

桂林毛村石灰土和红壤元素生物地球化学特征研究*

The Comparative Study of Biogeochemistry between Limestone Soil and Red Soil in Maocun, Guilin

卢玫桂^{1,2}, 曹建华¹, 何寻阳¹

LU Mei-gui^{1,2}, CAO Jian-hua¹, HE Xun-yang¹

(1. 中国地质科学院岩溶地质研究所国土资源部岩溶动力学重点实验室, 广西桂林 541004; 2. 柳州市环境保护科学研究所, 广西柳州 545006)

(1. Karst Dynamic Laboratory Ministry of Land and Resources, CAGS, Guilin, Guangxi, 541004, China; 2. Liuzhou Institute of Environment Protection, Liuzhou, Guangxi, 545006, China)

摘要:以桂林毛村作为研究对象,对石灰土和红壤背景条件下的植物根区土的元素全量、微量元素有效态含量、pH值、有机质、全钙含量进行对比分析。结果表明:由于石灰土的全钙含量较高并为红壤的3倍多,土壤pH值比红壤的高2.16个单位,尽管石灰土K、Na、B、Mo和I含量比红壤的相应元素含量低,但石灰土其它元素的含量都比红壤的相应元素的含量高;植物体的大量元素,除K元素之外,生长在石灰土上的植物体内的元素含量都比生长在红壤上的高,至于微量元素,除了Cu、Mo,生长在石灰土上的植物体含量较高之外,其它元素含量均是生长在石灰土上的植物比红壤上的低;石灰土的微量元素有效态的含量一般都比红壤的低,石灰土的pH值与微量元素有效态含量则主要呈负相关(负相关比例为62.5%),红壤的pH值与土壤微量元素有效态含量的关系以正相关为主(正相关比例为62.5%);所以由于石灰土的偏碱富钙制约了微量元素的有效态含量,导致石灰土的微量元素有效态含量偏低。

关键词:土壤 元素 含量 石灰土 红壤

中图分类号:P593 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-9164(2006)01-0058-07

Abstract: We have compared and analyzed the total elements, available elements, the pH value and organic compounds of rhizospheric soil between limestone soil and red soil. The results are as follows. It was found that the total Ca content of limestone soil is three times larger than the red soil. The pH value of limestone soil was higher than red soil, which is higher about 2.16 units. The total contents of elements in the limestone were higher than the red soil except K, Na, B, Mo and I. As to the elements contents of plants, it was found that the plants living in limestone soil had higher element content than the plants living in red soil, but the content of K of plants from limestone was lower. However, the contents of trace elements in plants living in the red soil except Cu and Mo were much higher. By analyzing the available element contents of rhizospheric soil, it was found that the available contents of trace elements in limestone soil were much lower than in red soil. And the element available content of red soil had positive correlation with the pH value, which was about 62.5%. But the element available content of limestone soil had an opposite relation and the organic compounds had positive correlation with trace available content of rhizospheric soil of elements. So that the character of limestone abundant in Ca restricts the available content of trace elements.

Key words: soil, element, content, limestone soil, red soil

富钙偏碱的岩溶环境造成岩溶植被的分布有别于同纬度的地带性生态环境。在相同的气候条件下,岩溶森林生态系统的环境容量低于同纬度的地带性

森林生态系统,具有脆弱性生态特征。为研究不同地质背景对植被生长的制约作用,本文以桂林毛村两类不同林地中的同种植被作为研究对象,从元素丰度的角度,研究岩溶生态系统中土壤元素的分布特征。

1 研究区概况和研究方法

1.1 研究区概况

广西桂林潮田乡毛村为典型的峰丛洼地和峰丛

收稿日期:2005-05-19

修回日期:2005-08-26

作者简介:卢玫桂(1980-),女,硕士研究生,生物地球化学专业。

* 广西科技厅创新能力建设项目(桂科能 0322027-8)和国家自然科学基金项目(90202016)联合资助。

谷地代表,距桂林市 30 km。桂林位于亚热带季风区,多年平均降雨量为 1915.2 mm,多年平均水面蒸发量为 1378.3 mm,年平均气温为 18℃,降雨季节分配不均是该区基本的气候特点。

研究区地层主要由泥盆系融县组和东岗岭组碳酸岩盐及一套含铁砂岩组成,石灰土母岩有石灰岩和白云岩,详见图 1。

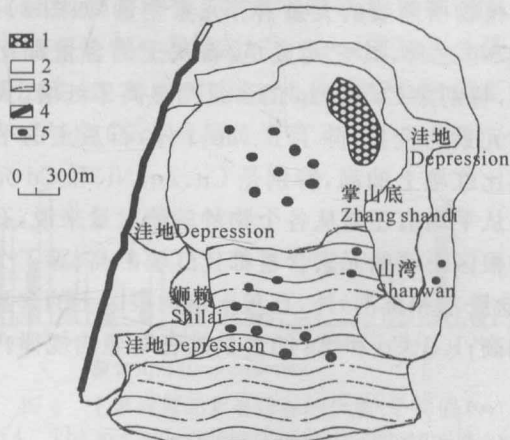


图 1 毛村地质示意图

Fig. 1 Geological map of Maocun

1. 融县组;2. 东岗岭组;3. 砂岩;4. 断层;5. 采样地点。

1. Rongxian formation; 2. Dong Gangling formation; 3. Sandstone; 4. Fault; 5. Collecting site

1.2 研究方法

按研究区岩性的不同,确定调查路线和选择未受人类干扰或干扰较少的 11 种植物:桂花 (*Osmanthus fragrans*)、欆木 (*Loropetalum chinense*)、盐肤木 (*Rhus chinensis*)、马尾松 (*Pinus massoniana*)、黄荆 (*Vitex negundo*)、金樱子 (*Rosa laevigata*)、枫香 (*Liquidambar formosana*)、樟树 (*Cinnamomum camphora*)、野菊 (*Chrysanthemum indicum*)、千里光 (*Senecio scadens*)、龙牙草 (*Agrimonia pilosa*) 的根区土和植物的叶片作为研究对象并带回实验室进行分析。采样点如图 1 所示。

将土壤风干和植物叶片烘干,分析样品的 N、P、

表 1 3 种岩石的元素含量

Table 1 The content of nutritious elements of three kinds rock

岩石 Rock	大量元素含量 The content of macronutrient (%)				微量元素含量 The content of trace element (mg/kg)															
	K	Na	Ca	Mg	Fe	I	Cr	B	Mn	Zn	Cu	Co	Cd	Mo	V	Ni	Se	Sr	As	Pb
石灰岩 Lime-stone	0.04	0.03	18.46	2.83	1012.50	560.00	130.25	222.75	34.50	116.25	1.33	0.68	6.78	0.71	10.38	3.00	17.53	45.25	7.73	16.98
白云岩 Dolomite	0.07	0.06	9.98	7.96	1422.50	537.50	106.75	277.50	35.25	152.75	4.40	1.89	6.10	1.98	85.50	0.59	13.93	47.25	5.08	18.63
砂页岩 Sandstone	1.31	0.07	0.39	0.38	89500.00	1855.00	132.50	202.75	530.00	63.25	7.33	49.75	4.13	1.28	62.50	10.78	8.65	35.50	8.33	262.50

K、Na、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、Mo、Co、B、Ni、Cr、Sr、V、As、Se、I、Cd、Pb 共 22 种元素和有机质的含量。每种样品分析 3 次,取其平均值。元素分析方法参照文献[1]进行,其中 pH 值用电位法,有机质含量用重铬酸钾容量法即外加热法,N 含量用半微量凯氏法,P 含量用钼锑抗比色法,K 和 Na 含量用酸溶原子吸收分光光度法;岩石和植物体内的 Ca 和 Mg 含量用酸溶 EDTA 容量法,其他的元素的全量都用酸溶 (HF+HNO₃+HClO₄) ICP-MES 法测定,石灰土用土-DTPA 浸提,红壤用盐酸浸提。

用 SPSS 软件对分析结果进行统计和分析。用生物吸收系数^[2,3]来表示植物对化学元素的吸收和积蓄能力,用植物根区土壤中元素的全量、有效态含量、有效率和植物叶片中元素的含量对石灰土和红壤上采集的 11 种植物进行聚类分析^[4],更好地说明石灰土和红壤元素的生物地球化学特征。

生物吸收系数 = (植物中某元素含量 / 土壤中该元素含量) × 100

2 结果与分析

2.1 不同岩性元素分析结果

从表 1 可以看出,石灰岩和白云岩的元素含量相似性比较大,这两种岩石与砂页岩的元素含量存在较大的差异。

2.2 岩溶区土壤环境是富钙偏碱的环境

从图 2 可以看出,毛村石灰土上植物根区土的 pH 值为 6.22~7.63,平均值 7.05;红壤上植物根区土壤的 pH 值为 4.14~5.84,平均值为 4.81。石灰土植物的根区土壤 pH 值明显高于红壤上生长的同种植物根区土壤的 pH 值。土壤 pH 值主要受成土母质的影响,石灰土是由碳酸盐岩风化经成土作用形成的,偏碱是石灰土的显著特征,所以毛村石灰土的 pH

值比红壤的高。

从图 2 还可以看出,同一种植物在不同的土壤上生长,其根区土壤的 pH 值存在较大的差异;不同的植物生长在同一岩性风化形成的土壤上,其土壤 pH 值差异也比较大。植物种类不同,其枯枝落叶的化学成分组成不同,分解后形成的腐殖质组成也各异,而且不同植物根系的分泌物不同,特别是所生长的环境不同时,差异更突出,植物根系分泌物影响土壤 pH 值主要是由于其中的低分子量有机酸的作用,如喜钙植物的分泌物主要是二元和三元的羧酸,而嫌钙植物根系分泌的分泌物主要是一元羧酸^[5]。所以同一种植物在不同的环境上生长或者不同种植物在同一环境下生长,其根区土壤的 pH 值往往都会不相同。

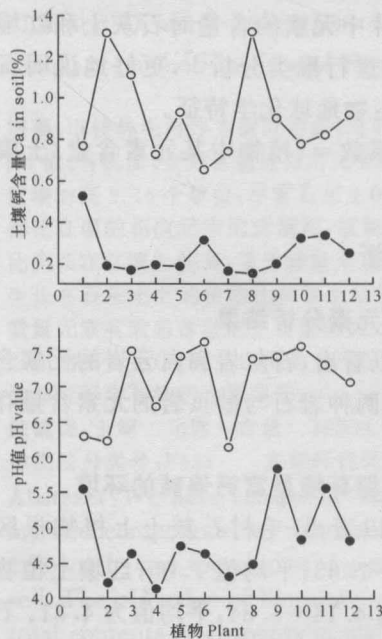


图 2 土壤 pH 值和 Ca 的含量

Fig. 2 The pH value and contents of Ca in soils

1. 桂花; 2. 欖木; 3. 盐肤木; 4. 马尾松; 5. 黄荆; 6. 金樱子;
7. 枫香; 8. 樟树; 9. 千里光; 10. 野菊; 11. 龙牙草; 12. 平均值
1. *O. fragrans*; 2. *L. chinense*; 3. *Rhus chinensis*;
4. *P. massoniana*; 5. *V. negundo*; 6. *Rosa laevigata*;
7. *L. formosana*; 8. *C. camphora*; 9. *S. scadens*; 10. *Ch. indicum*;
11. *A. pilosa*; 12. Average value.
—○—: 石灰土; —●—: 红壤。
—○—: Limestone soil; —●—: Red soil

如图 2 所示,石灰土植物的根区土壤全 Ca 含量为 0.653%~1.312%,红壤的全 Ca 含量绝大部分都在 0.34% 以下,有的甚至低于 0.16%。石灰土全 Ca 的平均含量是红壤的 3.6 倍,明显高于红壤的全 Ca 含量。

2.3 石灰土营养元素全量含量较高

碳酸盐岩地区采集的土壤是黑色或棕色石灰土,而砂页岩的土壤是地带性红壤,所以石灰土和红壤的有机质含量都比较高,含量都在 4% 以上,最高可达 6.4% (图 3)。可溶性碳酸盐与土壤腐殖质结合、凝聚,形成稳定的腐殖酸钙,极有利于土壤有机质累积,所以石灰土有机质的含量比较高^[6]。

植物所需要的大量营养元素全量(如图 3),除了 K 和 Na 之外,其它元素是,石灰土的含量都比红壤的高,特别是 Ca 和 Mg 的含量明显高于红壤。大多数微量元素的全量,除了 B、Mo、I 外,石灰土的平均含量都比红壤上的高,特别是 Cu、Zn、Ni、和 Cd 元素无论是从平均值还是从各个物种的绝对量来说,石灰土植物根区土壤的元素含量都比红壤的高;除了个别植物(盐肤木和黄荆)外,石灰土植物根区土的含量比红壤的高;I、B、Co 和 As 的含量没有明显的规律。

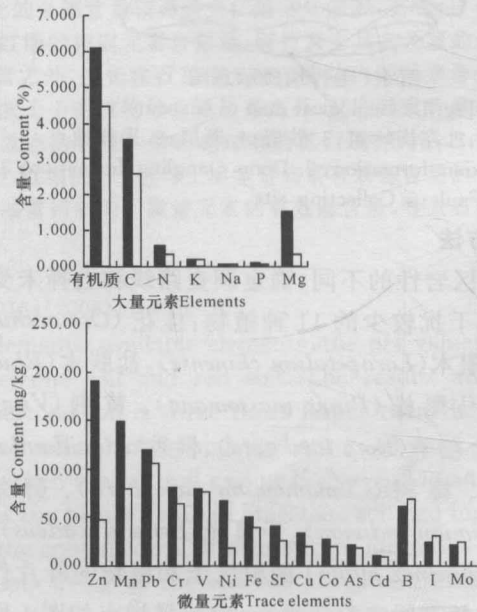


图 3 土壤的元素全量含量

Fig. 3 The total contents of elements in soils

■: 石灰土; □: 红壤
■: Limestone soil; □: Red soil

2.4 石灰土微量元素有效态含量偏低

从图 4 可知,石灰土的 Cu 和 Co、Ni 的有效态含量比红壤的高,而其它微量元素的有效态,红壤的有效态含量则都比石灰土的高,尤其是红壤的 Cr、B、I 的有效态含量是石灰土的 10 倍以上。石灰土和红壤中 Fe、Mn 的有效态含量都是最高的,而 Cr、Mo 的有效态含量都是最低的。土壤中的元素从总量上来说,

石灰土的比较高,但有效态含量又都比较低,这些结果是富钙偏碱的岩溶地球化学特点造成的。在碱性条件下,大部分微量元素易形成氢氧化物沉淀,钙表现出较强的与其它离子竞争有机配位体的能力,所以石灰土富钙偏碱的地球化学背景使得元素的有效态,尤其是碱土金属的有效态含量偏低^[7-9]。有研究资料表明,石灰土演化过程中随土壤中Ca、Mg含量的降低,二氧化硅含量的增加,土壤中的微量元素Mn、Cu、Co、Mo的有效率显著提高^[10]。Ca与有效态含量的相关分析结果(表2)表明,石灰土的大部分微量元素有效态含量与全Ca含量呈负相关。

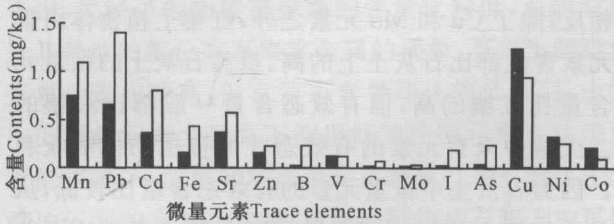


图4 土壤微量元素有效态的含量(平均值)

Fig. 4 The available contents of trace elements in soils

■:石灰土;□:红壤
■:Limestone soil;□:Red soil

表2 有机质、土壤pH值、Ca与微量元素有效态含量的相关关系

Table 2 The Correlation between organic matter, pH, content of Ca and available contents of trace elements in soils

元素 Elements	有机质 Organic		pH值 pH value		全Ca Total Ca	
	石灰土 Limestone soil	红壤 Red soil	石灰土 Limestone soil	红壤 Red soil	石灰土 Limestone soil	红壤 Red soil
Zn	0.538	0.255	-0.165	-0.347	-0.040	-0.430
Cu	0.800**	0.172	-0.248	-0.225	-0.011	-0.233
Cd	0.187	-0.078	-0.692*	0.482	-0.077	0.107
Co	0.597*	0.329	-0.284	0.073	0.501	0.046
Fe	0.219	0.140	-0.917**	-0.252	0.144	0.280
Mo	-0.594*	0.066	-0.150	-0.129	-0.328	0.024
V	0.175	-0.216	0.053	0.838**	-0.317	0.990**
Ni	0.520	-0.055	0.001	0.361	-0.167	0.135
Mn	0.351	-0.222	-0.749**	0.634*	-0.022	0.381
Cr	0.275	0.412	-0.802**	-0.043	0.022	0.276
B	0.190	0.516	-0.747**	0.616*	0.183	0.398
Se	-0.068	-0.252	0.317	0.680*	0.486	0.599*
Sr	0.016	0.006	0.420	0.818**	0.170	0.763**
As	0.211	-0.343	0.459	0.528	-0.184	0.804**
Pb	0.127	-0.432	-0.060	0.009	-0.191	-0.205
I	0.294	0.259	-0.097	-0.041	-0.180	0.283

*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$

2.5 石灰土微量元素的有效率偏低

石灰土的元素有效率(有效态含量与全量的比值)比红壤的低。石灰土的有效率一般是红壤的十分之一。各种植物根区土元素的有效率不同,就11种植物根区土的有效率平均值(如图5)而言,石灰土的Co

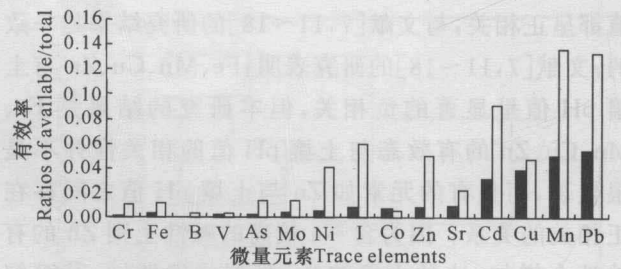


图5 土壤微量元素的有效率(平均值)

Fig. 5 The ratios of available/total trace elements contents in soils

■:石灰土;□:红壤
■:Limestone soil;□:Red soil

有效率略大于红壤的有效率,2种土壤的Cu有效率没有明显差异,除这两者之外,红壤上植物根区土元素的有效率远高于石灰土的元素有效率。石灰土和红壤的Fe、Cr有效率都是最低的,Mn和Pb的有效率都比较高。石灰土微量元素有效率低于红壤微量元素有效率的根本原因在于岩溶区的富钙偏碱性。

2.6 石灰土微量元素有效态含量与土壤pH值、全Ca含量主要呈负相关,与有机质含量主要呈正相关

2.6.1 微量元素有效态与土壤pH的相关分析

表2结果表明,不同元素的有效态含量与pH值的相关性有差异。在土壤pH值为4~6时,pH值与Cd、Mn、Ni、V、B、Se、Sr、As、Pb呈正相关,其中B、Mn、Se、Sr、V与pH值的相关性显著,相关系数和显著性概率分别为0.634、0.680、0.818、0.838和0.033、0.027、0.015、0.01、0.009,即当土壤pH值为4~6时,B、Mn、Se、Sr、V随土壤pH值的升高,它们的有效态含量也显著提高,所以当土壤pH值为4~6时,微量元素的有效态含量与土壤pH值主要呈正相关。当土壤pH值为6~8时,元素有效态含量与土壤pH值为4~6时有很大的区别。这个土壤pH值范围内,土壤pH值与Zn、V、Ni、Se、Sr、As呈正相关,与Cu、Cd、Co、Fe、Mo、Mn、Cr、B、Pb、I呈负相关。其中Cd、B、Mn、Fe、Cr、与土壤pH值呈显著的负相关,相关系数和显著性概率分别为-0.692、-0.747、-0.749、-0.802、-0.917和0.013、0.005、0.005、0.002、0.000。也就是说,当土壤pH值为6~8时,Cd、Fe、Mn、Cr、B随土壤pH值的升高而降低。由此可推断:当土壤pH值为6~8时,很多微量元素的有效态含量与土壤pH值主要呈负相关,在不同的土壤pH值范围内,元素的有效态含量与土壤pH值之间的相关性会改变。当土壤pH值小于6时,B与土壤pH值呈显著的正相关,当pH值小于8,大于6时,B、Fe、Mn与土壤pH值呈显著的负相关,Mo与土壤pH

值都呈正相关,与文献[7,11~18]的研究结果是一致的;文献[7,11~18]的研究表明:Fe、Mn、Cu、Zn与土壤pH值呈显著的负相关,但本研究的结果是Fe、Mn、Cu、Zn的有效态与土壤pH值的相关性并不是很显著,而且有的元素如Zn与土壤pH值之间存在正相关的关系。因为含Na较高的碱性土则Zn的有效性会增加,这种土壤的Zn易形成锌酸钠,其溶解性较好^[18],所研究的土壤均为植物根区土,土壤中的元素有效态含量受到根系分泌物的影响,而且不同的植物在活化和吸收养分方面有显著的基因型差异,所以土壤中元素的有效态含量不仅仅受土壤pH值的影响,根系分泌物能活化或者钝化某些元素,这种活化或者钝化对元素有效态含量的影响大于土壤pH值对它们的影响,所以使得有些结果跟很多研究结果存在一定的差异。

2.6.2 微量元素有效态含量与全Ca的相关分析

如表2所示,石灰土的Ca与Zn、Cu、Cd、Mo、V、Ni、Mn、As、Pb、I呈负相关,与Co、Sr、B、Fe、Cr、Se呈正相关;红壤的Ca与Zn、Cu、Pb呈负相关,与Cd、Mo、V、Ni、Mn、As、I、Co、Fe、Cr、Se、Sr、B呈正相关。因为红壤的Ca与V、Se、Sr、As的正相关性很显著,当红壤Ca含量较低时有可能造成土壤中的V、Se、Sr、As有效态含量比较低,所以当红壤V、Se、Sr、AS的供应不足时,可以通过施用石灰来缓解缺这几种微肥的缺乏症状。Ca是石灰土微量元素有效态含量的限制因子,Ca具有缓解重金属污染的作用^[19~21],它可以与Ni离子和Co离子在土壤中发生代换吸附,还可以减轻Cu离子的毒害作用^[19]。但本研究的结果是,钙与重金属元素的负相关性并不显著。重金属元素也是植物必须的微量营养元素,当土壤中重金属元素的含量还未达到污染的标准时,就可能不出现钙元素与重金属的显著拮抗作用。

2.6.3 微量元素与有机质的相关分析

如表2所示,当土壤pH值为4~6时,Fe、Cu、Zn、Mo、Co、Cr、B、Sr、I与有机质呈正相关;Cd、V、Ni、Mn、Se、As、Pb与有机质呈负相关。当土壤pH值为4~6时,元素与有机质的相关性都不显著。当土壤pH值为6~8时,Fe、Mn、Cu、Zn、Co、V、Ni、Cd、Cr、B、As、Pb、I与有机质呈正相关,而Mo、Se、Sr、B与有机质呈负相关。其中Zn、Co与有机质呈非常显著的正相关,Mo和有机质也呈显著的负相关。所以当土壤pH值较高时,提高有机质的含量可以增加元素有效态的含量,特别是植物必需元素有效态的含量。文献[22~28]研究表明,微量元素有效态含量与有机质含量呈显著的正相关。当有机质分解时,土壤有效态

养分增加^[23,24],土壤中低价态微量元素的增多,可以促进微量元素络合物的稳定性,以至于在碱性介质中都不会发生沉淀,使得土壤中的微量元素有效态含量增加,又具有缓效性,所以在石灰岩地区,通过提高有机质的含量可以增加土壤中植物必需元素的有效态含量。

2.7 岩溶区植物体内营养元素含量偏低

如图6所示,石灰土上植物体内的N、Ca、Mg、P含量比红壤的高,而K反而是红壤上植物体内含量比石灰土上植物体内的含量高,而植物体的微量元素含量正好与土壤里的元素含量、植物体的大量元素含量相反,除了Cu和Mo元素之外,红壤上植物体内微量元素含量都比石灰土上的高。虽然石灰土的微量元素含量比红壤的高,但有效态含量一般都比红壤的低。土壤中只有元素的有效态才能被植物体吸收利用。因为石灰土中微量元素的有效态含量比较低,从而导致红壤上植物体的微量元素含量一般都比石灰土上的植物体高。

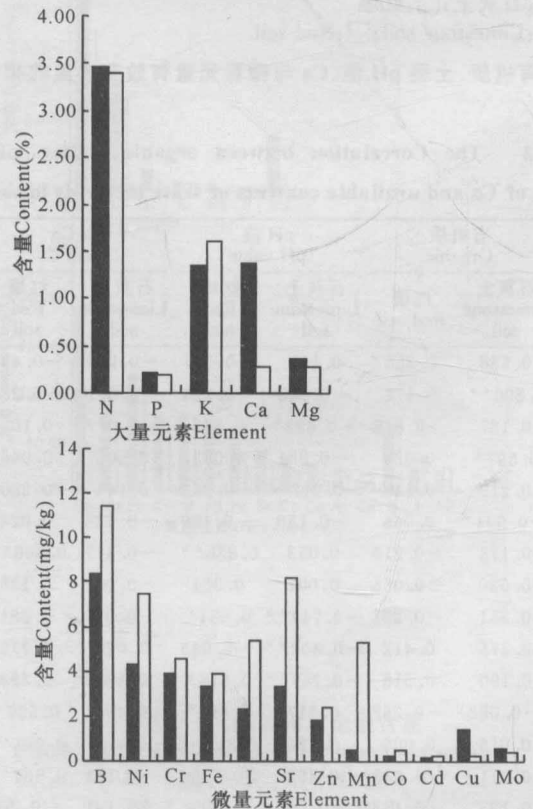


图6 植物元素的含量(平均值)

Fig. 6 The contents of elements in plants

■:石灰土;□:红壤
 ■:Limestone soil;□:Red soil

2.8 岩溶区元素生物吸收系数比较低

图7显示,2种土壤的生物吸收系数存在比较大的差异,N、Ca、Mg从总体上来说,红壤的生物吸收系

数明显大于石灰土;而 K 元素正好相反,除了盐肤木外,石灰土的生物吸收系数均大于红壤。石灰土的元素全量虽然含量都比较高,但是有效态的含量反而比较低,而植物能吸收利用元素的多少主要取决于元素的有效态含量,因为偏碱富钙的岩溶地球化学的影响,石灰土中植物可吸收利用的元素含量比较少,从而导致了石灰土植物元素的生物吸收系数比较低。

对于微量元素,结果与大量元素相似。除 Mo 元素之外,红壤上其它元素的生物系数上都比石灰土上的高。虽然重金属在各种植物根区土都有一定的含量,但植物上检测出的重金属含量都比较低或者检测不出,说明了植物体重金属的含量比较低,所研究的这几种植物都没有富集重金属的现象。石灰土的微量元素全量比较高,但有效态含量却比较低,而且土壤中的微量元素全量并不能很好的反映元素有效态含量的多寡,一般植物对微量元素的吸收主要取决于土壤中元素的有效态含量。所以说植物从石灰土中可以吸收利用的微量元素有效态含量是比较少的,最终导致了同一种植物在石灰土上的微量元素生物吸收系数一般比红壤低。

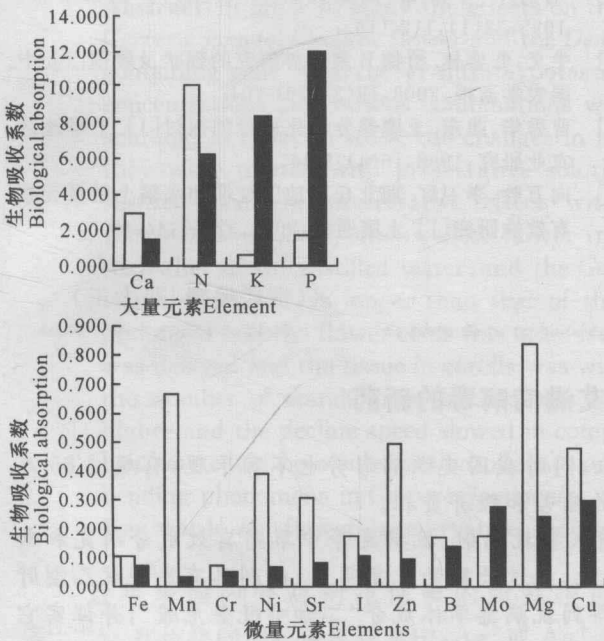


图 7 植物元素的生物吸收系数(平均值)

Fig. 7 The coefficients of biological absorption of elements in plants

■:石灰土;□:红壤
 ■:Limestone soil;□:Red soil

2.9 岩溶区与非岩溶区的元素生物地球化学各显自己特征

图 8 表明,岩溶区与非岩溶区的土壤-植物系统中的元素生物地球化学各自有自己显著的特征。

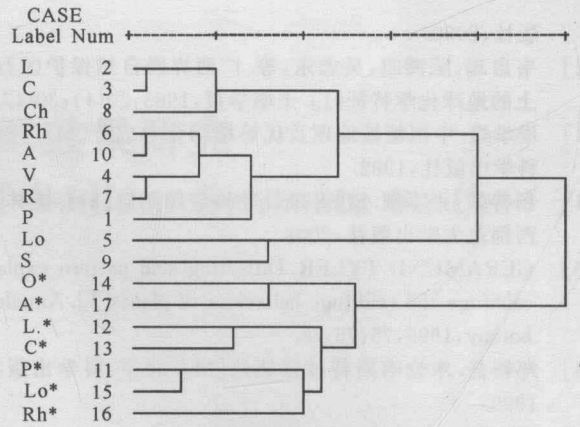


图 8 聚类分析结果

Fig. 8 The dendrogram of cluster analysis

* 的为红壤上的植物,不带 * 的为石灰土上的植物。

O. 桂花 *Osmanthus fragrans*, Lo. 椴木 *Loropetalum chinense*, Rh. 盐肤木 *Rhus chinensis*, P. 马尾松 *Pinus massoniana*, V. 黄荆 *Vitex negundo*, R. 金樱子 *Rosa laevigata*, L. 枫香 *Liquidambar formosana*, C. 樟树 *Cinnamomum camphora*, Ch. 野菊 *Chrysanthemum indicum*, S. 千里光 *Senecio scadens*, A. 龙牙草 *Agrimonia pilosa*

3 结束语

除了 K、Na、B、Mo、I 外,石灰土其它元素的全量含量都比红壤的高,而对于植物体而言,一般情况,红壤上的植物元素含量比石灰土的高(如 K、Fe、Mn、Zn、B、Co、Cd、Ni、Cr、I、Sr)。

石灰土的根区土壤 pH 值与微量元素的有效态主要以负相关为主,而红壤的根区土壤 pH 值与微量元素的有效态含量主要以正相关为主。

石灰土和红壤的有机质与微量元素主要以正相关为主,尤其是石灰土的必须微量营养元素除了 Mo 和 Se 之外,其它的微量营养元素都与有机质呈正相关,所以通过增加土壤有机质的含量是改良石灰土的一条有效途径。

石灰土的全 Ca 与微量元素之间主要呈负相关,而红壤的全钙与微量元素的相关性主要以正相关为主,所以随石灰土的自然演化,钙离子的不断淋失,石灰土里的很多微量元素有效态含量会增加,所以红壤地区,适当施用石灰,增加土壤中 Ca 元素的含量也可以提高土壤中许多微量元素的有效态含量。

富钙偏碱的地质背景下石灰土的微量元素有效态含量一般比红壤的低。

尽管石灰土和红壤的地球化学特征具有一定的差异,但存在很多共性的因素,因此,需要进行深入研究探讨其机制。

参考文献:

[1] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业出

- 版社,2000.
- [2] 韦启璠,陈鸿昭,吴志东,等. 广西崑岗自然保护区石灰土的地球化学特征[J]. 土壤学报,1983,20(1):30-42.
- [3] 侯学煜. 中国植被地理及优势植物化学成分[M]. 北京:科学出版社,1982.
- [4] 杨善朝,张军舰. SPSS 统计软件应用基础[M]. 桂林:广西师范大学出版社,2001.
- [5] GERAMUND TYLER. Differing acid pattern explains calcifuge and acidifuge behaviour of plants[J]. Annals of botany, 1995, 75: 75-78.
- [6] 郑颖吾. 木论喀斯特林区概论[M]. 北京:科学出版社,1999.
- [7] COLE C V. Hydrogen and Calcium relationships of caloureous soil[J]. Soil Science, 1957, 83, 141-150.
- [8] KABATA-PENDIAS A, PENDIAS H. Trace Elements in Soil and Plants[M]. Boca Raton: CRC Press, 1992.
- [9] 康纳 J J, 沙克立特 H T 著. 美国大陆某些岩石、土壤、植物及蔬菜的地球化学背景[M]. 王景华译. 北京:科学出版社,1980.
- [10] 王景华. 海南岛土壤和植物中的化学元素[M]. 北京:科学出版社,1987.
- [11] SIMS J T. Soil pH effects on the distribution and plant availability of manganese, copper and zinc[J]. Soil Sci Soc Am J, 1986, 50: 367-373.
- [12] 谢志南, 庄伊美, 王仁玠, 等. 福建亚热带果园土壤 pH 值与有效态养分含量的相关性[J]. 园艺学报, 1997, 24 (3): 209-214.
- [13] ZENG ZHAO-HUA. The backgroud features and formation of chemical element groundwater in the region of the middle and lower reaches of Yangtze River [J]. Acta Geologica Sinica, 1997, 71(1): 80-89.
- [14] 于君宝, 刘景双, 王金达, 等. 典型黑土 pH 变化对营养元素有效态含量的影响研究[J]. 土壤通报, 2003, 34 (5): 404-408.
- [15] OLSEN R V. Iron solubility in soil as affect by pH and free iron oxide content[J]. S S S A. Proc, 1947, 12: 153.
- [16] PAGE E R. Studies in soil and plant manganese II. The relation of soil pH to manganese availability[J]. Plant & Soil, 1962, 16: 247-257.
- [17] 洪松, 郑泽厚, 陈俊生. 湖北省黄棕壤若干微量元素环境地球化学特征[J]. 土壤学报, 2001, 38(1): 89-95.
- [18] 孙桂芳, 杨光穗. 土壤-植物系统中 Zn 的研究进展[J]. 华南热带农业大学学报, 2002, 8(2): 22-30.
- [19] 周卫, 林葆. 土壤中 Ca 的化学行为与生物有效性研究进展[J]. 土壤肥料, 1996(5): 19-22.
- [20] 许仙菊, 陈明昌, 张强, 等. 土壤与植物 Ca 营养的研究进展[J]. 山西农业科学, 2004, 32(1): 33-38.
- [21] 罗安程, 章永松, 林咸永. Ca 减缓植物矿质元素毒害的机理蔡妙珍[J]. 科技通报, 2003, 19(3): 207-311.
- [22] 李香兰, 宋才焱. 安塞新修黄绵土地地有机质分解及土壤有效态养分变化[J]. 水土保持研究, 1996, 3(2): 29-35.
- [23] 陆继龙, 周云轩, 周永昶, 等. 黑土农业区常量和微量元素的环境地球化学特征[J]. 农业环境与发展, 2002, 1: 27-29.
- [24] 刘全友, 董依平, 李继云, 等. 多伦县土壤营养元素有效态含量的影响因素研究[J]. 生态学报, 2002, 20(6): 1034-1037.
- [25] 刘雪华, 李继云. 微量元素 Co 研究[J]. 土壤学报, 1995, 32(1): 112-116.
- [26] 牛义, 张盛林. 植物 B 素营养研究的现状及展望[J]. 中国农学通报, 2003, 19(2): 101-104.
- [27] 曹秀华, 曲东. 土壤养分活化途径的探讨[J]. 干旱地区农业研究, 1998, 16(4): 9-14.
- [28] 向万胜, 李卫红. 湘北丘刚地区红壤和水稻土微量元素有效性研究[J]. 土壤通报, 2001, 32(1): 44-46.

(责任编辑:邓大玉)

我国首个既抗乙肝病毒又抗艾滋病病毒的新药

我国是乙肝大国,乙肝病毒携带者约有10%,超过1亿人,同时我国艾滋病形势也不容乐观,有超过65万的艾滋病病毒感染者,乙肝和艾滋病给广大患者带来了巨大的痛苦和经济负担。

军事医学科学院放射与辐射医学研究所董俊兴教授长期从事抗辐射、抗病毒等中草药有效成分研究和新药研究。针对乙型肝炎和艾滋病,他利用我国丰富的中医药资源,经过长期的反复筛选,得到具有显著抗乙型肝炎病毒和艾滋病病毒作用的中药“旋覆花”,经活性追踪分离得到抗病毒单体成分“二咖啡酰奎尼酸”,并证实它是一种新结构类型的抗乙型肝炎病毒和艾滋病病毒的化合物。

由于“二咖啡酰奎尼酸”在中药中含量较低,分离纯化工艺复杂,难以进行规模化生产,因此科研人员经过多年艰苦努力,最终用化学合成的方法成功制备出了单体化合物“二咖啡酰奎尼酸”,这一合成方法获得了中国发明专利授权。

研究人员在抗乙型肝炎病毒的试验中发现,“二咖啡酰奎尼酸”能显著抑制乙肝表面抗原和e抗原的产生以及病毒DNA的复制,且作用持久。在抗艾滋病病毒体内外试验中发现,“二咖啡酰奎尼酸”具有显著抑制HIV整合酶的作用,显著抑制病毒复制,延缓或逆转猴艾滋病病变,是明显不同于现有抗艾滋病病毒药物的一类非常重要的HIV整合酶抑制剂。大量动物试验中,没有发现存在显著的毒副作用。“二咖啡酰奎尼酸”为治疗乙型肝炎和艾滋病开辟了新途径,成为我国第一个具有自主知识产权的抗乙型肝炎病毒和艾滋病病毒的新药,国家食品药品监督管理局已批准其作为一类一级新药进入I期临床研究。

(据《科学时报》)