

广西红壤类土的地球化学演化和退化*

Geochemical Evolution and Degeneration of Red Soils in Guangxi

刘康怀 李 纯 蓝俊康 张 力

Liu Kanghuai Li Chun Lan Junkang Zhang Li

(桂林工学院资源与环境工程系 桂林市建干路 12号 541004)

(Dept. of Resources & Environ. Engin., Guilin Institute of Technology,
12 JIanganlu, Guilin, Guangxi, 541004, China)

摘要 分析广西红壤类土(红壤土、赤红壤土和砖红壤土)的成壤环境条件、地球化学特征及其变化规律,认为砖红壤土应该是红壤类土风化的最终土壤类型;广西砖红壤土的分布范围将有扩大的趋势,而红壤土的范围将会缓慢缩小;广西是我国酸雨重灾区之一,酸雨为红壤类土退化创造了有利的外部环境条件,可能会加速广西区红壤类土的退化;红壤类土的演化实际上是地力的退化过程,对于生物而言必定会导致生态的变异或退化;红壤类土的退化会加速铝、铁在土壤中的积累,其对环境的污染和对人类身体健康可能造成有害的影响。

关键词 红壤土 环境地球化学 土壤退化 环境污染

中图法分类号 S 151.367

Abstract The environmental condition of forming of the red soils as well as geochemical features and their change behavior of the red soils include red soil, crimson soil and laterite are analyzed. The following should be paid attention. Laterite is the final type of soils in the revolution of the red soils; the distribution area of laterite in Guangxi has a trend of enlarging, while the area of the red soil may gradually reduce; Guangxi is one of heavy acid rain regions of China, and acid rain produces a favor condition for the degeneration of the red soils, which may result in a change or degeneration of ecological environment for life-forms; the degeneration of the red soils may accelerate the accumulation of aluminum and iron in soil, which may cause pollution to surroundings and harmful to human health.

Key words red soils, environmental geochemistry, degeneration of soil, environmental pollution

广西的大地构造位置处于欧亚大陆南缘,地理环境属于热带—亚热带季风气候区,研究区适合于各种红壤类土的发育。区内长年高温、多雨,极易导致自然土壤的侵蚀和退化。土壤普查结果(1994)表明,广西全区有各种类型红壤共计达 1 074.3 万公顷,占全区土壤总面积的 66.53%^[1]。

区内红壤土的主要类型有红壤土、赤红壤土和砖红壤土。其中,砖红壤土是热带地区的代表性土壤,赤红壤土是亚热带的代表性土壤,红壤土为中亚热带的土壤。由于土壤湿、热环境的物理化学差异,从红壤土、赤红壤土到砖红壤土其各自的特征有着明显的不同,空间上反映了土壤的演化递进关系。砖红壤土为高度风化的土壤,原生矿物分解彻底,脱硅富铝化

程度很高,其中, Fe_2O_3 和 TiO_2 的富集率特别明显;赤红壤土是砖红壤土和红壤土之间的过渡类型,在其成土的过程中脱硅富铝化强度大于红壤土而小于砖红壤土,铁、铝的富集率高达 50% 以上;红壤土的脱硅富铝化特征明显不如赤红壤土和砖红壤土,其土体中铁的游离度为 65.62%,晶化度为 95.3%。

不同红壤类土的土壤结构、地力特征都有明显的差异,适生的植物种属也有很大的差别^[1]。因此,研究广西红壤类土的环境地球化学特征及其演化关系,有利于保护和合理利用广西的红壤资源,为广西的可持续发展提供重要科学依据。

1 红壤类土的成壤环境特征

广西各种红壤类土均呈东西方向的带状展布,其中,砖红壤土所分布的范围最窄,而赤红壤土和红壤土带的宽度基本呈等距^[2]。从红壤土、赤红壤土到砖

2000-09-12收稿,2001-02-05 修回。

* 广西自然科学基金资助项目(桂科自 9811029)。

红壤土,其各自的成壤环境差异比较明显。总体看,广西区的主要红壤类土空间上明显受纬度地带的控制,这表明气候条件对红壤的形成具有决定性的作用,即红壤类土成壤的地理气候环境不同,所形成的土壤特点就不同。温度对成壤过程显然起到决定性的作用,因母岩物理风化或化学风化都要有合适的温度;降雨直接参与岩石的化学反应,并间接帮助物理风化,更主要的是可能会把土壤中的组分带走;综合的因素还有:土壤环境酸碱条件、冰冻情况、母岩性质等。总之,成壤环境是红壤形成,也是红壤演化的重要影响因素之一。

表 1 红壤类土成壤环境特征

红壤类别 Type	年平均气温 Average annual air temperature (°C)	土层年均温 Average annual soil temperature (°C)	年降雨量 Annual rainfall (mm)	无霜期 Frostless period (d)	pH值 pH value
红壤土 Red soil	17~ 21	19~ 23	1 500~ 2 000	300	4.94~ 6.05
赤红壤土 Crimson soil	21~ 22	21~ 24	1 300~ 1 500	330	4.64~ 6.10
砖红壤土 Laterite	> 22	> 23	1 254~ 3 077	360	4.10~ 5.50

本表数值据文献 [1] 整理 Data in Table 1 are sorted out from Reference 1.

从表 1 可以看出,不同红壤类土所对应的气候环境的特点是:红壤土所处的环境是气温较低、雨量较少、相对干燥且湿度低;砖红壤土对应的环境条件是气温较高、降雨量大且常为暴雨、湿度高;赤红壤土所处的环境条件界于上述两类土壤之间。因此,不难结论砖红壤土的水热条件最强,赤红壤土的水热条件次之,而红壤土的水热条件就明显弱得多。

2 红壤类土的环境地球化学特征

2.1 红壤类土的成壤矿物学特征

在自然营力的作用下成土母岩不断分解形成土壤,母岩中原生矿物最终形成稳定的粘土矿物。按照粘土矿物稳定性的大小,其种类主要有:高岭石、赤铁矿、三水铝石、石英、蒙脱石、水云母等。广西的红壤类土中粘土矿物的含量呈有明显的规律分布,其中,赤铁矿和三水铝石等从红壤土、赤红壤土到砖红壤土其含量不断增加,而水云母、蒙脱石、石英等则依次降低。

上述粘土矿物的分布特点充分说明广西区内 3 种类型红壤土反映了它们风化分解程度的差异,砖红壤土是红壤类土演化的最高阶段,母岩中的原生矿物基本分解完全,因此,保存在土壤中的次生矿物稳定性好,主要的成土矿物有高岭石、赤铁矿和三水铝石,

它们在自然界中很难再被分解

2.2 红壤类土中富集常量组分特征

Al_2O_3 、 Fe_2O_3 和 TiO_2 是各红壤类土的富集常量元素,这些元素在母岩风化成壤的过程中呈逐渐积累富集的趋势。从表 2 可知,从红壤土、赤红壤土到砖红壤土,上述组分富集的趋势都比较明显,与母岩中同种组分的分布量相比,它们在土壤中富集的量多在 10% 以上,最高富集量可以到达 100%。

红壤类土中三价铁的富集最明显,在很大程度上和铁的价态易变性有关,即二价铁在自然界稳定性差,三价铁是其最终产物。从红壤土到砖红壤土颜色的不断加深实际上很大程度反映了三价铁积累量的增多;钛在广西红壤类土中的分布也是随演化不断进行而逐渐富集,说明红壤类土的环境有利于二氧化钛稳定存在;铝的富集总体有升高的趋势,但是砖红壤土中铝的迁出率还略有降低,这可能是砖红壤土的强酸性环境使具两性特征的铝氧化物有所流失的结果。

综合上述分析可知,在红壤类土中,富集组分积累梯度的变化特征是: $TiO_2 > Fe_2O_3 > Al_2O_3$; 氧化物积累总量的变化规律是: $Al_2O_3 > Fe_2O_3 > TiO_2$

表 2 主要富集元素含量特征

Table 2 The content features of the main concentrated elements

组分类别 Type	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	TiO_2 (%)	备注 Remark	
红壤土 Red soil	母岩 Mother rock	17.05	2.96	0.47	
	表土层 Surface soil	18.30	3.69	0.52	40cm内土层 In 40cm solum
	富集率 Concentration ratio	7.33	24.66	10.64	
赤红壤 Crimson soil	母岩 Mother rock	14.35	4.63	0.52	
	表土层 Surface soil	20.83	7.67	0.86	40cm内土层 In 40cm solum
	富集率 Concentration ratio	45.16	65.66	65.38	
砖红壤 Laterite	母岩 Mother rock	15.36	4.69	0.56	
	表土层 Surface soil	20.46	7.92	1.12	40cm内土层 In 40cm solum
	富集率 Concentration ratio	33.20	68.87	100.00	

富集率 = (土壤中含量 / 母岩中含量 - 1) × 100 (母岩原始数据引自文献 [1], 其它由中南大学测试中心分析) Removal rate = (Content in surface soil / content in mother rock - 1) × 100. The original data derive from Reference 1. The other data was tested by Test Centre, South-middle University.

2.3 红壤类土中分散常量组分特征

在红壤类土中呈迁出态的组分有: SiO_2 CaO MgO MnO K_2O P_2O_5 等。如果把元素在母岩中的含量与成壤后残留于土壤中的含量的差值看成是该元素的迁出量,那么各类红壤土中碱金属的迁出量最大,碱土金属次之。这显然和元素的地球化学活动性有关,即碱金属容易丢失最外层的 1 个电子而成为自由态,因此,其活动性要比其它元素强。当然,组分的迁出也和土壤环境的物理化学条件有关,因此,从红壤土、赤红壤土到砖红壤土,所处的环境湿热条件明显增强, pH 值明显降低,从而导致活性组分的迁移能力也依次增强。

计算各组分的实际迁出率(表 3)表明, CaO K_2O 及 P_2O_5 的迁出率从红壤土、赤红壤土到砖红壤土依次递增的趋势明显,而其它组分在砖红壤土中又略有降低。这就说明 SiO_2 MnO MgO 等在强酸性条件下稳定性相对较差。

表 3 分散组分的迁出率统计结果

Table 3 The removal rate of dispersing elements

组别 Type	SiO_2 (%)	CaO (%)	MgO (%)	MnO (%)	K_2O (%)	P_2O_5 (%)
红壤土 Red soil	0.33	57.10	68.03	33.33	49.88	36.59
赤红壤土 Crimson soil	17.45	86.29	88.08	93.75	76.65	58.90
砖红壤土 Laterite	15.72	87.19	82.79	55.14	87.28	63.33

迁出率 = (表土中含量 / 母岩中含量 - 1) × 100 (原始数据引自文献

[1]) Removal rate = (Content in surface soil / contents in mother rock - 1) × 100. The original data derive from Reference 1.

2.4 某些微量元素含量特征

微量元素的含量(图 1)从红壤土到砖红壤土均呈依次降低的趋势,其中生命元素锌的降低幅度最大。锌在土壤中的存在形式有多种状态^[3],它易于流失或进入生物循环。从红壤土到砖红壤土,环境条件越来越适合于锌的迁移,湿和热的大量增加是锌大量流失或循环的重要因素;镉是一种毒性元素,在广西区内红壤土中的平均含量低于 $\times 10^{-6}$ 。但是,这次取样分析的结果全部偏高,比全国各种红壤土的背景值高出 1 个数量级,这可能与我们的取样多靠近公路有关。据林炳营 1991 年研究表明,汽车尾气排放可使公路两旁土壤中镉的含量升高 1~2 个数量级^[4]。镉在各种类型红壤中相对均匀的含量变化也说明可能存在着这种因素

铜元素对植物既有营养又具毒性特征,少量的铜能参与并促进植物体的代谢作用,但过量的铜又会使

植物中毒^[5]。区内红壤土中铜的分布量总体偏低,其中赤红壤土和砖红壤土中的平均含量明显低于我国土壤中铜含量的平均值,说明红壤环境中贱金属元素容易流失。从图 2 还可看出,铜与锌的降低梯度基本相近。

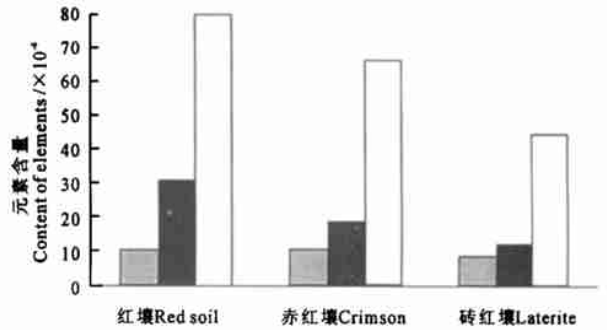


图 1 红壤类土中某些微量元素的含量特征

Fig.1 The content features of some trace elements in the red soils

Legend: Cd (light grey), Cu (dark grey), Zn (white). Red soil, crimson soil, laterite samples are 16, 22, 13 respectively. The samples were analyzed by Test Centre, South-middle University.

3 红壤类土演化退化分析

根据上述红壤类土的环境化学特点,我们至少可以建立起两个概念:即广西区的红壤类土有明显的继承演化趋势,而演化的结果最终会导致红壤类土的逐渐退化。现就红壤退化的可能性进行如下的分析:

从红壤土、赤红壤土到砖红壤土的风化产物可以看出,随着风化作用的不断进行,造岩矿物最终都形成最稳定的粘土矿物,因此,砖红壤土应该是红壤类土风化的最终土壤类型。达到砖红壤土终态所需要的环境条件是高温、多雨、强酸性。

广西的自然地理环境主要包括北温带、亚热带,其南沿又靠近热带,这为不同红壤类土的形成环境提供了基本的自然条件。从红壤土向砖红壤土逐渐演化,在广西区内是必然发生的演化趋势,据此推断,广西砖红壤土的分布范围将有扩大的趋势,而红壤土的范围将会缓慢缩小。

从红壤土、赤红壤土到砖红壤土中化学组分的富集和分散特点可以看出,随着植物养分元素或生命元素的含量不断降低,植物的生长将会受到一定的影响。土壤演化不断进行,积累在红壤中的惰性组分就不断增多。这些组分不易参加生命的循环和生理作用,甚至可能会对生命物质造成某些影响。从这些方面考虑,红壤类土的演化实际上是地力的退化过程,

(下转第 222 页 Continue on page 222)

参考文献

- 1 何斌源, 范航清, 梁士楚. 光因子对几种红树植物胚轴根萌发及生长的影响. 见: 范航清, 梁士楚主编. 中国红树林研究与管理. 北京: 科学出版社, 1995. 115~ 120.
- 2 Ellison A M, Farnsworth E J. Seedling survivorship, growth, and response to disturbance in Belizean mangal. *Am J Bot*, 1993, (80): 1137~ 1145.
- 3 Tamai S, Lampa P. Establishment and growth of mangrove seedlings in mangrove forests of south Thailand. *Ecol Res*, 1988, (3): 227~ 238.
- 4 廖宝文, 郑德璋, 郑松发等. 红树植物木榄造林技术. 见: 廖宝文, 郑德璋, 郑松发等编. 红树林主要树种造林与经

- 营技术研究. 北京: 科学出版社, 1999. 127~ 129.
- 5 李信贤, 温远光, 何妙光. 广西海滩红树林类型及生态. *广西农学院学报*, 1991, 10 (4): 78~ 81.
- 6 范航清. 广西海岸红树林现状及人为干扰. 见: 范航清, 梁士楚主编. 中国红树林研究与管理. 北京: 科学出版社, 1995. 189~ 202.
- 7 莫竹承, 范航清, 张振日等. 广西珍珠港红树林恢复造林规划研究. 见: 何其锐主编. 南海资源开发研究. 广州: 广东经济出版社, 1998. 1026~ 1035.
- 8 温远光. 广西英罗港 5种红树植物群落的生物量和生产力. *广西科学*, 1999, 6 (2): 142~ 147.
- 9 莫竹承, 何斌源, 范航清. 抚育措施对红树植物幼树生长的影响. *广西科学*, 1999, 6 (3): 231~ 234.

(责任编辑: 邓大玉)

(上接第 217页 Continue from page 217)

对于生物而言会导致生态的变异或退化

广西是我国酸雨重灾区之一. 因此, 酸雨为红壤类土退化创造了有利的外部环境条件, 大面积的土地被酸雨污染必将人为地造成强酸性的环境. 因此, 有理由认为, 酸雨的影响可能会加速广西区红壤类土的退化. 广西本来就是高湿、高温的地理环境, 随着全球温室效应不断加剧, 气温的升高又为红壤类土退化提供了必需的热量条件. 显然, 广西红壤类土的退化在现有条件下会有所加剧

红壤类土的不断退化将使环境的酸性加强, 这不利于土壤对其中腐殖质的保护, 也不利于土壤固定或钝化有毒重金属离子. 广西是我国的有色金属之乡, 长期的矿山开采和重金属冶炼, 已经造成了大片土地的污染, 红壤退化将对这些地区的环境造成一定的威胁, 附近的水体可能会容易被污染, 甚至影响人们的身体健康

红壤类土的退化会加速铝、铁在土壤中的积累. 已有资料表明, 人体过量摄入铝可能诱发老年痴呆症, 过多的铁也可能导致非特异性致癌^[5]. 因此, 红壤类土的退化对人类可能造成的危害有必要深入研究

4 结语

广西区内的 3种红壤类土是一个自然的土壤演化序列, 红壤类土的矿物学特征、元素化学特征都显示了红壤类土演化的规律. 红壤土的演化退化使土壤

中的营养组分大量迁出, 其地力必然会下降.

广西的自然地理环境和实际的环境现状必将会加速区内红壤类土的退化, 红壤类土的退化可能还会造成附近水体环境的污染, 对植物和人类的生存构成一定的威胁. 因此, 研究广西区红壤类土的演化退化, 必须防止其对环境的污染和对人类身体健康可能造成的影响.

保护和合理利用红壤土资源对于广西来说尤为重要, 建议加强红壤类土可持续性利用的研究, 深刻认识红壤退化的危害性, 广泛宣传红壤的保护知识和合理利用红壤资源的方法, 确保广西农、林、牧业的可持续发展

致谢

撰写本文过程中引用了前人的一些资料, 值此一并致谢

参考文献

- 1 广西土肥工作站. 广西土壤. 南宁: 广西科学技术出版社, 1994. 68~ 116.
- 2 刘康怀. 广西红壤系列土的分带及其环境地球化学特征. *桂林工学院学报*, 2000, 20 (1): 21~ 25.
- 3 王云, 魏复盛. 土壤环境元素化学. 北京: 中国环境科学出版社, 1995. 58~ 256.
- 4 林炳营. 汽车尾气镉污染行为研究. *桂林工学院学报*, 1991, 11 (3): 43~ 46.
- 5 吴沈春. 环境与健康. 北京: 人民卫生出版社, 1982. 36~ 128.

(责任编辑: 蒋汉明)