

# 外源 REE 对生态环境影响研究

刘普灵 张梅花 李雅琦 琚彤军 石 辉

(中国科学院 水土保持研究所 陕西杨陵 712100)  
水利部

**摘 要** 通过示踪区植物对稀土元素的吸收和分布研究,以及对利用稀土元素示踪法研究土壤侵蚀的野外径流小区径流池中清水样品的稀土元素含量分析,证明示踪 REE 的生物地球化学行为较为稳定,不易被植物吸收,也不会因水迁移而影响地下水和地表水的水质。

**关键词** 稀土元素 环境影响 研究

## Studies of the Effect on Extra-REE for Bio-environment

Liu Puling Zhang Meihua Li Yaqi Ju Tongjun Shi Hui

(Institute of Soil and Water Conservation, Chinese Academy of Sciences  
and Ministry of Water Resources Yangling Shaanxi 712100)

**Abstract** The REE distributions in the plants grown in tracing area and the REE contents in the water collected from field plot runoff pool built up for studying soil erosion by using REE tracer method have been determined in this study. Experimental results show that because the geochemical activity of REE marked in soil is of comparative stable and is difficultly absorbed by plants, it does not effect the quality of both underground water and surface water.

**Key words** REE environment effect study

由于稀土元素(REE)及其化合物具有特殊的性能和广泛的用途,近年来稀土的开发和利用有了长足的发展,特别是由于稀土作为植物生理生化上的金属激活剂,具有能调节植物体内的生理活动功能,从而可促进作物对磷素的吸收,刺激作物生长<sup>[1]</sup>,因此“七五”以来已在我国农业生产中大面积推广应用,施用面积每年约达66.7万 hm<sup>2</sup>。为了探明这样大面积应用对土壤环境及人体健康的影响问题,科学工作者作了大量的同步试验研究,已经证明:1. 混合稀土硝酸盐对哺乳动物和水生生物均属低毒类。2. REE 经胃肠道吸收率很低,无明显蓄积作用,长期食用含微量稀土食物,对人、畜无害。3. 混合稀土硝酸盐无致畸作用,对细胞也无致突变作用。4. 农用稀土的适量施用,不影响作物品质,不影响农业环境<sup>[2]</sup>。我们1994年进行的农作物对 REE 的吸收、运转和积累试验研究,也说明上述结论是正确的。试验采用室内盆栽法,供试品种为陕单九号玉米杂交种,农用硝酸稀土的施加浓度为380mg/kg,施用方法为叶面喷施,

时间分苗期和授粉期二次喷施,样品采集在喷施后10~15天进行。试验结果证明,和对照相比,样品不同器官对外源 REE 的吸收非常有限,变化范围都在同一数量级内。

尽管如此,有关 REE 对人体健康的问题及其对环境的影响的研究国内外仍多有报导,特别是用于土壤侵蚀示踪法研究的 REE 作为一种外源物质,会不会对土壤环境产生不良影响,会不会对试区周围水质产生影响。为此我们在进行 REE 示踪法土壤侵蚀研究的同时,同步布设了一林地试验小区,用以观测植物对外源 REE 的吸收利用情况,并通过收集野外全坡长小区降雨径流清水样品的分析对上述问题做了研究。

### 1 试验研究方案设计

在进行 REE 示踪法土壤侵蚀研究布设野外全坡长小区的同时,同步布设了一林地径流小区,其目的有二:一是通过在林地小区采用点穴法和条带相结合的施放方式,研究点穴施放法的观测精度,探讨点穴法是否可用于小流域侵蚀分布研究,同时可观测林地的土壤侵蚀模数;二是旨在通过小区植物对示踪稀土的吸收和富集分析,研究外源稀土对植物环境的影响。小区设计长为20m,宽5m,由上至下均匀地分为三个侵蚀类型区,分别以 La、Nd(条带法施放)、Ce、Sm、Eu(点穴法施放)为示踪元素。各示踪元素的施放浓度为 La:24 000; Eu:3 498; Ce:157 900; Sm:19 600; Nd:20 600;小区内各示踪元素的土壤背景值为 La:33.4; Eu:1.3; Ce:82; Sm:6.5; Nd:33.7。上述各量的单位均为 mg/kg。林地小区的布设示意图见图1。

每次降雨后,采集野外全坡长小区径流池中的清水样品,通过对其稀土元素的含量分析,研究因水迁移对地下水和地表水水质的影响。

### 2 样品采集和分析

林地小区植物样品采集在每年8月份左右进行,样品类型分为条带上、条带间以及远离小区生长的同种对照样品3种。所采集的植物样品首先利用自来水冲洗干净,在无离子水中浸泡0.5h后仍用无离子水洗净晾干,按不同器官分别切成1cm的小段,在80℃下烘干2h后称重,然后经碳化、灰化过程,最后称取50~100mg 样品封装在1cm×1cm 大小的铝箔小袋内作为活靶靶备用。全坡长小区清水样品的处理采取先过滤,定容,蒸干,尔后收集残留作为待分析样品。

全部样品 REE 含量的测定采用先进的仪器中子活化法,使用我们为土壤元素分析建立的活化分析程序<sup>[3]</sup>。

### 3 结果和讨论

#### 3.1 林地小区植物样品的分析结果

表1给出了林地小区植物样品 REE 含量的分析结果,其值为1993、1994、1995年3年所采样

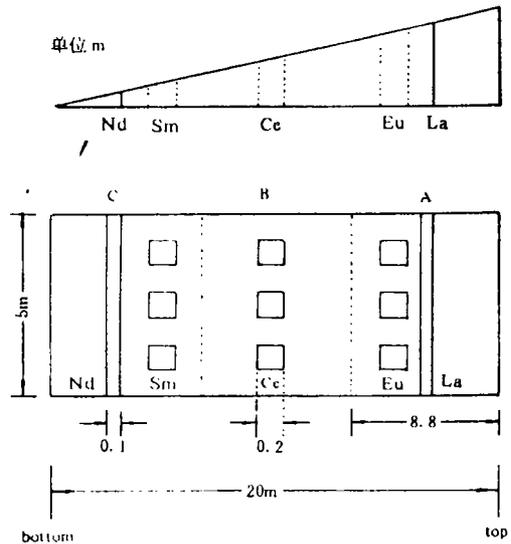


图1 野外林地试验小区 REE 布设示意图

品分析结果的平均值,表中  $N$  为样本数量,  $R$  为小区内样品不同部位含量与对照样品含量的比值,由表1可以看出:

表1 林地小区植物样品 REE 含量 (灰份,单位:mg/kg)

样品名称	N	La			Sm			Ce			Nd			Eu		
		根	茎	叶	根	茎	叶	根	茎	叶	根	茎	叶	根	茎	叶
长芒草	10	21.92	15.45		4.10	3.42		41.97	35.7		34.64	69.06		1.36	3.63	
对照样		19.60	10.50		4.51	1.52		48.5	23.2		20.0	14.7		0.62	0.39	
R		1.12	1.47		0.91	2.25		0.87	1.54		1.73	4.70		2.19	9.31	
野菊花	4	13.72	9.63	14.24	1.42	1.11	1.68	18.83	13.99	20.21	40.10	36.40	26.91	1.16	2.81	1.25
对照样		5.45	3.05	7.22	1.11	0.67	1.32	13.4	10.1	24.9	10.3	3.32	9.41	0.34	0.26	0.45
R		2.52	3.16	1.97	1.28	1.66	1.28	1.41	1.39	0.81	3.89	10.96	2.86	3.41	10.81	2.78

1. 生长在小区内的植物不同器官 REE 的含量和对照样品相比均在同一数量级内,未见太大变化;另外从  $R$  值也可以看出,除了野菊花的茎器官中 Nd 和 Eu 略大于10外,其余  $R$  值均小于10。在外源 REE 浓度较高的生长环境下,样品各器官对 REE 的吸收反应不灵敏,说明在黄土高原氧化环境弱碱性土壤介质中,示踪氧化 REE 的生物地球化学行为较为稳定,不易被植物吸收,也不会对植物产生不良影响。

2. 表中长芒草根系的 REE Sm 和 Ce 的富集系数小于1,一种可能的原因是植物在吸收过程中,REE 之间存在某种拮抗作用,这种现象本文作者在利用放射性 REE 研究农作物中 REE 的吸收、运转及分布时也已发现。

3. 按照国家有关卫生标准<sup>[2]</sup>,混合稀土硝酸盐从食物中经口摄入的无作用剂量为20~200mg/kg,即经口的日容许摄入量为0.2~2mg/kg,按成人60kg体重计,每人每天从食物中摄入的容许限量为12~120mg,如果以氧化物计为6~60mg。表1中的浓度为小区植物灰份含量,样品的灰份比约在2.5~3.0之间,如果取平均灰份比等于20,干物质中  $\sum$ REE 按最大10mg/kg 计算,假设植物为蔬菜或食物,每人每天的摄入量也低于日容许摄入量。况且该法应用只限于小区域试验,不直接接触可食性食物(作物),因此不会对人畜健康产生不利影响。

### 3.2 对环境水质的影响

表2列出了室内模拟及野外试验径流水样中 REE 的含量。由表中可知:

表2 径流水样中 REE 含量

样品号	含盐量 (g/L)	浓度( $\mu$ g/L)							$\sum$	备注
		La	Ce	Nd	Sm	Eu	Yb	Dy		
1	0.38	1.4	23.1	1.8	1.8	0.7	0.2	29.0	室内	
2	0.39	1.7	25.7	1.5	3.9	1.4	0.3	6.0	模拟	
3	0.53	55.4	76.4	19.0	2.2	2.0	1.8	156.8	试验	
4	0.37		15.6		0.9	0.5		16.9	结果	
5	0.14	47.8	9.1	51.9	3.4	0.2	0.4	113.0	野外	
6	0.20	1.3	8.0	4.2	0.1	0.1	0.3	14.2	试验	
7	0.16	20.0	8.3	55.1	0.2	0.3	0.2	84.1	结果	

1. 无论室内模拟试验还是野外试验,各次降雨径流水样中的含盐量均小于0.6g/L,其值远小于国家规定标准1.5g/L,说明该法的应用对水的含盐量没有根本影响,其值符合国家标准。

2. 由上述讨论可知,每人每天以食物中摄取 REE 的日容量以氧化物计6~60mg,由表6~2可知,无论是按单一稀土浓度还是总稀土计,如果每人每日饮水量按2L计,饮用水摄入的稀土总量最大也不过0.3mg,其值远远小于日容许摄入量。说明示踪 REE 不会因水迁移而影响地下水和地表水的水质。

## 4 结 论

通过示踪区植物对 REE 的吸收和分布研究,以及对径流池中清水的稀土元素含量分析,证明在黄土高原氧化环境弱碱性土壤介质中,示踪 REE 的生物地球化学行为较为稳定,不易被植物吸收,也不会因水迁移而影响地下水和地表水的水质,因而利用 REE 示踪法研究土壤侵蚀对生态环境不会形成不利影响。

### 参考文献

- 1 高粱等. 稀土的农用原理及其对农业环境影响的研究. 农业环境保护,1988,7(4) 7~11
- 2 宁加贵. 稀土在农业上的利用. 长沙:湖南科学技术出版社,1988
- 3 Tian Junliang et al. J. Radioanal Chem., Vol. 110, No. 1, (198)261

\*\*\*\*\*  
(上接第84页)

### 参考文献

- 1 Tian Junliang, Zhou Peihua, Liu Puling etc. REE tracer method for studies on soil erosion. International Journal of Sediment Research, 1994, 9(2)
- 2 田均良,周佩华,刘普灵等. 土壤侵蚀 REE 示踪法研究初报. 水土保持学报,1992,6(4)
- 3 朱震达. 应用数量方法来研究黄土丘陵地区的侵蚀地貌. 地理学报,1958, No. 3
- 4 田均良,彭祥林等著. 黄土高原土壤地球化学. 科学出版社,1994
- 5 刘昌明. 黄土区土壤水分动态及其与降雨产流的关系. 地理集刊, No. 12, 水文分析与实验, 科学出版社, 1980
- 6 蒋定生,周清,范兴科等,小流域水沙调控正态整体模型模拟试验,水土保持学报,1994,8(2)