

退化喀斯特植被恢复过程中土壤酶活性特征研究

邹军¹, 喻理飞^{2*}, 李媛媛³

1. 贵州省森林病虫害防治站, 贵州 贵阳 550001; 2. 贵州大学林学院, 贵州 贵阳 550025; 3. 贵州省植物园, 贵州 贵阳 550003

摘要: 采用空间代替时间的方法, 在贵州西南部花江典型喀斯特峡谷区选择裸地、草本、灌木、乔林四个植被恢复阶段作为退化植被恢复过程中不同恢复阶段。然后在一年中四个季节的每一季节分别对四个阶段样地进行取土, 带回实验室风干磨细。分别用比色法测定脲酶活性, 用比色法测定淀粉酶活性, 用碘量滴定法测定多酚氧化酶活性。通过一年的实验结果表明, 土壤酶活性随植被恢复过程逐渐提高, 即裸地阶段 < 草本群落阶段 < 灌木群落阶段 < 乔林阶段。土壤酶在土壤中分布是根际土大于非根际土, 垂直剖面上, A 层总是大于 B 层。脲酶、淀粉酶、多酚氧化酶活性在一年中总体表现为春夏季高, 冬季低的特点, 具体的酶表现不尽相同。各层次酶活性季节性变化趋势相同。

关键词: 土壤酶活性; 植被恢复过程; 季节变化; 喀斯特

中图分类号: S154.4; Q948

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2010) 04-0894-05

土壤酶是土壤生态系统的重要组成部分, 在土壤生态系统物质循环和能量流动中扮演着重要角色, 研究证明^[1], 有机物质和有机残体的最初转化及其转变为腐殖质, 都是在酶的作用下进行的。土壤酶对环境变化极为敏感, 酶对土壤的物理、化学性质及微生物具有相关性, 土壤酶是人为干扰、土壤污染、土壤管理等方面的敏感性指标^[2]。土壤酶受植被影响大, 不同类型下的土壤酶活性不同^[3], 因此研究退化生态系统恢复中土壤酶活性特征具有一定意义。喀斯特山地是极为脆弱的生态系统之一, 破坏后其恢复十分困难, 退化系统在漫长的恢复过程中, 各种指标变化特征值得研究。土壤微生物和酶活性是表征喀斯特环境退化演替过程中土壤质量的重要特征之一^[4-5]。贵州是喀斯特发育典型的地区, 长期以来, 不合理的土地开垦、资源利用已导致区域生态系统严重退化, 对当地社会、经济的发展和资源的可持续利用以及生存环境构成了严重威胁。本文通过对北盘江岸花江大峡谷山区典型退化喀斯特山地土壤酶活性的研究, 了解其在植被恢复过程中土壤质量的变化特征, 以期对喀斯特区石漠化治理提供依据。

1 研究区概况与研究方法

1.1 研究区概况

研究区位于贵州西南部花江峡谷, 关岭县和贞丰县交接处的北盘江花江段, 行政上隶属于贞丰县北盘江镇, 归属珠江流域。最高海拔 1473 m, 最低海拔 370 m, 气候类型主要为亚热带季风湿润气候, 光热资源丰富, 年均温 18.4 °C, 年均极端最高

气温为 32.4 °C, 地处温热河谷, 河谷低地终年无霜。研究区属典型的喀斯特峡谷, 该地区裸露岩石面积达 70%以上, 碳酸盐类岩占 78.45%, 土层瘠薄, 且干旱少雨。研究区土壤为石灰土, 质地为沙壤土, 在相同土壤和质地基础上, 在海拔为 800~900 m 的峡谷区选择退化植被恢复过程的裸地阶段 (I)、草本群落阶段 (II)、灌木阶段 (III) 和乔木阶段 (IV) 开展研究。各阶段主要组成物种如下:

裸地阶段: 有极少量阳性先锋树种幼苗如野桐 (*Mallotus tenuifolius*)、盐肤木 (*Rhus chinensis*), 无草本植物。

草本群落阶段: 草本植物主要有荩草 (*Arthraxon hispidus*)、芒萁 (*Dicranopteris dichotoma*)、猪毛蒿 (*Artemisia scoparia*)、灰苞蒿 (*A. roxburghiana*) 等; 木本植物主要有野桐 (*Mallotus tenuifolius*)、火棘 (*Pyracantha fortuneana*)、构树 (*Broussonetia papyrifera*) 等。

灌木林阶段: 主要有川钓樟 (*Lindera pulcherima* var. *hemsleyana*)、清香木 (*Pistacia weinmannifolia*)、云南鼠刺 (*Itea yunnanensis*)、山麻杆 (*Alchornea davidii*)、石岩枫 (*Mallotus repandus*)、烟管荚蒾 (*Viburnum utile*)、重阳木 (*Bischofia polycarpa*)、暖木 (*Meliosma veitchiorum*)、薄叶鼠李 (*Rhamnus leptophylla*)、悬钩子蔷薇 (*Rosa rubus*) 等。

乔木林阶段: 乔木层主要有青檀 (*Pteroceltis tatarinowii*)、朴树 (*Celtis sinensis*)、南酸枣 (*Choerospondias axillaris*)、香椿 (*Toona sinensis*)、小叶榕 (*Ficus concinna*)、川钓樟 (*Lindera pulcherima* var.

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2006BAD03A1006); 国家 973 项目 (2006CB403206); 贵州省农业攻关项目 (黔科合[2009]3052)

作者简介: 邹军 (1979 年生) 男, 助理工程师, 硕士, 现从事森林植物检疫工作。E-mail: gdzoujun@126.com

*通讯作者: E-mail: gdyulifei@163.com

收稿日期: 2010-02-03

hemsleyana)等;灌木层主要有竹叶椒(*Zanthoxylum planispinum*)、喜马拉雅旌节花(*Stachyurus himalaicus*)、灰毛浆果楝(*Cipadessa cinerascens*)、山麻杆(*Alchornea davidii*)、野桐(*Mallotus tenuifolius*)、石岩枫(*Mallotus repandus*)等。

1.2 研究方法

1.2.1 土样采集方法

选择春夏秋冬四个季节在研究区的裸地、草本群落、灌木林、乔木林四个阶段进行采土,采用梅花型、S型或线型混合取样法采集土样。每样地土样分别在根际、A层、B层取土,每次每个土样9个重复,编号,除去杂物和石块,装入无菌封口塑料袋内,带回实验室。将土壤于室内自然风干,研磨、过筛,供土壤酶活性的测定。

1.2.2 土壤酶活性测定

本文测定了3种酶的活性,测定方法采用《土壤酶及其研究法》^[6],测定方法如下:

(1)脲酶:采用比色法。

(2)淀粉酶活性的测定:采用比色法。

(3)多酚氧化酶:碘量滴定法。

2 结果与分析

2.1 不同恢复阶段酶活性动态

土壤的形成和演替直接受到植物、动物(尤其是土壤动物)和微生物的控制^[7],不同植被类型下的土壤酶活性不同,土壤酶活性的高低与植物组成有关^[3]。随着植被的恢复,植物种类改变,积累的生物量有所增加,对土壤系统的影响和改良也愈加强烈,土壤酶活性也发生着变化。图1至图3表明了四个季节中土壤酶活性随着植被的恢复而呈现出的特征。

2.1.1 土壤酶活性在植被恢复中的变化特征

土壤中A层、B层及根际土在四季中随群落恢复演替酶活性逐渐增强。总体特征表现为裸地阶段<草本群落阶段<灌木群落阶段<乔林阶段。在各季节中,脲酶增加得较为平缓,淀粉酶特别是根际土增加快,

在春夏秋三个季节,灌木林分别是草本群落的1.32倍、1.48倍和1.29倍,乔木林分别是灌木林的1.43倍、1.6倍、1.31倍,而冬季四个恢复阶段都表现得很低,这可能淀粉酶活性受低温抑制所致,多酚氧化酶表现出规律性不强,但总体是上升的。随着植被演替,酶活性增强,说明植被对酶活性有显著的影响。植被从裸地向乔林演替的过程中,土壤主要受植被影响不同表现在几方面:(1)在演替进行中,土壤每年获得的枯枝落叶量不同,在乔灌群落比较多,而草本、裸地少甚至没有,这就导致了土壤中有机质、腐殖质的不同;(2)微生物不同,

不同阶段由于环境不一样,微生物的种类、数量及活性也不一样,植被好的恢复阶段微生物明显优于植被差的群落阶段;(3)土层中的根系和小型动物不一样,在乔灌阶段,根系明显较多,由于枯枝落叶积聚较多,起初级分解作用的土壤动物数量也大。土壤酶与以上三者有密切相关,所以,酶活性在植被恢复中表现出了增强的特征。

2.1.2 土壤酶活性在土壤中的分布及垂直剖面变化特征

从图1到图3看出,在各个季节里,不同的恢复阶段酶活性表现为根际土>非根际土(以A层作为非根际),在垂直剖面上,A层>B层。这与其它地方的研究结果一样^[8-9]。

根际土具有很强的酶活性主要是在植物根系周围和根系及有机残体集中的土壤表层有丰富的酶释放源,随着植被改善,根系增多,土壤动物种类和数量增多,生理活性增强,就会释放出更多的酶。A层比B层土壤酶活性强是因为A层土壤受表土枯枝落叶影响,A层土壤根系、微生物又比B层多,春夏季A层温度较高,所以A层比B层土壤酶的活性强。

2.2 土壤酶活性季节性动态

林地土壤酶活性的季节变化主要受环境条件(干湿、温度变化)和林木生长等的综合影响^[10]。随着四季更替,土壤温度和水分等环境因子发生了变化,从而影响了土壤生物活性及与土壤生物有关的土壤酶活性。图4~图5表示出了退化喀斯特植被在恢复中土壤酶活性的季节性变化特征。

2.2.1 土壤酶活性季节性变化特征

脲酶、淀粉酶、多酚氧化酶活性在一年中总体表现为春夏季较高,冬季低的特点,但是三种酶也表现不尽相同,脲酶活性表现为夏季>春季>秋季>冬季,淀粉酶活性在春夏秋三季高,而秋季最高,冬季最低,多酚氧化酶活性则表现为春夏季高,秋季低。春夏季土壤酶活性高主要是由于春夏季的气温比较高,土壤水分充足,土壤酶活性相对就比其它季节高。淀粉酶活性在秋季较高,这可能是秋天大量的枯枝落叶腐殖化对淀粉酶的影响。淀粉酶活性在冬季急剧下降,并且A层、B层、根际土活性趋近,从土壤A层来看,在裸地、草本、灌木、乔林阶段,淀粉酶最强活性值分别是冬季(最弱)的1.76、2.12、2.38、2.91倍,这可能是淀粉酶对低温很敏感,受到低温的抑制作用。多酚氧化酶活性在冬季表现为并不低,这是环境所致还是其它原因还有待更充分实验进行探索。在脲酶活性低、透性强的土壤上施用尿素会导致最大的淋失;而某些土壤的脲酶活性太高,尿素分解太快,引起氨的挥发损失,同时,释放出来的氨又会伤害幼芽和幼株^[11],这就要求我

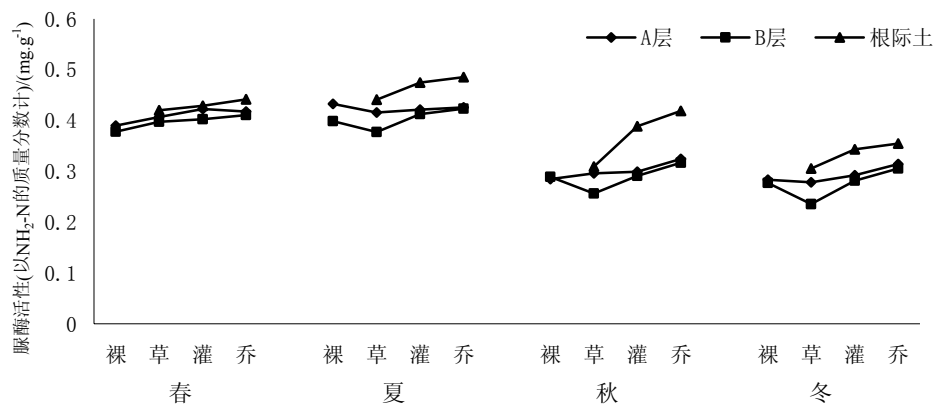


图1 不同季节不同恢复阶段脲酶活性

Fig.1 Seasonal variation of urease activity in different restoration stages

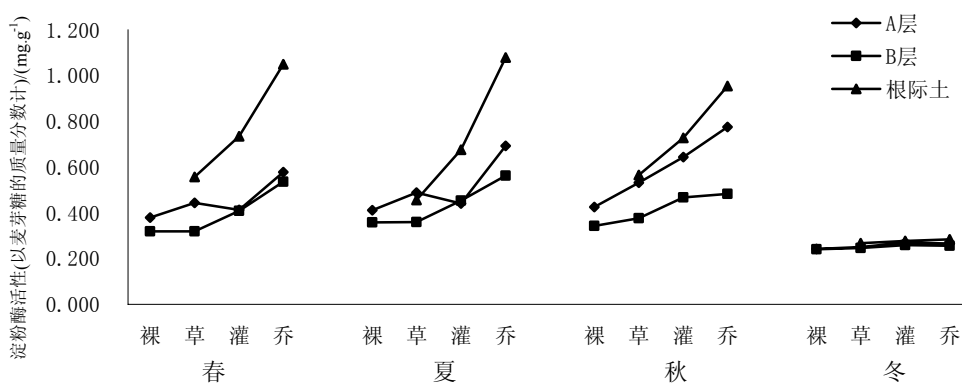


图2 淀粉酶活性在各季节中不同恢复阶段变化图

Fig.2 Seasonal variation of amylase activity in different restoration stages

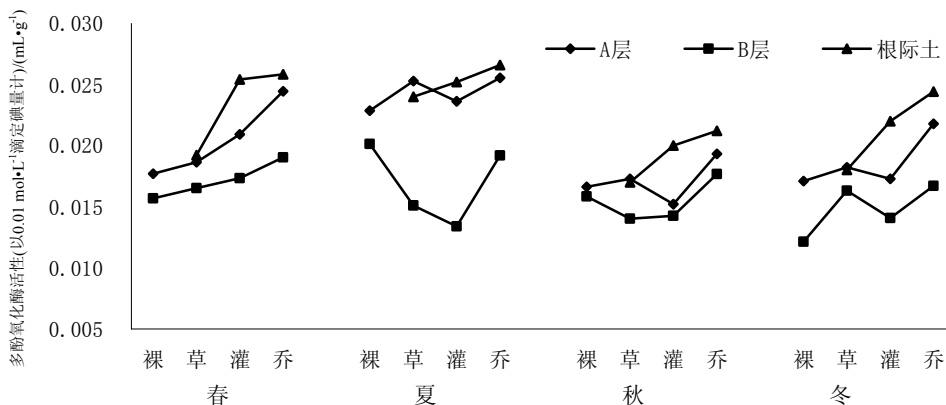


图3 各季节不同恢复阶段多酚氧化酶活性

Fig.3 Seasonal variation of polyphenoloxidase activity in different restoration stages

们在人工植被恢复和培育人工林过程中,如果施用肥料,就要因地制宜、施肥适量,而不是多多益善。同时,给林木施肥的季节选择上也要注意,施肥应当选择在春夏季林木旺盛生长的季节,一是在这时候植物生长是需要营养的时期,再则是这时许多土壤酶活性增强,对肥料的转化率高。

2.2.2 土壤垂直剖面酶活性季节性变化趋势

从上面三种酶的根际、A层、B层三个层次在季节中的变化曲线中看出,各层次变化趋势相同,这说明土壤酶活性受外界环境(土壤温度、水分)影响较大。从不同恢复阶段来看,根际、A层、B层季节变化也表现出相同的特征。酶活性在各个恢复阶段的四个季节中,仍然表现出根际土>非根际,A层>B层。

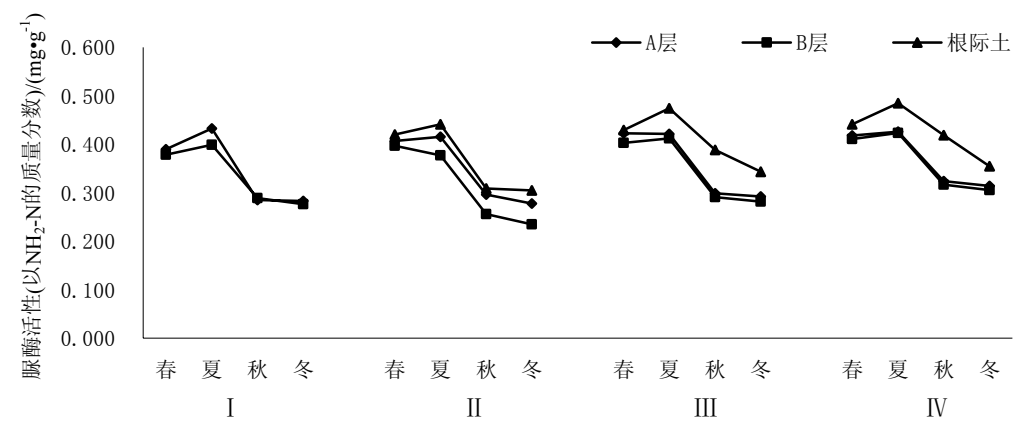


图4 脲酶活性在植被恢复中季节变化特征

Fig.4 Seasonal variation of urease activity in process of vegetation restoration

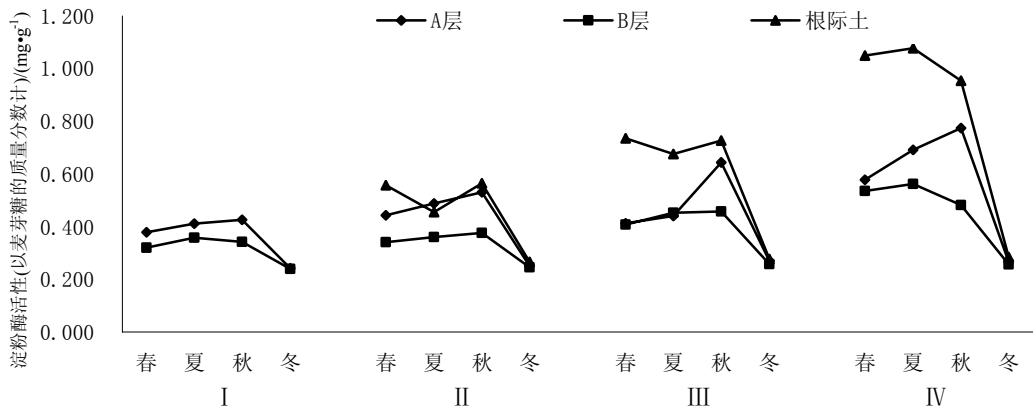


图5 淀粉酶活性在植被恢复中季节变化特征

Fig.5 Seasonal variation of amylase activity in process of restoration

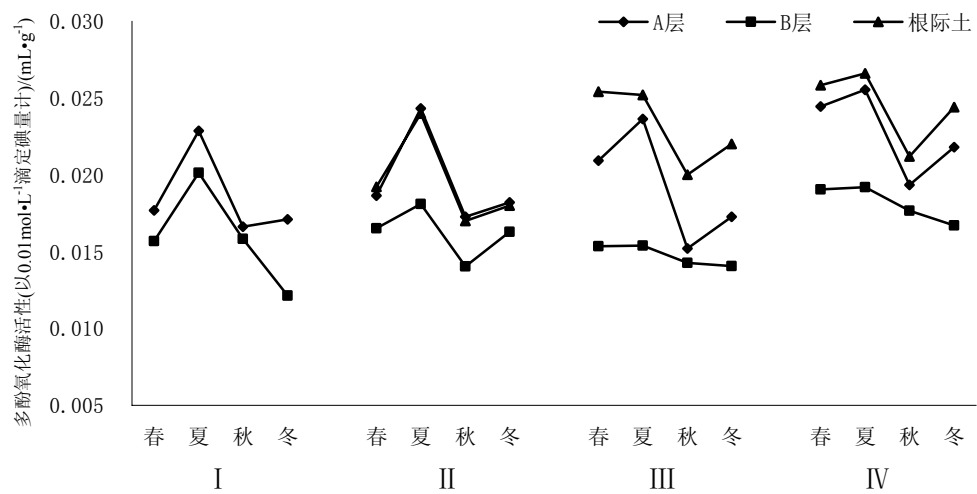


图6 多酚氧化酶活性在植被恢复中季节变化特征

Fig.6 Seasonal variation of polyphenoloxidase activity in process of restoration

3 结论

(1) 土壤酶活性在植被恢复中的变化特征。土壤中A层、B层及根际土在四季中总体特征表现为裸地阶段 < 草本群落阶段 < 灌木群落阶段 < 乔林阶

段，主要是各个恢复阶段植被不同所致。在各个季节中，三种酶的不同层次变化幅度有所不同。土壤酶活性在土壤中分布为根际土大于非根际，在垂直剖面上，不同恢复阶段表现为A层>B层。

(2) 土壤酶活性季节性动态。脲酶、淀粉酶、多酚氧化酶活性在一年中总体表现为春夏季较高, 冬季低的特点, 但是由于环境因素和酶自身的特点, 三种酶也表现不尽相同, 冬季低温对淀粉酶活性影响较大, 各植被恢复阶段在冬季淀粉酶活性都很低并趋于相等。三种酶的根际、A层、B层三个层次在季节中的变化曲线中看出, 各层次变化趋势相同, 从不同恢复阶段来看, 根际、A层、B层季节变化也表现出相同的特征。

参考文献:

- [1] 周礼恺. 土壤酶学[M]. 北京: 科学出版社, 1987: 6-22.
ZHOU Likai. Soil enzymes science[M]. Beijing: Science Press, 1987: 6-22.
- [2] 曹慧, 孙辉, 杨浩, 等. 土壤酶活性及其对土壤质量的指示研究进展[J]. 应用与环境生物学报, 2003, 9(1): 105-109.
CAO Hui, SUN Hui, YANG Hao, et al. A review: soil enzyme activity and its indication for soil quality[J]. Chinese journal of applied and environmental biology, 2003, 9(1): 105-109.
- [3] 何斌, 温远光, 袁霞, 等. 广西英罗港不同红树植物群落土壤理化性质与酶活性的研究[J]. 林业科学, 2002, 38(2): 21-26.
HE Bin, WEN Yuanguang, YUAN Xia, et al. Study on soil physical and chemical properties and enzyme activity of different Mangrove community in Ying Luo Xiang, Guangxi[J]. Forestry Science, 2002, 38(2): 21-26.
- [4] 龙健, 李娟, 滕应, 等. 贵州高原喀斯特环境退化过程土壤质量的生物学特性研究[J]. 水土保持学报, 2003, 17(2): 47-50.
LONG Jian, LI Juan, TENG Ying, et al. Biological characteristics of Soil quality under process of Karst environment's degradation in Guizhou plateau[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2003, 17(2): 47-50.
- [5] 罗海波, 宋光煜, 何腾兵, 等. 贵州喀斯特山区石漠化治理过程中土壤质量特性研究[J]. 水土保持学报, 2004, 18(6): 112-115.
LUO haibo, SONG Guangyu, HE Tengbing, et al. Study on soil quality and characteristics under process of rocky desertification control in Gui Zhou Karst mountain district[J]. Journal of Soil and Water Conservation, 2004, 18(6): 112-115.
- [6] 关松荫. 土壤酶及其研究法[M]. 北京: 农业出版社, 1986: 32-56.
GUAN Songyin. Soil enzymes and its methodology[M]. Beijing: Agricultural Press, 1986: 32-56.
- [7] 杨万勤, 王开运. 森林土壤酶的研究进展[J]. 林业科学, 2004, 40(2): 152-159.
YANG Wanqin, WANG Kaiyun. Advances in Forest Soil Enzymology[J]. Forestry Science, 2004, 40(2): 152-159.
- [8] 关松荫, 沈桂琴, 孟昭鹏, 等. 我国主要土壤剖面酶活性状况[J]. 土壤学报, 1984, 21(4): 368-381.
GUAN Songyin, SHEN Guiqin, MENG Zhaopeng, et al. Enzyme activities in main soils in China[J]. Soil science, 1984, 21(4): 368-381.
- [9] 安韶山, 黄懿梅, 郑粉莉. 黄土丘陵区草地土壤脲酶活性特征及其与土壤性质的关系[J]. 草地学报, 2005, 13(3): 233-237.
AN Shaoshan, HUANG Yimei, ZHENG Fenli. Urease Activity in the Loess Hilly grass land soil and its relationship to soil property[J]. Acta Pedologica Sinica, 2005, 13(3): 233-237.
- [10] 张猛, 张健. 林地土壤微生物、酶活性研究进展[J]. 四川农业大学学报, 2003, 21(4): 347-351.
ZHANG Meng, ZHANG Jian. Advance in Research on microbe and enzyme activity in forest soil[J]. Journal of Sichuan Agricultural University, 2003, 21(4): 347-351.
- [11] 关松荫. 土壤酶与土壤肥力[J]. 土壤通报, 1980(6): 41-44.
GUAN Songyin. Soil enzymatic activity and soil fertility[J]. Chinese journal of soil science, 1980(6): 41-44.

Study on soil enzyme activity characteristics during succession of degraded karst vegetation

ZOU Jun¹, YU Lifei^{2*}, LI Yuanyuan³

1. Forest pest management and quarantine station of Guizhou province, Guiyang 550001, China;

2. College of Forestry, Guizhou University, Guiyang 550025, China; 3. Guizhou Botanical Garden, Guiyang 550003, China

Abstract: Adopting the method of space instead of time in this paper, taking bare land, herb, shrub and arbor community as four different recovery stages of during succession of degraded karst vegetation in huajiang typical Karst valley of southwest Gui Zhou. The soil samples of different restoration stages were collected and air-dried in each season of one year. Urease activity and amylase activity were measured by using colorimetry, polyphenol oxidase activity using iodine titration way. The results showed that soil enzyme activity gradually enhanced with degraded Karat vegetation restoration, performing the bare land stage < herbaceous community stage < shrubby community stage < arboreal community stage. Distribution of these enzymes was non-rhizosphere soil < rhizosphere soil, and layer B < layer A in the soil vertical profile. Urease, amylase, polyphenoloxidase activities were generally highest in spring and summer and lowest in winter. Seasonal changes trend of enzyme activity are similar in the soil vertical profile.

Key words: soil enzyme activity; vegetation recovery procedure; Seasonal variation; karst