

米仓山彩叶景观林土壤速效 N、P、K 含量特征*

何方永^{1,2}, 杨建¹, 彭培好¹

(1. 成都理工大学生态资源与景观研究所, 成都 610059; 2. 成都大学旅游文化产业学院, 成都 610106)

摘要:通过土壤剖面取样法对川东北米仓山景区5种彩叶景观林土壤的速效N、P、K含量进行了初步研究。结果表明:速效N、P、K含量在5种彩叶景观林森林土壤剖面上具有明显的层次性,即腐殖质层高于淋溶层;除淋溶层速效K外,速效N、P、K含量分布特征为天然林高于人工林;天然林中,常绿落叶混交林高于针阔混交林。速效N、P、K含量在巴山水青冈林及其混交林中都高于米心水青冈林及混交林。研究揭示森林群落类型可能是影响米仓山彩叶景观林秋季土壤速效N、P、K含量的重要因子。

关键词:米仓山;彩叶景观林;土壤速效N、P、K

中图分类号:P96

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2014)06-0039-06

氮(N)、磷(P)和钾(K)被称为土壤养分3要素,是维持植物生长所需的大量元素。土壤速效N、P、K是森林植物可直接吸收利用的营养元素,其分布特征对于森林生态系统的土壤肥力和营养元素循环有重要意义^[1]。部分地区森林土壤速效N、P、K的时空特征及其与不同演替阶段森林群落的关系已有学者关注^[1-4]。但土壤养分特征与特色森林景观类型之间的关系鲜有讨论。川东北米仓山秋季彩叶景观林规模大、品质高,保存有原始米心水青冈与巴山水青冈林,是区域最重要的特色森林生态旅游资源之一。目前关于此区域森林土壤速效N、P、K含量特征与不同类型彩叶景观林关系的研究较少。本研究选择四川省米仓山国家森林公园内不同类型彩叶景观林为对象,调查分析其土壤速效N、P、K分布特征及其与彩叶景观林类型的关系,以期加深对彩叶景观林森林群落生长机制的认识,为米仓山彩叶景观维持调控与可持续旅游利用提供科学依据。

1 研究区彩叶景观林概况

米仓山国家森林公园位于四川盆地东北南江县,距南江县城约60 km,地理坐标为E106°38'50"~107°05'56",N32°31'12"~32°44'29"。平均海拔高度1400 m以上,最高峰光雾山海拔2507 m。属北亚热带东南季风湿润气候,年均气温13℃,年均降雨量1350 mm。土壤垂直分布带谱十分明显,海拔1300 m以下为山地黄壤,海拔1300~2100 m为山地黄棕壤,海拔2100 m以上为山地棕壤。所在区域具有川、陕、渝森林旅游“金三角”之美誉,秋季彩叶景观在国内同类旅游景观中独具特色。

对研究区彩叶景观森林群落类型进行踏查的基础上,以旅游美学价值为依据,优选5类彩叶景观林为研究对象,即巴山水青冈(*Fagus pashanica*)落叶阔叶林、巴山水青冈-宜昌润楠(*Machilus ichangensis*)常绿树所构成的常绿落叶混交林、米心水青冈(*Fagus engleriana*)落叶阔叶林、米心水青冈-华山松(*Pinus armandi*)针阔混交林、日本落叶松(*Larix kaempferi*)人工林。米心水青冈与巴山水青冈是构成米仓山秋季彩叶景观的主要树种,色泽亮丽,林冠呈波浪形且较整齐,旅游美学价值较高。巴山水青冈-宜昌润楠常绿落叶混交林、米心水青冈-华山松针阔混交林层次结构简单,以橙黄色彩为主,间杂绿色,旅游美学价值略逊于米心水青冈落叶阔叶林、巴山水青冈落叶阔叶林。巴山水青冈落叶阔叶林的乔木层以巴山水青冈占绝对优势,平均树高20 m,最高27 m,平均胸径27 cm,平均冠幅4.5×4.5 m²,郁闭度0.6~0.8,间或有锐齿槲栎(*Quercus aliena* var. *acuteserrata*)、深

* 收稿日期:2013-10-08 修回日期:2014-02-10 网络出版时间:2014-11-19 21:49

资助项目:四川景观与游憩研究中心2014年度课题(No. JGYQ201408)

作者简介:何方永,女,副教授,博士研究生,研究方向为资源保护与可持续利用,E-mail:bhfg@edu.edu.cn;通讯作者:彭培好,E-mail:peih-aop@163.com

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20141119.2149.008.html>

裂中华槭(*Acer sinense* var. *longilobum*)、青冈(*Cyclobalanopsis glauca*)、包石栎(*Lithocarpus cleistocarpus*)等树种散落其间,秋季群落外貌为橙黄色。巴山水青冈-宜昌润楠常绿落叶混交林的乔木层可分为两层,第一亚层高 15 m,以巴山水青冈为主,第二亚层高 11 m,宜昌润楠占优,偶有灯台树(*Cornus controversa*)、水青树(*Tetracentron sinense*)等落叶树种以及青冈、细叶青冈(*Cyclobalanopsis myrsinaefolia*)等常绿树种穿插在两个亚层之间。米心水青冈落叶阔叶林中,乔木层以米心水青冈为主要优势种,群落中混有刺叶栎(*Quercus spinosa*)、锐齿槲栎、巴山水青冈等高大乔木,树高平均约 18 m,最高可达 25 m,平均胸径 30 cm 左右,最大可达 60 cm 以上,郁闭度 0.6~0.8,秋季群落外貌为橙黄色。米心水青冈-华山松针阔混交林的乔木层由两个亚层构成,第一亚层以米心水青冈为主,第二亚层华山松则占优势,华山松多为人工栽种,郁闭度 0.5~0.8。日本落叶松林为人工林,层次结构简单,乔木层只有日本落叶松,平均高约 15 m,平均胸径约 10~25 cm,平均冠幅 $2 \times 2 \text{ m}^2$,秋冬季群落外貌金黄色,林冠较整齐,总郁闭度达 0.7 以上。

2 研究方法

于 2012 年 10 月在每类彩叶景观林设置 1 个 $50 \text{ m} \times 50 \text{ m}$ 样地,共 5 个样地,样地资料见表 1。将每个样地划分为 4 个 $25 \text{ m} \times 25 \text{ m}$ 的小样地,在每个小样地内,对胸径 $\geq 3 \text{ cm}$ 的乔木进行每木检尺,记录树高、枝下高、冠幅和胸高直径;在每个小样地内机械设置 5 个 $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ 灌木样方和 5 个 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 草本样方,记录每个灌木样方内灌木层物种的高度、冠幅和基径;记录草本样方内草本层物种的高度和盖度。乔木树种重要值和 Shannon-Wiener 生物多样性指数采用下列计算公式

$$\text{重要值} = (\text{相对密度} + \text{相对频度} + \text{相对显著度}) / 3$$

$$\text{Shannon-Wiener 多样性指数 } H = - \sum P_i \ln P_i$$

土壤取样以机械布点方式在每个样地的 4 个角和中心设置 5 个样点,每个样点挖一土壤剖面取淋溶层与腐殖质层土样装入布袋带回,将土壤样品晾干后去除落叶、石砾杂物,研磨过筛待用。采用酚二磺酸比色法测定土壤中速效 N 的含量,采用钼锑抗比色法测定土壤中的速效 P 的含量,采用 $1 \text{ mol/L NH}_4\text{Ac}$ 浸提—火焰光度法测定土壤中速效 K 含量。

表 1 米仓山不同彩叶景观林样地概况

Tab. 1 Outline of all plots of different colorful leaf landscape forests in Mt. Micang

样地	地点	景观类型	海拔/m	坡向/(°)	坡度/(°)	盖度/%
P1	天然画廊	巴山水青冈落叶阔叶林(A)	1 567.1	NE10	30	96
P2	大小兰沟	米心水青冈落叶阔叶林(B)	1 364.7	NW10	48	90
P3	黑熊沟	米心水青冈-华山松针阔混交林(C)	1 589.9	NW40	42	93
P4	魏家坝	巴山水青冈-宜昌润楠常绿落叶混交林(D)	1 476.0	NE4	35	65
P5	铁炉坝	日本落叶松林(E)	1 478.9	NE5	22	90

3 结果与分析

3.1 土壤速效 N、P、K 的统计特征

米仓山彩叶景观林土壤腐殖层、淋溶层速效 N、P、K 的平均含量分别为 361.87、26.45、74.23、127.30、8.49、50.78 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$,速效 N 含量丰富,速效 K 尤其是速效 P 含量相对较低。变异系数中等,腐殖层速效 N 的变异系数最大,为 58.40%,反映该区域土壤速效 N、P、K 存在空间分异,但不十分明显(表 2)。

速效 N、P、K 含量在 5 种彩叶景观林的土壤剖面上具有明显的层次性,即腐殖质层高于淋溶层(表 2)。对不同土层下速效 N、P、K 含量进行方差分析, p 值分别为 0.031、0.002、0.037,均小于 0.05,表明不同土层下速效 N、P、K 存在显著差异。这是因为森林植物生长所需的大部分 N 和部分 P、K 来源于植物凋落物与土壤有机质分解,在表层土壤中,枯枝落叶较多,有机质含量较高,N、P、K 来源充足^[5]。样地 P1、P2、P3 位于米仓山国家森

林公园内,生态环境原始,阔叶落叶林产生大量凋落物,土壤养分充足,因而上层土壤速效 N、P、K 含量大大高于淋溶层。

表 2 米仓山不同彩叶景观林秋季土壤速效 N、P、K 一般统计特征

Tab. 1 Outline of forest soil plots of different colorful leaf landscape forests in Mt. Micang

指标	极小值/(mg · kg ⁻¹)	极大值/(mg · kg ⁻¹)	均值/(mg · kg ⁻¹)	标准差	变异系数/%
速效 N	141.45	630.52	361.87	211.32	58.40
腐殖层 速效 P	12.03	36.67	26.45	9.32	35.24
速效 K	49.57	96.50	74.23	22.73	30.62
速效 N	34.78	185.21	127.30	60.48	47.51
淋溶层 速效 P	3.23	12.37	8.49	3.90	45.94
速效 K	32.35	79.99	50.78	20.10	39.58

3.2 速效 N 在不同彩叶景观林中的分布特征

5 种彩叶景观林的腐殖质层,速效 N 含量巴山水青冈林最高,其它依次为巴山水青冈-宜昌润楠林、米心水青冈林、米心水青冈-华山松林、日本落叶松林,分别为 630.52、540.31、261.45、235.63、141.45 mg · kg⁻¹。在淋溶层,速效 N 含量在 5 种森林土壤中表现出一致的分布规律,其中巴山水青冈林速效 N 含量最高为 185.21 mg · kg⁻¹,日本落叶松林速效 N 含量最低,为 34.78 mg · kg⁻¹(图 1)。

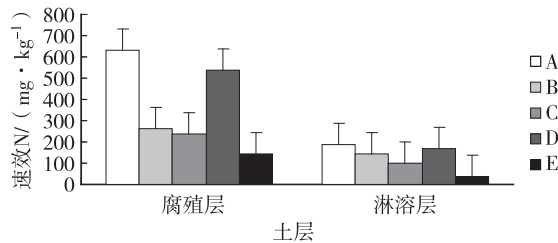


图 1 不同彩叶景观林土壤速效 N 分布特征

(A、B、C、D、E 同表 1)($\bar{x} \pm s, N=5$)

Fig. 1 Available nitrogen concentration from soil of different colorful leaf landscape forests($\bar{x} \pm s, N=5$)

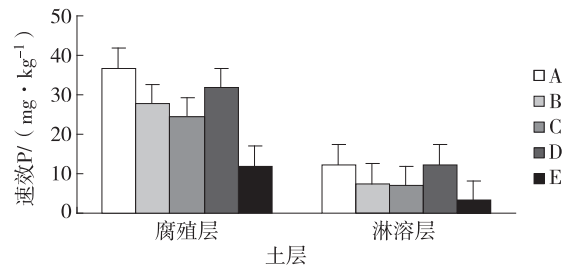


图 2 不同彩叶景观林土壤速效 P 分布特征

(A、B、C、D、E 同表 1)($\bar{x} \pm s, N=5$)

Fig. 2 Available phosphorus concentration from soil of different colorful leaf landscape forests($\bar{x} \pm s, N=5$)

3.3 速效 P 在不同彩叶景观林中的分布特征

在土壤腐殖层,速效 P 含量巴山水青冈最高,其它依次为巴山水青冈-宜昌润楠林、米心水青冈、米心水青冈-华山松林、日本落叶松林。速效 P 在淋溶层的分布也大致服从此规律,含量最高与最低的景观林类型分别为巴山水青冈林和日本落叶松林,分别为 12.37、3.23 mg · kg⁻¹(图 2)。

3.4 速效 K 在不同彩叶景观林中的分布特征

图 3 表明,在土壤腐殖层中,速效 K 含量巴山水青冈林中最高,其它依次为巴山水青冈宜昌润楠林、米心水青冈-华山松林、米心水青冈林、日本落叶松林。速效 K 在淋溶层中的含量以巴山水青冈-宜昌润楠林最高,其它依次为巴山水青冈林、日本落叶松林、米心水青冈林、米心水青冈-华山松林。

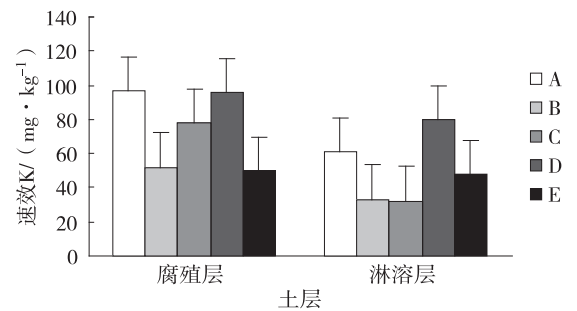


图 3 不同彩叶景观林土壤速效 K 分布特征

(A、B、C、D、E 同表 1)($\bar{x} \pm s, N=5$)

Fig. 3 Available potassium concentration from soil of colorful leaf landscape forests($\bar{x} \pm s, N=5$)

4 讨论

川东北米仓山彩叶景观林秋季土壤速效 N、P、K 的含量因彩叶景观林类型而异并呈现出一定的规律变化。

除淋溶层速效 K 外,速效 N、P 含量在各土层中都表现出近似的分布规律,即天然林高于人工林,而在天然林中,常绿落叶混交林大于针阔混交林。速效 N、P、K 含量在巴山水青冈林及其混交林中均高于米心水青冈林及混交林。表明土壤养分元素与森林群落类型有着密切关系。

日本落叶松林速效 N、P 含量在 5 种群落类型的各土层中都明显低于其他样地。究其原因,凋落物分解是森林土壤养分回归的主要途径^[6],而日本落叶松林枯落物富含难分解的木质素,产生一种呈强酸性的富里酸水溶液,抑制土壤细菌活动从而影响土壤养分的回归。而且日本落叶松人工林群落结构简单,土壤微生物数量少,分解能力较弱,凋落物的积累明显大于分解,削弱了系统的自肥能力^[7]。各地引种日本落叶松的实践也表明,日本落叶松长期生长导致地力严重衰退,土壤环境质量趋恶^[8]。与此同时,米仓山生态环境原始古朴,地处我国北亚热带与暖温带过渡的地带,生物多样性丰富,保存完好的米心水青冈与巴山水青冈林积累大量凋落物,腐殖质丰富,分解能力强,大量养分元素进入土壤,土壤肥力较好。因此速效 N、P 及腐殖质层的速效 K 在另 4 种天然彩叶景观林型中含量相对较高。

森林土壤养分主要来源于土壤母质风化和凋落物养分归还,但同时也受植被类型、气候环境等因素影响^[5]。本研究中 5 种森林类型土壤母质、气候环境相似,海拔高度差距不大,森林群落类型可能是影响速效 N、P、K 含量的重要因子。巴山水青冈林速效 N、P 含量大于米心水青冈林的原因可能在于被调查的米心水青冈群落下有茂盛巴山木竹(*Bashania fargesii*)等竹类植物生长。一方面竹林在一定程度上抑制了灌木层与草本层的生长,森林群落生物多样性降低^[9],凋落物减少,归还到土壤中的养分减少;另一方面,茂密的竹林也在一定程度上阻碍凋落物归还到土壤,进一步减少土壤养分。

土壤中速效 N、P、K 与彩叶景观森林群落多样性与乔木层优势种也可能存在一定的关系。米仓山 5 种彩叶景观林群落乔木层、灌木层与草本层的多样性指数及相关性关系见表 3、表 4。可以看出,群落多样性与土壤速效 N、P、K 含量有一定的关系。5 种彩叶景观林群落多样性指数关系为:人工林小于天然林。群落多样性指数与土壤速效 N、P、K 相关性分析表明,腐殖层、淋溶层的 N、P、K 含量与乔木层、灌木层和草本层多样性指数均存在一定相关性,除淋溶层 K 外,各土壤层的速效 N、P、K 含量与乔木层多样性指数呈显著相关(相关系数大于 0.5),与灌木层与草本层多样性指数低度相关(相关系数大于 0.3),甚至不相关(相关系数小于 0.3),表明土壤元素含量受乔木层物种多样性影响较多,而灌木层、草本层的物种多样性对土壤元素含量作用较小。

表 3 彩叶景观林群落基本特征比较

Tab. 3 Characteristic comparison of different colorful leaf landscape forests

景观类型群落	乔木层物种名	重要值/%	优势种	多样性指数(Shannon-Wiener)		
				乔木层	灌木层	草本层
A	巴山水青冈	58.77	巴山水青冈	1.360 5	1.359 3	2.238 1
	五裂槭(<i>Acer oliverianum Pax</i>)	16.49				
	板栗(<i>Castanea mollissima Bl</i>)	8.46				
B	米心水青冈	54.10	米心水青冈	0.854 8	2.316 1	2.103 7
	栓皮栎	15.05				
	四川卫矛	8.69				
C	米心水青冈	45.17	米心水青冈	1.560 8	1.450 4	0.367 6
	华山松	27.78				
	锐齿槲栎	13.93				
D	巴山水青冈	41.78	巴山水青冈	1.908 0	2.999 1	1.748 1
	宜昌润楠	18.94				
	水青树	13.51				
E	日本落叶松	100	日本落叶松	0	1.376 1	1.649 0

表4 土壤速效 N、P、K 含量与物种多样性指数的相关系数

Tab. 4 Characteristic comparison of between concentration of available nitrogen, phosphorus and potassium of soil species diversity indexes

土壤层元素	乔木层	灌木层	草本层
腐殖层 N	0.675	0.293	0.466
腐殖层 P	0.783	0.344	0.354
腐殖层 K	0.848	0.201	0.010
淋溶层 N	0.747	0.462	0.443
淋溶层 P	0.816	0.454	0.365
淋溶层 K	0.431	0.497	0.410

5.2 建议

米仓山彩叶景观林是川东北最优质生态旅游资源之一,发展秋季彩叶旅游对区域经济发展具有重要意义。如何将彩叶景观林维持在最有利于生态旅游发展的状态是米仓山彩叶旅游面对的科学问题。首先,要保护彩叶景观林赖以生存的生态环境,保护好水青冈天然林及生态环境,维持与提高土壤肥力。第二,逐渐减少日本落叶松等人工林的面积。日本落叶松林虽然可以丰富米仓山彩叶景观类型,但大面积营造容易引起土壤肥力下降,不利于区域生态环境保护与彩叶景观的旅游可持续利用。第三,继续研究不同类型彩叶景观林美学价值与生态环境之间的关系,寻找旅游美学价值与生态环境价值最高的彩叶景观类型,利用群落生态学理论人为调控彩叶景观类型服务彩叶生态旅游。

参考文献:

- [1] 杨万勤,钟章成,陶建平,等. 缙云山森林土壤速效 N、P、K 时空特征研究[J]. 生态学报,2001,21(8):1286-1289.
Yang W Q, Zhong Z C, Tao J P, et al. Study on temporal and spatial characteristics of available soil nitro-gen, phosphorus, and potassium among the forest ecosystem of Mt. Jinyun[J]. Acta Ecologica Sinica, 2001, 21(8): 1286-1289.
- [2] 渠开跃,代力民,冯慧敏,等. 辽东山区不同林型土壤有机质和 NPK 分布特征[J]. 土壤通报,2009,40(3):558-561.
Qu K Y, Dai L M, Feng H M, et al. Soil fertility characteristics of main forest types in eastern mountain areas of Liaoning[J]. Chinese Journal of Soil Science, 2009, 40(3): 558-561.
- [3] 莫江明,郁梦德,孔国辉. 鼎湖山马尾松人工林土壤硝态氮和铵态氮动态研究[J]. 植物生态学报,1997,21(4):335-341.
Mo J M, Yu M D, Kong G H. The dynamics of soil NH₄⁺-N and NO₃⁻-N in a pine forest of Dinghushan as assessed by ion exchange resin bag method[J]. Acta Phytocologica Sinica, 1997, 21(4): 335-341.
- [4] 胡忠良,潘根兴,李恋卿,等. 贵州喀斯特山区不同植被下土壤 C、N、P 含量和空间异质性[J]. 生态学报,2009,29(8):4187-4194.
Hu Z L, Pan G X, Li L Q, et al. Changes in pools and heterogeneity of soil organic carbon, nitrogen and phosphorus under different vegetation types in Karst mountainous area of central Guizhou province, China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2009, 29(8): 4187-4194.
- [5] 黄文娟,刘菊秀,唐旭利. 鼎湖山 5 种森林土壤的无机氮和有效磷含量[J]. 应用与环境生物学报,2009,15(4):441-447.
Huang W J, Liu J X, Tang X L. Inorganic nitrogen and available phosphorus concentrations in the soils of five forests at dinghushan, China[J]. Chinese Journal of Applied & Environmental Biology, 2009, 15(4): 441-447.
- [6] 郭艳娜,霍沁建,袁玲. 森林土壤肥力概述[J]. 中国农学通报,2004,20(3):143-148.
Guo Y N, Huo Q J, Yuan L. Summarization of forest soil-fertility[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2004, 20(3): 143-148.
- [7] 杨鑫,曹靖,董茂星,等. 外来树种日本落叶松对森林土壤质量及细菌多样性的影响[J]. 应用生态学报,2008,19(10):2109-2116.
Yang X, Cao J, Dong M X, et al. Effects of exotic larch kaempferion forest soil quality and bacterial diversit[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2008, 19(10): 2109-2116.
- [8] 杨蔚峰,吴耀先. 日本落叶松、色赤杨混交林土壤特征及林分生物量研究[J]. 林业科技,2005,30(5):454-457.
Yang W F, Wu Y X. On characteristic of soil and stand biomass larch kaempferi-alnus tinctoria sarg mixed forest[J].

5 小结与建议

5.1 小结

通过土壤剖面取样法对川东北米仓山景区 5 种彩叶景观林秋季土壤的速效 N、P、K 含量的初步研究,结果表明,速效 N、P、K 含量在 5 种彩叶景观林的土壤剖面上具有明显的层次性,即腐殖层大于淋溶层。除淋溶层速效 K 外,速效 N、P 含量在各土层中都表现出近似的分布规律即天然林高于人工林,而在天然林中,常绿落叶混交林大于针阔混交林。速效 N、P、K 含量在巴山水青冈林及其混交林中高于米心水青冈林及混交林。

Forest Science and Technology, 2005, 30(5): 454-457.

[9] 熊莉军, 郭柯, 赵常明, 等. 四川大巴山米心水青冈 (*Fagus engleriana*) 群落的物种多样性特征[J]. 生态学报, 2008, 28(8): 4007-4012.

Xiong L J, Guo K, Zhao C M, et al. Species diversity of *Fagus engleriana* community in Daba Mountains, Sichuan, China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2008, 28(8): 4007-4012.

Resources, Environment and Ecology in Three Gorges Area

On Concentration of Available Nitrogen, Phosphorus, and Potassium from Soil of Colorful Leaf Landscape Forests in Mt. Micang

HE Fangyong^{1,2}, YANG Jian¹, PENG Peihao¹

(1. Ecological Resources and Landscape Institute, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059;

2. Tourism and Culture Industry School, Chengdu University, Chengdu 610106, China)

Abstract: Concentration characteristics of available nitrogen, phosphorus, and potassium from soil of colorful leaf landscape forests in Mt. Micang are studied by soil profiles sampling method. The results show that: the content of available nitrogen, phosphorus and potassium of soil profiles in different communities has evident gradients, i. e. it is larger in humus horizon than that in eluvial horizon; except available potassium in eluvial horizon, the content of available nitrogen, phosphorus and potassium both in humus horizon and eluvial horizon shows following rules: it is larger in soil from natural forest than that from man-made forest; among natural forests, evergreen and deciduous mixed forest has a higher level than *theropencedrymion*; *Fagus pashanica* community and its mixed forest have higher levels than *Fagus engleriana* forest community and its forest. The study reveals forest community types which might be a key factor affecting available nitrogen, phosphorus, and potassium concentration in colorful leaf landscape forests soil in Mt. Micang.

Key words: Mt. Micang; colorful leaf landscape forests; soil available nitrogen, phosphorus and potassium

(责任编辑 陈 琴)