

DOI: 10.5846/stxb201405110955

刘永贤,熊柳梅,韦彩会,谭宏伟,杨尚东,农梦玲,曾艳,黄国勤,赵其国.广西典型土壤上不同林分的土壤肥力分析与综合评价.生态学报,2014,34(18):5229-5233.

Liu Y X, Xiong L M, Wei C H, Tan H W, Yang S D, Nong M L, Zeng Y, Huang G Q, Zhao Q G. Changes of soil fertility and its comprehensive evaluation under different stands in typical types of soils in Guangxi Province. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(18): 5229-5233.

广西典型土壤上不同林分的土壤肥力分析与综合评价

刘永贤¹,熊柳梅^{1,2},韦彩会¹,谭宏伟^{1,*},杨尚东²,农梦玲²,
曾 艳¹,黄国勤³,赵其国⁴

(1. 广西农业科学院农业资源与环境研究所,农业部植物营养与肥料重点实验室南方特作营养与施肥科学观测试验站,南宁 530007;

2. 广西大学,南宁 530005; 3. 江西农业大学,南昌 330045; 4. 中国科学院南京土壤研究所,南京 210008)

摘要:通过对广西山地黄壤、棕色石灰性土、赤红壤 3 种类型土壤上不同林分林下 0—30cm 土层土壤的 pH 值,有机质,全量 N、P、K,速效 N、P、K 及 CEC(阳离子交换量)等肥力因子的比较和综合评价,研究了 3 种类型土壤不同林分下的肥力演变状况。结果表明:不同林分对土壤肥力状况影响不同,山地黄壤上松木林和成年桦林土壤有机质含量分别是自然林的 2.55 和 3.16 倍,而新植桦林土壤速效养分明显高于自然林;棕色石灰性土上任豆林的有机质、全氮、全磷、碱解氮、速效磷、速效钾和 CEC 含量均为较高,而枇杷林的 pH 值明显比另外 3 种林分的低;赤红壤上种植第 2 代的速生桉林碱解氮含量明显比马尾松针阔叶自然林低,而有机质、全氮、全钾、速效钾均略高于自然林。不同类型土壤的综合评价结果表明,山地黄壤上自然林>松林>西南桦林;棕色石灰性土 4 种林分土壤的综合评价是任豆林≈竹林>枇杷林=银合欢;赤红壤上马尾松针阔叶自然林≈第 2 代速生桉林。

关键词:土壤类型;不同林分;土壤肥力;广西

Changes of soil fertility and its comprehensive evaluation under different stands in typical types of soils in Guangxi Province

LIU Yongxian¹, XIONG Liumei^{1,2}, WEI Caihui¹, TAN Hongwei^{1,*}, YANG Shangdong², NONG Mengling², ZENG Yan¹, HUANG Guoqin³, ZHAO Qiguo⁴

1 Agricultural Resources and Environment Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, China/ Key Laboratory of Plant Nutrition and Fertilizer, Ministry of Agriculture, Nanning 530007, China

2 Agricultural College Guangxi University, Nanning 5300045, China

3 Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China

4 Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China

Abstract: Changes of soil fertility under different stands was studied by investigating pH value; organic matter; whole amount of N, P, K; available N, P, K and CEC (cation exchange capacity) in 0—30cm depth of soil. Three main types of soils in Guangxi was selected which includes mountain yellow soil, brown calcareous soil and lateritic red soil. The results showed that stand type affected soil fertility status. For mountain yellow soil, soil organic matter content under Pine forest and adult birch were 2.55 and 3.16 times to natural forest, while the soil available nutrients of newly planted birch was significantly higher than natural forests. For brown calcareous soil, the organic matter, total nitrogen, total phosphorus,

基金项目:国家自然科学基金重点项目(U1033004);农业部植物营养与肥料重点实验室开放基金(2013-1);广西科技重大专项(桂科重1222005);广西自然科学基金;广西农业科学院基金

收稿日期:2014-05-09; 修订日期:2014-08-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: hongwei_tan@163.com

available of nitrogen, phosphorus, potassium and CEC under Zenia forest were the highest, and the pH value under loquat forest was significantly lower than the other three kinds of forest. For lateritic red soil, the available nitrogen under 2nd generation of fast-growing eucalyptus forests was significantly lower than natural pine broadleaf forest, but the organic matter, total nitrogen, total potassium, available potassium were slightly higher than the natural forest. The comprehensive evaluation showed soil fertility changed with stand type by the following sequence: natural forest> pine> Southwest birch for mountain yellow soil; Zenia forest = bamboo forest > loquat forest $\approx$ Leucaena forest for brown calcareous soil; and natural pine broadleaf forest $\approx$ the 2nd generation of fast-growing eucalyptus forests for lateritic red soil.

Key Words: soil type; stands; soil fertility; Guangxi Province

保持和提高土壤质量是实现林业可持续发展的前提,森林土壤肥力是植被和土壤相互作用的结果,林木生长必须从土壤中吸取养分,而又以凋落物的形式归还土壤大量的有机物质,从而影响林下土壤的肥力状况。不同林分凋落量和凋落物的性质不同,养分的归还量也就不同,对林下土壤肥力的影响也各有差异^[1-5]。薛立等研究表明,树种凋落物的数量、化学成分和分解速率不同,导致不同林分土壤养分差异较大。前人对于人工林、混交林、自然林等不同植被对土壤的理化性质和肥力的研究已见较多报道^[6-12],认为森林土壤质量评价指标应包含土壤的物理、化学和生物学性质,其中,常用的化学指标有土壤有机质、pH 值、N、P、K 全量及其有效量和阳离子交换量等,这些因子既能很好地反应土壤肥沃程度、稳定性较高且易于调查和测定,在近自然经营的土壤调查中常被采用^[13]。本文通过对广西 3 种典型类型土壤上种植不同林种后土壤有机质、pH 值、N、P、K 全量及其有效含量和阳离子交换量这些肥力指标的变化情况并进行了土壤肥力的综合评价,旨在探讨不同林分对广西 3 种类型土壤肥力的影响状况,为广西区不同类型土壤营造适宜林种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

山地黄壤试验地位于广西百色田林县地处东经 105°27′—106°15′,北纬 23°58′—24°41′,属亚热带季风气候区,年平均气温 16—21℃,平均降雨量 1204mm;赤红壤位于南宁横县六景道庄(22°89′N,108°81′E),属亚热带季风气候区,年平均气温 21.4℃,平均降雨量 1415.4mm;棕色石灰性土位于河池大化县七百弄乡。属亚热带季风气候区,年

均气温 17.4—19.6℃,年降雨量 1500—1600mm。

1.2 样品采集

土壤样品于 2011 年 4 月 24 日采集,采集地点海拔均为 200m。分别取自山地黄壤、赤红壤、棕色石灰性土不同林分土壤样品,在山地黄壤上分别采集松木林、青冈木自然林、种植 8 年的西南桦林、新植的西南桦林 4 种林分土壤样品;棕色石灰性土上分别采集枇杷林、竹林、任豆林、银合欢 4 种林分土壤样品;而在赤红壤上则分别采集了马尾松针阔叶自然林、和未炼山连栽第 2 代的速生桉林 2 种林分土壤样品,以上 3 种土壤类型不同林分下土壤样品的采集是在每个样地选择有代表性的土壤调查地段,各挖取 3 个土壤剖面取 0—30cm 土层样品,充分混匀后,带回实验室经自然风干、磨碎、过筛等处理后,用于 pH 值、有机质、氮、磷、钾、CEC 等土壤理化性质的测定。

1.3 测定方法

土壤 pH 值采用 PHS-3C 型精密酸度计测定;有机质用重铬酸钾容量法测定;全氮用半微量凯氏法测定;用氢氧化钠碱熔法将土壤样品熔融后提取待测液,钼蓝比色法测定全 P,火焰光度计测全 K;用 0.5mol/L 碳酸氢钠提取土壤样品后,用钼蓝比色法测定速效 P;用 1mol/L 的中性醋酸钠提取土壤样品后,用火焰光度计测速效 K^[14]。土壤综合肥力的评价方法参考广西土壤肥料工作站主编的《广西土壤》^[15]。

1.4 数据分析方法

数据处理采用 Excel2003 进行,用 SPSS14.0 统计软件对试验数据进行多重比较及显著性分析。

2 结果与分析

2.1 不同类型土壤理化性状差异

分析测定了 3 种不同类型土壤即山地黄壤(百

色田林)、赤红壤(南宁横县)、棕色石灰性土(河池七百弄)0—30cm 土层的土壤理化性状。由表 1 可见,3 种类型土壤除速效钾没有显著差异外,其他 8 项指标均存在显著或极显著差异,从全量养分状况看含量最丰富的是棕色石灰性土,其次为赤红壤,山地黄壤最差,这可能与山地黄壤成土母质及长期的淋溶作用有关;另外由表 1 还可看出赤红壤的速效磷含量显著低于山地黄壤和棕色石灰性土壤,这是由于其强酸性质导致土壤中的磷被大量吸附及固定有关。

表 1 不同类型土壤理化性状
Table1 physical-chemical properties for different types of soil

土壤类型 Soil type	pH 值	有机质/% Organic matter	全氮/% Total N	全磷/% Total P	全钾/% Total K	碱解氮 Alkali- hydrolyzable N/ (mg/kg)	速效磷 Available P/ (mg/kg)	速效钾 Available K/ (mg/kg)	CEC/ (cmol/kg)
山地黄壤	5.1±0.2bB	1.60±1.18b	0.10±0.05bB	0.10±0.03bB	1.31±0.39aA	71±45bB	8±4a	147±82a	10.70±1.25bB
赤红壤	4.4±0.1 cC	4.09±2.11a	0.13±0.05bAB	0.07±0.03cB	1.41±0.14aA	126±30bAB	4±1b	150±61a	14.48±3.45bB
棕色石灰性土	6.1±0.4aA	3.68±1.89a	0.25±0.12aA	0.19±0.03aA	0.78±0.22bB	225±106aA	9±2a	108±21a	21.20±5.67aA

山地黄壤 Mountain yellow soil; 赤红壤 Lateritic red soil;棕色石灰性土 Brown calcareous soil

4.2 不同林分土壤理化性状特征

因为不同类型土壤在不同气候、不同母质条件下发育产生,其土壤理化性状存在先天差异,因此探讨在相同条件下,同种类型土壤种植不同林分引起 0—30cm 土层的土壤理化性状的变化情况(表 2),对于不同类型土壤发展适宜的林分才具有实际指导意义。

表 2 不同林分土壤理化性状
Table 2 physical-chemical properties of soil under diferent stands

土壤类型	林分 Plantations	pH 值	有机质/%	全氮/%	全磷/%	全钾/%	碱解氮/ (mg/kg)	速效磷/ (mg/kg)	速效钾/ (mg/kg)	CEC/ (cmol/kg)
山地黄壤	自然林	4.9±0.0	0.8±0.39	0.8±0.02	0.11±0.04	1.68±0.03aA	44±17	6±1	146±104	11.29±0.35
	松林	5.3±0.0	2.04±1.02	0.10±0.08	0.11±0.01	1.09±0.11bcA	83±62	10±2	99±59	10.91±1.19
	成年桦林	5.1±0.1	2.53±2.07	0.12±0.09	0.10±0.03	0.85±0.29cB	101±78	6±4	150±145	9.36±2.02
	新植桦林	5.2±0.3	1.02±0.46	0.8±0.02	0.07±0.02	1.60±0.00aA	56±12	11±6	192±57	11.24±0.35
棕色石灰性土	枇杷林	5.6±0.1	4.11±0.18	0.28±0.71	0.14±0.00	0.68±0.01	324±2	10±3	86±1	21.95±0.74
	竹林	6.5±0.1	4.10±0.05	0.30±0.01	0.17±0.02	0.66±0.02	210±46	7±0	94±1	24.05±0.79
	任豆林	6.3±0.0	6.85±0.05	0.45±0.10	0.20±0.00	0.56±0.03	379±1	11±2	135±4	26.64±2.33
	银合欢	6.3±0.0	3.43±0.14	0.19±0.04	0.20±0.00	0.74±0.01	195±0	7±0	128±4	26.07±4.06
赤红壤	自然林	4.0±0.0	3.55±2.47	0.12±0.08	0.08±0.05	1.32±0.14	141±2	4±0	106±49	13.08±4.29
	桉林	3.9±0.1	3.70±1.93	0.14±0.04	0.05±0.01	1.50±0.07	109±42	4±2	194±35	15.88±3.09

山地黄壤上松木林、青冈木自然林、种植 8a 的西南桦林、新植的西南桦林 4 种不同林分土壤除全钾存在极显著差异外,其他 8 个养分测定指标的差异均不显著。松木林与成年西南桦林全氮、全磷、速效磷及速效钾与自然林相近,而有机质含量分别是自然林的 2.55 和 3.16 倍,土壤有机质作为指示土壤肥力的重要指标,其含量的高低直接影响土壤的理化性状和土壤生物活动的状况,因此松木林和成年桦林均能提高山地黄壤的肥力状况,可以作为该类型土壤着重发展林种,都是 CEC 比自然林的稍低;新植西南桦林的 pH、全钾、速效钾及速效磷稍比自然林和成年林的高,这可能与人为经营活动(施肥、抚育、垦复等措施)有关。

棕色石灰性土壤的枇杷林、竹林、任豆林、银合欢 4 种林分间土壤理化性状差异较大,其中枇杷林的 pH 明显比另外 3 种林分的低;而任豆林的有机质、全氮、全磷、碱解氮、速效磷、速效钾和 CEC 含量均为最高,说明棕色石灰性土种植任豆林能保持和改善土壤肥力,对于保持和提高土壤质量是实现林业可持续发展的具有重要作用,而在 4 种林分中,枇

杷林的生长是否对土壤 pH 有较大影响和如何影响, 仍有待进一步探讨研究。

赤红壤上种植 2 代的速生桉林除碱解氮明显比马尾松针阔叶自然林的低外, 其他养分指标差异都不明显, 相反桉林的有机质、全氮、全钾、速效钾都略高于自然林, 说明种植第 2 代速生桉林不会引起土壤理化性状的恶化。

以上 3 种不同类型土壤上种植不同林种后, 土壤的理化性状各有异同, 因此选择合适的林种进行林地耕种, 对于保护林坡地的土壤肥力以及因地制宜发展合适的林种是很有必要的。

4.4 不同林分土壤综合肥力评价

根据广西土壤林荒地土壤质量评价方法及划分等级, 选用宜种性、土体厚度、坡度、土壤 pH、有机质、全氮、全磷、全钾、阳离子交换量等 8 个指标对 3 种土壤类型上调查的 9 种林分土壤质量进行综合评价, 结果如表 4。山地黄壤的 3 种林分均处于第三级, 其中自然林>松林>西南桦林, 这可能山地土壤的土体厚度薄, 只有 40—60cm, 这也成了该类型土壤上植物生长的主要限制因素。棕色石灰性土 4 种林分土壤的综合评价是任豆林≈竹林>枇杷林≈银合欢。而赤红壤的 2 种林分土壤质量是所有林分土壤综合质量最高的, 都处于二级水平。相较于种植前的土壤养分状况有所改善, 因此在不同土壤上选择适宜的林分种植, 对于改善土壤理化性状, 保护和提高林坡地的土壤质量是非常必要的。

表 3 不同林分的土壤综合肥力等级

Table 3 Integrated soil fertility level under different stands

土壤类型 Soil type	林分 Plantations	分数 Score	等级 Level
山地黄壤	自然林	53	III-3
	松林	54	III-3
	西南桦林	48	III-3
棕色石灰性土	枇杷林	64	III-2
	竹林	66	III-1
	任豆林	65	III-1
	银合欢	62	III-2
赤红壤	自然林	75	II-1
	桉林	76	II-1

3 结论与讨论

3 种类型土壤, 在林耕前从全量养分状况看含量

最丰富的是棕色石灰性土, 其次为赤红壤, 山地黄壤最差。分别种植不同林分后, 赤红壤土壤肥力状况得到改善, 其综合评价得分最高, 棕色石灰性土次之, 山地黄壤依然最差。

试验结果还表明, 在山地黄壤上种植松木林较西南桦林好; 而在棕色石灰性土壤上种植竹林和任豆林相对强于银合欢及枇杷林; 这可能与不同林分凋落物及凋落量的不同有关, 具体的影响机制有待进一步研究探明。而赤红壤上连栽桉林对林下土壤理化性质影响不大, 这与稳远光等的试验结果一致, 主要原因可能与桉林栽培方式及施肥有关^[8]。

本研究说明种植不同林分对同类型土壤理化性质影响各异, 这与人研究结果一致^[3-5]。因此建议在营造人工林或改造现存的人工林时, 按照不同的土壤类型引入本土的适宜林种, 为有效保持并改善林下土壤质量, 实现土壤养分的良性循环, 保证森林土壤资源的可持续利用。

References:

- [1] Zhang Z, Gao Z L, Song X Q, Zhang X C, Yang Y F. Investigation of slope vegetation and soil properties on the Huangling-Yan' an highway. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2009, 29(4): 191-195.
- [2] Deng Y, Jiang Z C, Luo W Q, Qi X F, Qin X M. Effects of vegetation restoration on soil nutrient in typical karst area. *Earth and Environment*, 2010, 38(1): 31-35.
- [3] Fei P F. The effects of forest litter on soil fertility. *Anhui Agriculture Science*, 2009, 15(13): 55-56.
- [4] Ling B, Liu Q, Wu Y, He H. Advances in the studies of forest litter. *Chinese Journal of Ecology*, 2004, 23(1): 60-64.
- [5] Lin B, Liu Q, Wu Y, Pang X Y, He H. Effect of forest litters on soil physical and chemical properties in Subalpine coniferous forests of Western Sichuan. *Chinese Journal of Applied and Environment Biology*, 2003, 9(4): 346-351.
- [6] Xue L, Wu M, Xu Y, Li Y, Qu M. Soil nutrients and microorganism in soils of typical plantation in south China. *Acta Pedologica Sinica*, 2005, 42(6): 1017-1023.
- [7] Liang H W, Huang C B, Hu C B. A study on the litterfall and soil fertility of the different planted forests in Guangxi. *Acta Ecologica Sinica*, 1993, 13(3): 235-242.
- [8] Wen Y G, Zheng X, Li M C, Xu H G, Liang H W, Huang C B, Zhu H G, He B. Effects of eucalypt plantation replacing Masson pine forest on soil physiochemical properties in Guangxi, Southern China. *Journal of Beijing Forestry University*, 2009, 31(6): 145-148.

- [9] Ye S M, Wen Y G, Yang M, Liang H W. Correlation analysis on biodiversity and soil physical & chemical properties of eucalyptus spp. plantations under successive rotation. *Journal of Soil and Water Conservation*, 2010, 24(4): 246-250, 256-256.
- [10] Hu C B, Wei Y L, Liang H W, Zhu H G. Studies on the decomposition of litter and its soil effect in two forests. *Journal of Guangxi Agricultural University*, 1992, 11(4): 47-52.
- [11] Yang X B, Zhang T L, Wu Q S. The relationship between biodiversity and soil fertility characteristics on abandoned fields in the tropical region of Southern China. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(2): 190-196.
- [12] Mekonnen K, Yohannes T, Glatzel T, Amha Y. Performance of eight tree species in the highland vertisols of central Ethiopia: growth, foliage nutrient concentration and effect on soil chemical properties. *New Forests*, 2006, 32(3): 285-298.
- [13] Chang Q R, Yue Q L. Soil fertility quality of artificial forest in the hilly-gully region of loess plateau. *Science of Soil and Water Conservation*, 2008, 6(2): 71-74, 94-94.
- [14] Bao S D. *Soil and Agricultural Chemistry Analysis*. 3rd ed. Beijing: China Agriculture Press, 2007: 25-109.
- [15] Guangxi Soil and Fertilizer Station. *Guangxi Soil*. Nanning: Guangxi Science and Technology Press, 1990: 290-290.
- 参考文献:
- [1] 张展, 高照良, 宋晓强, 张兴昌, 杨永峰. 黄延高速公路边坡植被与土壤特性调查研究. *水土保持通报*, 2009, 29(4): 191-195.
- [2] 邓艳, 蒋忠诚, 罗为群, 祈晓凡, 覃星铭. 典型岩溶区植被恢复对土壤养分的影响. *地球与环境*, 2010, 38(1): 31-35.
- [3] 费鹏飞. 森林凋落物对林地土壤肥力的影响. *安徽农学通报*, 2009, 15(13): 55-56.
- [4] 林波, 刘庆, 吴彦, 何海. 森林凋落物研究进展. *生态学杂志*, 2004, 23(1): 60-64.
- [5] 林波, 刘庆, 吴彦, 庞学勇, 何海. 川西亚高山针叶林凋落物对土壤理化性质的影响. *应用与环境生物学报*, 2003, 9(4): 346-351.
- [6] 薛立, 吴敏, 徐燕, 李燕, 屈明. 几个典型华南人工林土壤的养分状况和微生物特性研究. *土壤学报*, 2005, 42(6): 1017-1023.
- [7] 梁宏温, 黄承标, 胡承彪. 广西宜山县不同林型人工林凋落物与土壤肥力的研究. *生态学报*, 1993, 13(3): 235-242.
- [8] 温远光, 郑姜, 李明臣, 徐海根, 梁宏温, 黄承标, 朱宏光, 何斌. 广西桉树林取代马尾松林对土壤理化性质的影响. *北京林业大学学报*, 2009, 31(6): 145-148.
- [9] 叶绍明, 温远光, 杨梅, 梁宏温. 连栽桉树人工林植物多样性与土壤理化性质的关联分析. *水土保持学报*, 2010, 24(4): 246-250, 256-256.
- [10] 胡承彪, 韦源连, 梁宏温, 朱宏光. 两种森林凋落物分解及其土壤效应的研究. *广西农业大学学报*, 1992, 11(4): 47-52.
- [11] 杨小波, 张桃林, 吴庆书. 海南琼北地区不同植被类型物种多样性与土壤肥力的关系. *生态学报*, 2002, 22(2): 190-196.
- [13] 常庆瑞, 岳庆玲. 黄土丘陵区人工林地土壤肥力质量. *中国水土保持科学*, 2008, 6(2): 71-74, 94-94.
- [14] 鲍士旦. *土壤农化分析* (第三版). 北京: 中国农业出版社, 2007: 25-109.
- [15] 广西土壤肥料工作站. *广西土壤*. 南宁: 广西科学技术出版社, 1990: 290-290.