

海南岛西部地区砖红壤中稀土元素含量的空间分异特征

赵志忠 毕华 刘强

(海南师范大学资源环境与旅游系 海口 571158)

摘要 砖红壤是海南岛西部地区占地面积大、发育典型的地带性土壤,对区内不同砖红壤剖面稀土元素的组成特征及稀土元素含量的纵向变化规律进行研究发现,成土母质决定着土壤中稀土元素的最初含量,同一土壤剖面上下层土壤之间的稀土元素具有一定的继承性。砖红壤在形成发育过程中发生了轻稀土元素富集,且由深部至浅部,稀土元素总量逐步减少,而 Ce 也呈现出由负异常向正异常演化之趋势,土壤的淋溶作用是导致稀土元素发生纵向分异的主要原因。

关键词 稀土元素;砖红壤;海南岛

中图分类号 S153.6; P595

土壤是由各种岩石风化产物、松散沉积物发育而形成的近地表自然介质,而土壤中各种元素的组成及其变化特征是反映土壤环境质量、土壤发育及其形成演化过程的重要指标^[1~6]。

土壤中稀土元素的组成受成土母质、土壤类型、土壤物化性质、水分动态、自然环境特点及人类活动等共同影响^[7~10]。由于探讨表生条件下岩石风化与土壤形成过程中稀土元素的分异、富集、迁移规律对于研究 REE 成矿、判断风化与成土过程的环境特征均有重要作用,因此,近年来,人们非常重视土壤中稀土元素含量的空间变化规律研究^[11~13]。本文选择海南岛西部地区发育典型的砖红壤剖面作为研究对象,分析砖红壤发育过程中稀土元素的地球化学特征,在此基础上探讨不同剖面稀土元素含量的纵向变化规律、迁移富集规律及其成因机理。

1 研究区概况

1.1 区域地质背景与自然地理特征

研究区位于海南岛西部,包括乐东县、东方市、昌江县及儋州市、白沙县、五指山市的部分地区。该区地处东西向王五-文教断裂带以南,系华南褶皱系五指山褶皱隆起带的西侧部分,研究区内广泛发育中元古代、古生代、中生代、新生代地层及海西-印支期、燕山期花岗岩。

海南岛的地貌形态表现为一中间高耸、四周低

平的穹状隆起,研究区位于穹窿的西南部,地貌组合类型包括山地、丘陵与平原。区内的光热条件优越,气候属热带季风气候,由于地处背风坡,区内年降雨量较小且降水集中、夏季多暴雨。

1.2 土壤类型及分布

前人曾对研究区内土壤类型及其分布特征进行过深入的研究^[14~17]。总体说来,研究区内的土壤发育较成熟,并可分为黄壤、砖黄壤、砖红壤、赤红壤、燥红土等五大类型,其中本次的研究对象 砖红壤是研究区内最主要的地带性土壤类型,其地表的出露面积达到 63.85%,主要分布于阶地、台地及海拔 400 m 以下的低丘地带,按其成土母质特征又可分为玄武岩砖红壤、浅海沉积物砖红壤、花岗岩砖红壤、砂页岩砖红壤,其中后两者分布较广。

2 样品采集及研究方法

海南岛西部地区不同土壤剖面及同一剖面不同层位(淋溶层、淀积层、母质层)的地球化学条件存在一定的差异,而稀土元素由于在原子结构和晶体化学性质上存在着微小差别使得它们可在不同地球化学条件下产生分馏,并形成不同的分布状况和分布模式^[6]。因此,对研究区内不同砖红壤剖面中的稀土元素含量特征进行对比分析,就可以帮助我们厘定研究区内稀土元素含量的空间变化特征及其迁移富集规律。

本次研究主要选择海南岛西部地区砖红壤发育

较好的5个剖面进行研究,其中3个剖面分别采集了淀积层(B层)、母质层(C层)土壤样品,2个剖面则采集了淋溶层(A层)、淀积层、母质层3层土壤样品,同一层位采集多个样品进行充分混合,得到的土样在室内经自然晾干→人工压碎→砾石及动植物残体剔除→混匀→碾磨→过筛(200目)等步骤的处理后,选取20g用于稀土元素的含量测定,以探明不同地区不同土壤层位中稀土元素的分布特征与变化规律。而为了进一步探讨土壤稀土元素与基岩的关系,我们还在儋州那大剖面采集了基岩样品(D层)。所有的土壤与基岩样品的稀土元素成分分析均采用ICP-MS方法进行,全部分析项目由中科院贵阳地球化学研究所资源与环境测试分析中心完成。

3 稀土元素的空间分异特征

3.1 稀土元素的组成特征分析

本次研究在昌江车站、五指山度假村、乐东卫校、乐东乐光农场、儋州那大等5个地点选择了5个砖红壤剖面进行了系统采样,根据其成土母质与母岩特征,可将前二者归属于花岗岩砖红壤,后者为砂页岩砖红壤,而乐东卫校剖面的砖红壤则为砂泥岩砖红壤。各剖面不同层位的土壤样品稀土元素组成如表1所示。

由表1可以发现区内砖红壤的稀土元素组成存在如下规律:

(1) 不同剖面之间砖红壤样品的 $\sum\text{REE}$ 值变化幅度较大,其中花岗岩砖红壤 $\sum\text{REE}$ 值介于635~1331.5 mg/kg之间,而砂泥岩砖红壤与砂页岩砖红壤样品的 $\sum\text{REE}$ 值则介于120.55~655.1 mg/kg之间。总体看来,研究区内砖红壤的 $\sum\text{REE}$ 值要高于我国土壤的 $\sum\text{REE}$ 平均值(187 mg/kg),也高于南方酸性土壤 $\sum\text{REE}$ 平均值(200 mg/kg)及地壳中稀土含量的平均值(207 mg/kg)^[8,12,18]。

(2) 研究区内砖红壤样品的 $\sum\text{Ce}/\sum\text{Y}$ 值介于2.394~23.285之间,而 $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 值也介于8.065~50.727之间,反映研究区内砖红壤稀土元素组成显示出轻稀土富集的特点。

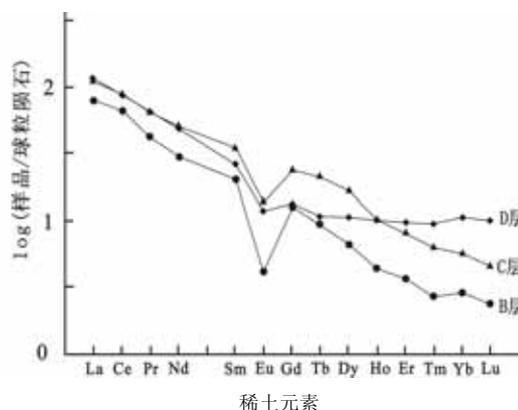
(3) 研究区内砖红壤样品的 δEu 值介于0.265~0.638之间,显示出明显的Eu负异常特征。

一般认为,风化壳和土壤中各种元素主要来自成土母质,可以说,成土母质决定着土壤中化学元

的初始含量^[7,19],这也是研究区内不同剖面砖红壤稀土元素含量有所不同的主要原因。在研究区内,由砂页岩风化而成的砖红壤,稀土元素含量相对较低,而由花岗岩风化而成的砖红壤,其土壤稀土元素含量较高。总体说来,研究区不同类型砖红壤稀土元素含量变化表现为花岗岩砖红壤>砂泥岩砖红壤>砂页岩砖红壤,这与中国大多数地区砖红壤稀土元素含量变化具有相似的特点^[3,11]。

研究区内土壤呈现轻稀土元素富集这一特征则主要是由稀土元素的地球化学特性与研究区内的自然地理条件所决定的。海南岛西部地区处于热带季风气候区,化学风化作用与淋溶作用强烈,成土母质在强烈风化过程中,重稀土较轻稀土更易在溶液中形成重碳酸盐和有机络合物,并被优先溶解迁移,轻稀土则被黏土优先吸附,使轻、重稀土发生分异,最终导致轻稀土相对富集,重稀土亏损。因此,研究区内砖红壤样品的 $\sum\text{Ce}/\sum\text{Y}$ 值与 $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 值较大是研究区内砖红壤在发育过程中轻、重稀土元素发生分异所导致的。

我们认为,研究区内砖红壤出现Eu亏损可能存在两个原因,首先是与西部地区内成土母质及基岩有一定的联系,也就是说,研究区内砖红壤成土母质本身就存在Eu亏损,并导致在砖红壤成土母质中产生初始的Eu亏损。为了证实这一点,我们在儋州那大剖面上采集了基岩层样品,结果发现,基岩层中已经存在一定的Eu亏损(图1),但亏损强度远不如其上的母质层及成熟土壤明显,说明淀积层土壤中的Eu亏损是在成土母质的基础上发生了后期的叠加,而这种亏损叠加是稀土元素的分异所致。



B层:淀积层; C层:母质层; D层:基岩

图1 儋州那大剖面砖红壤稀土元素配分模式

Fig. 1 REE distribution patterns in Nada latosol profile in Danzhou

表 1 海南岛西部地区砖红壤剖面的稀土元素组成

Table 1 REE contents of the samples from different latosol profiles in western part of Hainan Island

采样地点	土层层位	稀土元素 ($\mu\text{g/g}$)									
		La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho
昌江车站	淀积层	159.142	363.795	38.496	125.136	15.029	1.992	11.292	1.362	7.397	1.383
	母质层	178.245	245.253	35.649	120.213	14.678	2.267	9.915	1.229	6.007	1.018
乐东卫校	淀积层	122.466	102.736	33.065	128.302	24.824	4.374	19.820	2.933	16.474	2.919
	母质层	144.013	122.755	35.986	131.685	26.295	3.928	21.310	3.463	20.843	3.917
乐东乐光农场	淋溶层	45.613	114.140	9.831	36.139	6.743	1.117	6.018	0.956	5.383	1.054
	淀积层	99.649	147.794	23.687	88.610	17.451	2.557	14.859	2.341	14.831	2.676
	母质层	114.089	130.195	25.778	96.014	19.120	2.938	17.528	2.939	17.668	3.457
儋州那大	淀积层	24.629	52.841	5.102	18.239	3.878	0.309	3.298	0.443	2.141	0.316
	母质层	34.431	69.226	7.932	30.049	6.693	1.021	6.133	1.007	5.294	0.732
	基岩	36.738	72.150	7.984	29.239	5.152	0.894	3.564	0.530	3.470	0.729
五指山度假村	淋溶层	86.426	445.622	16.921	59.507	8.898	1.486	6.959	0.711	3.294	0.524
	淀积层	337.966	420.279	93.764	318.936	42.985	6.264	24.507	2.678	12.356	2.127
	母质层	245.619	411.186	60.140	214.489	34.916	5.118	26.689	3.431	17.831	3.029
球粒陨石		0.31	0.808	0.122	0.6	0.195	0.0735	0.259	0.0474	0.322	0.0718

采样地点	土层层位	稀土元素 ($\mu\text{g/g}$)					特征参数				
		Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	δCe	$\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$	(La/Yb) _N	δEu
昌江车站	淀积层	4.093	0.569	3.796	0.501	44.106	778.089	1.119	9.444	28.265	0.468
	母质层	2.886	0.387	2.369	0.316	30.422	650.854	0.741	10.932	50.727	0.575
乐东卫校	淀积层	8.207	1.116	7.359	1.003	78.203	553.801	0.389	3.012	11.220	0.603
	母质层	11.296	1.671	10.521	1.454	116.00	655.137	0.410	2.439	9.228	0.507
乐东乐光农场	淋溶层	3.250	0.543	3.813	0.544	33.034	268.178	1.297	3.912	8.065	0.536
	淀积层	7.828	1.150	7.461	1.120	75.920	507.934	0.732	2.962	9.005	0.486
	母质层	0.839	1.395	9.243	1.330	98.725	550.258	0.578	2.394	8.322	0.491
儋州那大	淀积层	0.765	0.088	0.597	0.077	7.827	120.550	1.135	6.751	27.814	0.265
	母质层	1.699	0.202	1.173	0.145	19.119	184.856	1.008	4.207	19.790	0.487
	基岩	2.115	0.317	2.269	0.326	20.142	185.619	1.014	4.547	10.916	0.638
五指山度假村	淋溶层	1.365	0.181	1.168	0.157	12.217	645.436	2.805	23.286	49.887	0.577
	淀积层	5.802	0.734	4.637	0.626	57.868	1331.529	0.568	10.960	49.138	0.590
	母质层	8.283	1.147	7.664	1.038	93.768	1134.348	0.814	5.964	21.607	0.513
球粒陨石		0.21	0.0324	0.209	0.0322	1.9					

注：样品由中科院贵阳地球化学研究所资源环境测试中心分析。

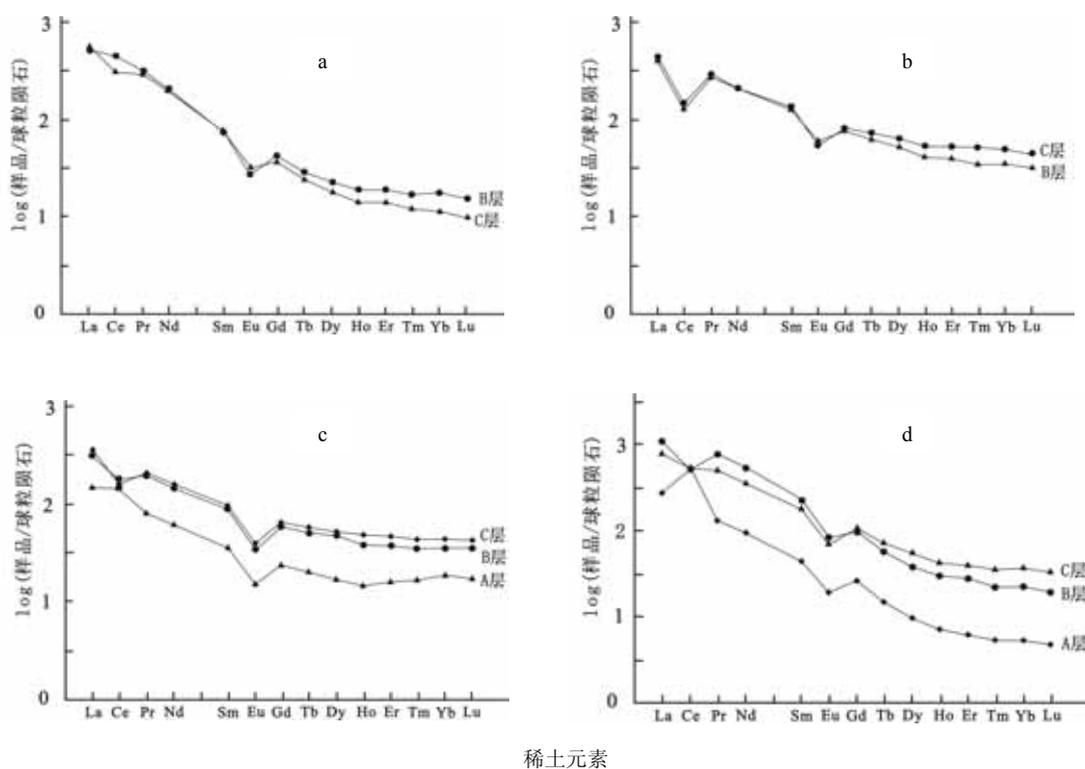
因此，成土过程中稀土元素分异可能是砖红壤稀土元素 Eu 亏损的另一个原因。事实上，从儋州那大剖面稀土元素配分模式图可以发现，Eu 在淀积层的亏损程度比母质层强烈，说明随着土壤不断发育与成熟，土壤中的 Eu 亏损在不断叠加增强，因此土壤的发育过程也是 Eu 亏损逐步增强的过程，而导致土壤发育演化与 Eu 亏损同步增强的主要原因是土壤中的 Eu 发生了氧化还原反应。一般认为，Eu 在土壤中能以不同的价态 (Eu^{3+} 、 Eu^{2+}) 存在，随湿度、

酸度的增加， Eu^{3+} 被淋溶至下层再被还原形成 Eu^{2+} 而淋失，从而导致上部土壤 Eu 的亏损加剧^[20, 21]。

3.2 稀土元素的垂向结构特征分析

根据不同剖面不同层位土壤稀土元素组成 (表 1) 及其配分模式图 (图 1、图 2)，可以发现研究区内砖红壤的稀土元素组成在垂向上存在如下几点规律：

(1) 各砖红壤剖面不同层位土壤的稀土元素配分模式曲线具有一定的相似性，且均呈现为向右倾



A 层: 淋溶层; B 层: 淀积层; C 层: 母质层
a: 昌江车站; b: 乐东卫校; c: 乐东乐光农场; d: 五指山度假村

图 2 海南岛西部地区砖红壤稀土元素配分模式

Fig. 2 REE distribution in different latosol profiles in western part of Hainan Island

斜的轻稀土富集型及 Eu 呈负异常的特点。

(2) 除昌江车站剖面外，各砖红壤剖面稀土配分模式显示如下特点：由土壤深部的母质层到土壤浅部的淋溶层，稀土元素配分曲线出现向下“漂移”现象，而且相对母质层土壤的稀土配分模式来说，淀积层土壤稀土配分曲线的“漂移”距离较小，淋溶层土壤的稀土配分曲线“下漂”幅度较大。反映出在各砖红壤剖面中，由土壤深部至浅部，稀土元素含量在逐步减少，其中土壤淋溶层稀土元素含量大幅度减少，以至于出现明显的亏损。

(3) 稀土配分模式还显示，相对砖红壤剖面的母质层来说，淀积层土壤稀土元素配分曲线的左端“向下漂移”距离很小，但配分曲线右端的“下漂”距离有所增大。说明在各土壤剖面中，由土壤下部的母质层至上部淀积层，轻稀土元素含量减少不明显，而重稀土元素含量明显减少。

(4) 除儋州那大砖红壤剖面外，有 4 个剖面的母质层土壤出现 Ce 负异常，有 3 个砖红壤剖面的淀

积层出现 Ce 负异常，而所有剖面的淋溶层土壤均呈现出 Ce 正异常现象，说明在砖红壤剖面中，土壤的深部常出现 Ce 的负异常现象，而土层浅部多呈现出正异常特点。

(5) 昌江车站剖面稀土配分模式显示出与其他 4 个砖红壤剖面不同的特点，即母质层土壤的稀土配分曲线落在淀积层土壤稀土配分曲线之下，但淀积层、母质层的稀土配分曲线的左端也近于重合，只是在右端才发生分离。

针对研究区内各砖红壤剖面稀土元素的上述变化特征进行深入分析，可以认为：研究区内各砖红壤剖面的表层、浅层与深层的稀土元素配分模式形态具有一定的相似性，反映研究区内各砖红壤剖面上下层之间的稀土元素具有一定的继承性。同时也说明土壤稀土元素含量与成土母质具有密切的联系。同一剖面砖红壤的浅、深层土壤是在同一地貌单元、同一成土母质的基础上发育而成，因而造成稀土元素含量特征及上下层变化趋势的一致性。

土壤深部至浅部稀土元素含量逐步减少是成土过程中不断发生的淋溶作用所致, 由于研究区地处热带季风气候区, 化学风化作用强烈, 稀土较容易从矿物中解吸下来并进入溶液迁移。特别是砖红壤的表土层常受到强烈淋溶而发生贫稀土化, 被淋溶的稀土则向下渗透并发生淀积而使深部土壤富含稀土, 最终导致由土壤浅部至深部, 稀土元素含量逐步增加, 其中土壤表层稀土元素损失最大。

由于淋溶层内大量稀土元素被淋溶后带至下部淀积层淀积, 使淀积层成土过程中造成的稀土损失得到一定补偿, 但由于淋溶层中重稀土较轻稀土更易在溶液中形成重碳酸盐和有机络合物, 被溶解迁移, 因此, 在淀积层中轻稀土的淀积相对较多, 而重稀土淀积较少, 由此造成研究区内各砖红壤剖面淀积层与母质层之间显示出轻稀土含量变化较小, 而重稀土含量变化较大的特点。

研究区内砖红壤剖面淋溶层的 Ce 呈现正异常, 而淀积层、母质层呈现负异常, 可能与土壤的成熟度有一定的关系。已有研究表明, 风化成土过程有向 Ce 正异常方向演化的趋势^[20, 21]。由于土壤浅部风化较强, 土壤成熟度较高, 因而可造成剖面上部淋溶层的 Ce 呈现正异常, 而下部的淀积层、母质层则因土壤成熟度较低而呈现负异常。

研究区内昌江车站附近的砖红壤剖面稀土元素含量的垂向变化显示出与其他剖面不同的特点, 该剖面淀积层的重稀土元素相对母质层的重稀土元素发生了富集。笔者认为, 产生这一现象的原因可能与剖面附近的石碌铁矿有关。由于石碌铁矿的尾矿露天堆放, 尾矿中含有大量的稀土元素, 当大气降水经过尾矿时, 就会与尾矿发生水-岩反应, 溶解尾矿中的重稀土元素。由于石碌铁矿地势较高, 溶解了稀土元素的溶液就向四周流动并向土壤下部渗透, 而溶液在向下部渗透过程中, 流速及物理化学环境发生变化, 使重稀土元素在剖面的淀积层就开始淀积, 最终导致剖面淀积层土壤因重稀土淀积较多而产生了重稀土的相对富集。

总之, 研究区内各砖红壤剖面不同层位稀土元素含量变化特征反映砖红壤中稀土元素含量在受到成土母质制约的同时, 在垂向上还显示出明显分异特征, 由上而下稀土元素含量呈增加之势, 其中淋溶层至淀积层呈现跳跃式的增加, 使得稀土元素(尤其是重稀土元素)在剖面的深部更趋向于富集, 而土壤中的 Eu、Ce 异常在垂向上也具有明显的规

律性。

4 结论

通过对海南岛西部地区几个砖红壤剖面稀土元素含量特征及变化趋势进行研究, 可以得出如下几点结论:

(1) 研究区内砖红壤剖面上下层土壤之间的稀土元素具有一定的继承性, 成土母质决定着土壤中稀土元素的最初含量。由砂页岩风化而成的砖红壤, 稀土元素含量相对较低, 而由花岗岩风化而成的砖红壤, 其土壤稀土元素含量较高。

(2) 研究区内砖红壤 $\sum Ce/\sum Y$ 值与 $(La/Yb)_N$ 值较大, 反映研究区内砖红壤在发育过程中发生了明显的轻稀土元素富集。而研究区内砖红壤 Eu 亏损的主要原因是成土母质存在一定的 Eu 亏损及土壤发育过程中稀土元素分异, 这种分异作用导致在成土母岩 Eu 亏损的基础上发生了 Eu 亏损的叠加。

(3) 各土壤剖面深部至浅部稀土元素含量逐步减少的原因是土壤的淋溶作用, 并导致由土壤浅部至深部, 稀土元素含量逐步增加, 其中土壤表层稀土元素含量大幅度减少。但由于淋溶层中重稀土较轻稀土更易被溶解迁移, 因此, 在淀积层中轻稀土的淀积相对较多, 而重稀土淀积较少, 由此造成研究区内各砖红壤剖面淀积层与母质层之间显示出轻稀土含量变化较小, 而重稀土含量变化较大的特点。

(4) 研究区内砖红壤剖面淋溶层的风化较强, 土壤成熟度较高, 导致 Ce 呈现正异常, 而淀积层、母质层呈现负异常, 由剖面深部至浅部, Ce 有由负异常向正异常演化之趋势。

(5) 昌江车站附近的砖红壤剖面稀土元素含量的垂向变化显示出与其他剖面不同的特点, 主要原因可能与剖面附近的石碌铁矿的尾矿有关, 尾矿中的稀土元素被溶解后向四周流动并向土壤下部渗透, 将重稀土元素带入淀积层中淀积, 从而使该剖面淀积层土壤的重稀土元素相对母质层土壤发生了富集。

参考文献

- 1 黄成敏, 王成善. 风化成土过程中稀土元素地球化学特征. 稀土, 2002, 23 (5): 46 ~ 49
- 2 Zhang MK, Ke ZX. Heavy metals, phosphorus and some other elements in urban soils of hangzhou city China. Pedosphere, 2004, 14 (2): 177 ~ 185

- 3 丁维新. 中国土壤中稀土元素的概况. 稀土, 1994, 15 (6): 44~48
- 4 Hu XF, Wu HX, Hu X, Fang SQ, Wu CJ. Impact of urbanization on Shanghai's soil environmental quality. *Pedosphere*, 2004, 14 (2): 151~158
- 5 Liu KX, Liao ZW, Wang SC, You ZL. Effects of Fe and Mn in paddy soils derived from different parent materials on methane production and emission. *Pedosphere*, 2003, 13 (4): 337~344
- 6 黄成敏, 龚子同. 土壤发育过程中稀土元素的地球化学指示意义. 中国稀土学报, 2000, 18 (2): 150~155
- 7 杨元根, 刘从强, 袁可能, 何振立. 南方红土形成过程及其稀土元素地球化学. 第四纪研究, 2000, 20 (5): 469~480
- 8 冉勇, 刘铮. 我国主要土壤中稀土元素的含量分布. 中国稀土学报, 1994, 12 (3): 248~252
- 9 丁士明, 梁涛, 张自立, 孙琴. 稀土对土壤的生态效应研究进展. 土壤, 2004, 36 (2): 157~163
- 10 陈晶中, 陈杰, 谢学俭, 张学雷. 土壤污染及其环境效应. 土壤, 2003, 35 (4): 298~303
- 11 杨元根, 刘从强, 袁可能, 何振立. 中国南方红壤中稀土元素分布的研究. 地球化学, 1999, 28 (1): 70~79
- 12 朱维晃, 杨元根, 毕华, 刘强. 土壤中稀土元素地球化学研究进展. 矿物岩石地球化学通报, 2003, 22 (3): 259~264
- 13 宋云华, 沈丽璞, 王贤觉. 某些岩石风化壳中稀土元素的初步研究. 科学通报, 1987, 32 (9): 695~698
- 14 杨德涌, 陈世俭, 马毅杰. 海南岛土壤粘粒矿物特征与土壤系统分类. 土壤学报, 2002, 39 (4): 467~475
- 15 陈志诚, 赵文君, 龚子同. 海南岛地形-母岩(母质)单元与土壤系统分类类型关系及其在编绘土壤图中的应用. 土壤学报, 2003, 40 (5): 641~650
- 16 张学雷, 陈杰, 张甘霖, 檀满枝. 海南岛成土母质的地形多样性分析. 土壤学报, 2004, 41 (2): 170~175
- 17 陈志诚, 赵文君, 龚子同. 海南岛土壤发生分类类型在系统分类中的归属. 土壤学报, 2003, 40 (2): 170~177
- 18 中国环境监测总站. 中国土壤元素背景值. 北京: 中国环境科学出版社, 1990
- 19 陈杰, 龚子同, Blume H. P. 南极半岛海洋气候区的土壤 I. 风化作用. 土壤, 2003, 35 (4): 279~285
- 20 Condie KC, Dengate J, Cullers RL. Behavior of rare earth elements in a paleoweathering profile on granodiorite in the Front Range, Colorado, USA. *Geochem Cosmochim Acta*, 1995, 59: 279~294
- 21 宋云华, 沈丽璞. 酸性火山岩类风化壳中稀土元素的地球化学实验研究. 地球化学, 1986, 15 (3): 252~234

SPATIAL DISTRIBUTION OF REE ELEMENTS CONTENTS IN LATOSOL IN THE WESTERN PART OF THE HAINAN ISLAND

ZHAO Zhi-zhong BI Hua LIU Qiang

(Department of Resources, Environment and Tourism, Hainan Normal University, Haikou 571158)

Abstract Soil samples were collected from different latosol profiles in the western Hainan Province, and according to the contents of REE elements of these samples, compositions and laws of their spatial variation of the REE elements in latosol profiles were studied. Results showed that soil forming parent materials determine contents of primary REEs of the soils, and the LREEs accumulated during the formation and development of the latosol. The study also indicated that the total REEs increased with the depth of the soil profiles, but Ce turned from positive anomaly to negative anomaly, suggesting that leaching may be the main reason for variation of the vertical distribution of the REEs in the soils.

Key words REE elements, Latosol, Hainan Island