羊蹄甲 <i>Bauhinia hirsuta</i> , 桂北木姜子 <i>Litsea subcoriacea</i> , 中平树 <i>Macaranga denticulata</i> , 毛叶合欢 <i>Albizia mollis</i>	东	黄红壤
VI	热带沟谷雨林	98°47'40.4" 25°18'34.6"	1430	扭子果, 隐纹杜茎山, 滇润楠 <i>Machilus yunnanensis</i> , 滇菜豆树 <i>Radermachera yunnanensis</i> , 粗穗石栎, 四角蒲桃 <i>Syzygium tetragonum</i> , 苦楝 <i>Melia azedarach</i> , 岭罗麦 <i>Tarennoidea wallichii</i> , 尼泊尔野桐 <i>Mallotus nepalensis</i>	东	褐红壤
VII	干热河谷	98°50'20.8" 25°17'13.9"	783	诃子 <i>Terminalia chebula</i> , 金合欢 <i>Acacia farnesiana</i> , 清香木 <i>Pistacia weinmannifolia</i> , 余甘子 <i>phyllanthus emblica</i> , 干檀香 <i>Osyris wightiana</i> , 灰毛浆果楝	东	褐红壤



注:不同字母代表相同土层不同森林类型在 $p < 0.05$ 水平差异显著。下同。

图1 不同森林类型土壤不同剖面层次土壤 pH、有机质含量

土壤有机质是土壤固相部分的重要组成部分,是植物养分和土壤微生物生命活动的能量来源^[14]。此外,它还是土壤结构的关键影响因子^[15],由此土壤有机质的含量大小可作为土壤肥力高低的一个重要指标。研究区不同森林类型土壤有机质含量存在显著性差异,且由于植物枯落物在土壤表层具有“表聚性”造成了有机质含量总体上随土层深度的增加而降低。

从图1可知,0—20 cm 土层有机质含量表现为:中山湿性常绿阔叶林>灌丛>草甸>铁杉林>季风常绿阔叶林>热带沟谷雨林>干热河谷;20—40 cm 土层表现为:灌丛>中山湿性常绿阔叶林>草甸>铁杉林>热带沟谷雨林>季风常绿阔叶林>干热河谷;40—60 cm 土层表现为:灌丛>中山湿性常绿阔叶林>草甸>铁杉林>热带沟谷雨林>季风常绿阔叶林>干

热河谷。中山湿性常绿阔叶林 0—20 cm 土层除与灌丛土壤有机质含量差异不显著外,与草甸、铁杉林、季风常绿阔叶林、热带沟谷雨林、干热河谷差异显著,干热河谷与其他 6 个森林类型差异均达到显著水平;20—40 cm 土层和 40—60 cm 土层存在同样的情况,草甸、灌丛、铁杉林、中山湿性常绿阔叶林土壤有机质含量差异不显著,季风常绿阔叶林、热带沟谷雨林、干热河谷之间的差异也不显著,而前四个类型与后三个类型之间的差异就达到了显著水平。综合看来,土壤有机质含量中山湿性常绿阔叶林>灌丛>草甸>铁杉林>热带沟谷雨林>季风常绿阔叶林>干热河谷,表明中山湿性常绿阔叶林土壤的肥力较高,而干热河谷肥力较低。

2.2 不同森林类型土壤全量养分的剖面分异特征

土壤全量养分特征分析土壤中全磷、全氮和全钾的含量能反映土壤“营养库”中养分总储量水平^[16]。从图 2 可知,土壤全磷含量总体表现为草甸>季风常绿阔叶林>灌丛>铁杉林>中山湿性常绿阔叶林>热带沟谷雨林>干热河谷;土壤全氮含量草甸>灌丛>中山湿性常绿阔叶林>铁杉林>季风常绿阔叶林>热带沟谷雨林>干热河谷;土壤全钾含量草甸>灌丛>中山湿性常绿阔叶林>铁杉林>季风常绿阔叶林>热带沟谷雨林>干热河谷。

不同剖面层草甸和季风常绿阔叶林、灌丛、铁杉林、中山湿性常绿阔叶林、热带沟谷雨林全磷含量的差异均不显著,而和干热河谷的差异达到了显著水平,干热河谷和季风常绿阔叶林、灌丛、铁杉林、中山湿性常绿阔叶林、热带沟谷雨林全磷含量的差异也均不显著;草甸、灌丛、中山湿性常绿阔叶林 0—20 cm 土层土壤全氮含量差异不显著,和铁杉林、季风常绿阔叶林、热带沟谷雨林、干热河谷存在显著性差异,20—40 cm,40—60 cm 土层干热河谷土壤全氮含量与其余 6 个森林类型的差异显著,而其余 6 个森林类型的全氮含量之间差异性不显著;草甸、灌丛、季风常绿阔叶林不同层次全钾含量差异不显著,铁杉林、中山湿性常绿阔叶林、热带沟谷雨林不同层次全钾含量差异也不显著,而干热河谷与其他的森林类型土壤全钾含量差异均表现为显著。

2.3 不同森林类型土壤速效养分的剖面分异特征

土壤速效氮、磷和钾的含量水平对于植物的生长起着关键作用,是反映土壤供应养分能力的重要指标。研究表明,植物的物种组成和结构与营养元素的循环有关^[16-17]。由此可见,土壤速效氮、磷、钾的分布特征对于了解森林生态系统的土壤肥力和营养元素的循环有着重要的意义。

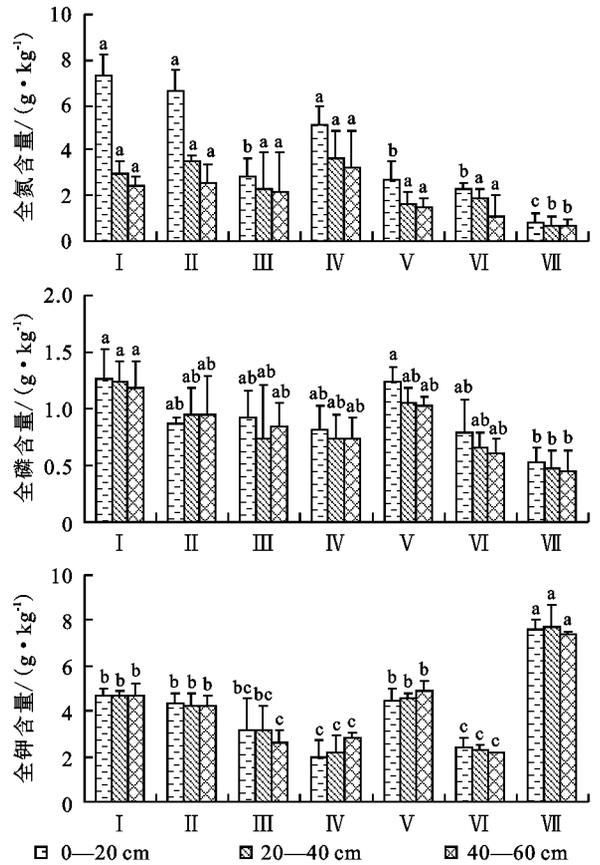


图 2 不同森林类型土壤不同剖面层次土壤全量养分含量

由图 3 可看出,土壤速效养分含量总体上随土层深度的增加而降低,土壤速效钾含量干热河谷>季风常绿阔叶林>热带沟谷雨林>草甸>中山湿性常绿阔叶林>灌丛>铁杉林;土壤速效氮含量草甸>灌丛>中山湿性常绿阔叶林>季风常绿阔叶林>热带沟谷雨林>铁杉林>干热河谷;土壤速效磷含量季风常绿阔叶林>热带沟谷雨林>灌丛>草甸>铁杉林>中山湿性常绿阔叶林>干热河谷。

不同森林类型不同剖面层次土壤速效养分含量存在显著性差异。0—20 cm 土层季风常绿阔叶林土壤速效钾和热带沟谷雨林、干热河谷的差异不显著,和草甸、灌丛、铁杉林、中山湿性常绿阔叶林的差异显著;20—40 cm 土层土壤速效钾季风常绿阔叶林和干热河谷的差异不显著,和其他的森林类型差异均存在显著性差异,草甸、灌丛、铁杉林、中山湿性常绿阔叶林、热带沟谷雨林的差异不显著;40—60 cm 土层土壤速效钾干热河谷和热带沟谷雨林、季风常绿阔叶林的差异不显著,和草甸、灌丛、铁杉林、中山湿性常绿阔叶林的差异显著,季风常绿阔叶林和草甸、热带沟谷雨林差异不显著,和干热河谷、灌丛、铁杉林、中山湿性常绿阔叶林的差异存在显著水平。0—20 cm 土层土壤速效氮灌丛和草甸、中山湿性常绿阔叶林、季风常绿阔叶林的差异不显著,和铁杉林、热带沟谷雨林、干热河谷的差异显著,20—40 cm 土层土壤速效

氮草甸和其他森林类型存在显著水平,灌丛除中山湿性常绿阔叶林外和其他 6 个森林类型差异显著,中山湿性常绿阔叶林和季风常绿阔叶林、热带沟谷雨林的差异不显著,和草甸、铁杉林、干热河谷存在显著差异,40—60 cm 土层土壤速效氮灌丛和草甸、中山湿性常绿阔叶林的差异不显著,和铁杉林、季风常绿阔叶林、热带沟谷雨林、干热河谷的差异显著,铁杉林和季风常绿阔叶林、热带沟谷雨林的差异不显著,和草甸、灌丛、中山湿性常绿阔叶林、干热河谷的差异显著。0—20 cm 土层土壤速效磷草甸和季风常绿阔叶林存在显著差异外和其他 6 种森林类型的差异均不显著,20—40 cm 土层土壤速效磷热带沟谷雨林和中山湿性常绿阔叶林、干热河谷的差异显著,和草甸、灌丛、铁杉林、季风常绿阔叶林差异不显著,40—60 cm 土层土壤速效磷季风常绿阔叶林和中山湿性常绿阔叶林、干热河谷的差异显著,和草甸、灌丛、铁杉林、热带沟谷雨林差异存在显著水平。

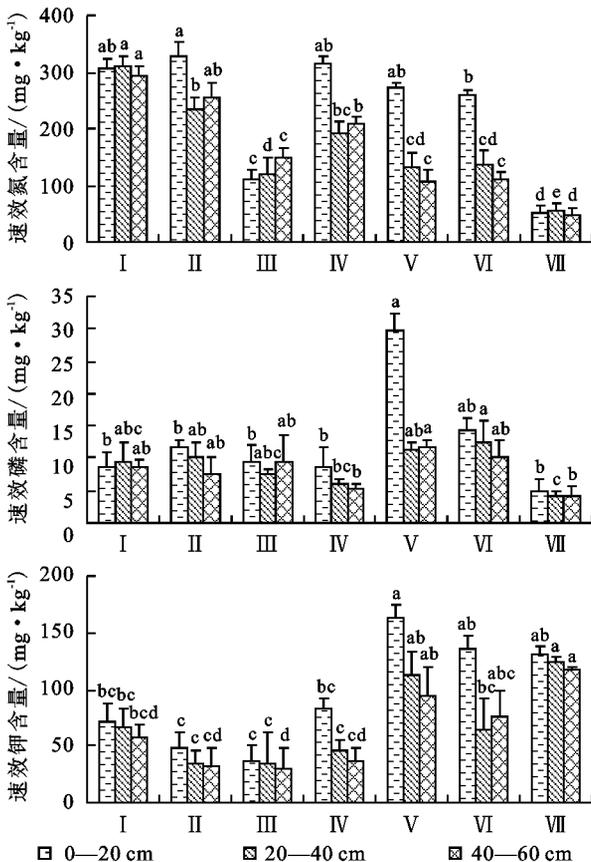


图 3 不同森林类型土壤不同剖面层次土壤速效养分含量

2.4 不同森林类型土壤肥力的综合评价

比较不同森林类型土壤肥力水平时,不同森林类型土壤 pH 值、土壤有机质、全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷和速效钾等变化不一且又存在着一定的相关性,因此可以通过主成分分析,将原来较多的变量化为少数几个能综合反映其土壤肥力因素的新变量,

用于衡量其土壤肥力水平。表 3 显示 8 个指标(pH 值、有机质、全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷和速效钾)的特征根及主成分的贡献率,前 2 个特征值的累积贡献率为 82.601%,表明这 2 个特征值已提供全部指标 75% 以上的信息。其中,有机质、全氮、速效氮在第一主成分中发挥重要作用,土壤肥力综合水平随着这些因子的增加而呈上升趋势;而速效磷、全磷、速效钾在第二主成分中发挥重要作用。

表 3 主成分分析的特征根及其贡献率

主成分	特征根	贡献率/%	累积贡献率/%
1	4.965	62.061	62.061
2	1.643	20.539	82.601
3	0.998	12.476	95.077
4	0.239	2.984	98.061
5	0.102	1.274	99.335
6	0.053	0.665	100.000

通过主成分分析计算各森林类型综合得分并进行排序(表 4),结果表明,草甸>灌丛>中山湿性常绿阔叶林>铁杉林>季风常绿阔叶林>热带沟谷雨林>干热河谷。表明草甸土壤肥力最好,而干热河谷土壤肥力最差,并且土壤肥力随海拔升高而增加,这说明草甸表层土壤由于根系分布较多,对于维护其土壤的自肥能力具有较大的潜力。灌丛、中山湿性常绿阔叶林、铁杉林、季风常绿阔叶林土壤有机质的含量较丰富,土层较厚,土壤肥力较好。

表 4 综合主成分值

林型	第一主成分		第二主成分		综合	
	得分	排名	得分	排名	得分	排名
草甸	2.00	2	0.49	3	1.34	1
灌丛	2.02	1	-0.50	4	1.15	2
铁杉林	0.45	4	-0.74	5	0.13	4
中山湿性常绿阔叶林	1.82	3	-1.26	7	0.87	3
季风常绿阔叶林	-0.98	6	2.67	1	-0.06	5
热带沟谷雨林	-0.64	5	0.54	2	-0.29	6
干热河谷	-4.67	7	-1.20	6	-3.14	7

3 结论与讨论

(1) 本研究中,7 种不同森林类型有机质、有效氮、磷、钾的含量基本上都随土壤深度增加而减少,这是因为森林土壤养分主要来源于地上植被枯枝落叶物的分解,从而造成土壤养分具有“表聚性”。森林中林木从土壤中吸取的矿质养分相当一部分以凋落物的形式归还土壤,不同的林分具有不同的物种组成、生物学等特性,使得其凋落物的种类和数量及其分解

速率均存在较大差异,从而引起林地不同土层土壤的有机质含量和分布状况不同;林地土壤全氮和全磷的含量同样与凋落物的积累有关,土壤中的氮和磷被植物吸收之后又以凋落物的形式归还土壤,所以林地土壤上层中的速效氮、磷含量高于土壤下层。

(2) 研究表明,高黎贡山研究区总体上呈现出土壤有机质、全氮、全磷和速效性养分含量较高、土壤肥力较好,但不同森林类型土壤的肥力特征以及同一森林类型不同层次土壤的肥力特征均存在着差异,不同森林类型土壤养分变化存在差异。在土壤综合肥力方面,通过主成分分析7种森林类型土壤肥力排序为:草甸>灌丛>中山湿性常绿阔叶林>铁杉林>季风常绿阔叶林>热带沟谷雨林>干热河谷。

(3) 高黎贡山研究区不同森林类型对土壤肥力状况的影响不同。其中,草甸、灌丛、中山湿性常绿阔叶林土壤有机质含量较高,能很好地促进土壤养分含量的增加,使其土壤肥力状况较好;各森林类型土壤化学指标大小顺序并非完全一致(图1—3),土壤有机质含量高的土壤其全氮、全磷、速效磷、速效钾等含量也不一定都比较高,由此可知影响土壤肥力的因素十分复杂,应从土壤物理、化学、生物学等各个方面全面揭示土壤的肥力特征。土壤肥力是土壤的基本属性和本质特征,是土壤提供植物生长所需水分、养分、空气和热量的能力,是土壤物理、化学和生物学性质的综合体现。本研究中,我们仅从土壤化学特性状况对高黎贡山不同森林类型的土壤肥力进行了分析研究,为了更加全面系统深入地了解该区土壤肥力特征,下一步应加强对土壤物理和生物学性状等方面的研究。

参考文献:

- [1] 朱祖祥,林成谷,段孟联,等. 土壤学[M]. 北京:农业出版社,1983.
- [2] 费鹏飞. 森林凋落物对林地土壤肥力的影响[J]. 安徽农学通报,2009,15(13):55-56.
- [3] 林波,刘庆,吴彦,等. 森林凋落物研究进展[J]. 生态学杂志,2004,23(1):60-64.
- [4] 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):346-351.
- [5] 薛立,吴敏,徐燕,等. 几个典型华南人工林土壤的养分状况和微生物特性研究[J]. 土壤学报,2005,42(6):1017-1022.
- [6] 余雕,朱盼盼,程苗苗,等. 长白山不同林分土壤肥力状况比较研究[J]. 西北林学院学报,2011,26(4):7-12.
- [7] Jenny H. The soil resource:Origin and behavior [M]. New York:Springer Verlag,1980.
- [8] Doran J W, Coleman D C, Bezdicek D F, et al. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment [M]. Madison Wisconsin:Soil Sci Soc of Am Spec Publ,1994.
- [9] 陈娟娟. 高黎贡山南北段西坡中山湿性常绿阔叶林对比研究[D]. 昆明:西南林学院,2008.
- [10] 西南林学院. 高黎贡山国家级自然保护区[M]. 北京:中国林业出版社,1995.
- [11] 何蓉,杨卫,李玉媛,等. 高黎贡山南段2种森林类型的土壤特性研究[J]. 西部林业科学,2004,33(3):46-52.
- [12] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业科技出版社,2000.
- [13] 刘秀菊,余清发,褚国伟,等. 鼎湖山主要森林类型土壤pH值动态变化[J]. 土壤与环境,2001,10(1):39-41.
- [14] 徐志友,余峰,高红军,等. 半干旱黄土丘陵区不同坡位退耕还林还草地土壤养分的变异规律[J]. 中国水土保持,2010(8):39-41.
- [15] Cihacek L J, Swan J B. Effects of erosion on soil chemical properties in the nerth central region of the Unital States [J]. Journal of Soil and Water Conservation,1994,40(3):259-265.
- [16] Rboertson G P, Vitowsek P M. Nitrification potentials in primary and secondary succession [J]. Ecology,1981,62,376-386.
- [17] Vitousek P M, Mat son P A&Van Cleve K. Nitrogen availability and nitrification during succession, primary, secondary and old field seres[J]. Plant and Soil,1989,115,229-239.