

# 退化红壤肥力障碍特征及重建措施<sup>①</sup>

## I. 退化状况评价及酸害纠正措施

鲁如坤 时正元

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

**摘 要** 本文主要通过 11 年的长期定位试验,研究了退化红壤养分库(NPK)的重建措施及产量效果以及纠正酸害(铝害)的途径。本文为第一部分。

研究表明,我国南方红壤及砖红壤养分水平较低,这是长期土壤退化的结果,根据对 1021 个标本的数据分析,磷素退化最严重,其次是氮,再次是钾。研究发现,纠正红壤酸度过低可以通过施用碱性磷肥(钙镁磷肥)来达到,这既补充了磷又纠正了酸害,一举两得。

**关键词** 退化红壤;红壤酸害

我国红壤地区跨越南方 11 个省(区),619 个县(市),共约 113 万  $\text{km}^2$ ,占全国面积的 11%,但土壤退化严重,仅养分贫瘠的土壤即达 1900 万  $\text{hm}^2$  (“我国东部红壤地区土壤退化的时空变化、机理及调控对策研究”总结报告)。为了建立我国的持久农业,这些退化红壤肥力的恢复重建有重大的理论和实际意义。

退化红壤肥力重建,国内外都进行了大量而有效的工作。实践表明,这方面的研究除靠短期试验外,更重要的需要进行定点定位的长期试验。因为重建效应及其评价在短期内一般难以表现。我国近 20—30 年来在全国已有了一批长期定位试验,但红壤旱地的长期试验相对较少,本文的主要研究结果,即根据我们 1988 年起在中国科学院红壤生态实验站在第四纪红色粘土发育的退化红壤上布置的两个长期试验的结果。

## 1 材料和方法

### 1.1 长期定位试验

1988 年春在江西余江县刘家站第四纪红色粘土发育的退化红壤上(表 1)布置,一个试验为基础试验,处理有 NPKCa 微、NPKCa、NPK、NP、PK、NK 共 6 个处理,“Ca”指施用石灰,“微”指施硫和微量元素肥料。

另一个试验为有机肥试验,处理有对照(施少量化肥),厩肥,绿肥,秸秆和本田秸秆还田共 5 个处理。两个试验均为 4 次重复,小区面积为  $33\text{m}^2$ ,轮作制在 1994 年前主要是花生—油菜,1994 年后改为一季花生。

### 1.2 施肥量

基础试验前 3 年花生施肥量为氮肥(尿素, N)  $75\text{kg}/\text{hm}^2$ ,磷肥(钙镁磷肥,  $\text{P}_2\text{O}_5$ )  $127.5\text{kg}/\text{hm}^2$ ,钾肥(氯化钾,  $\text{K}_2\text{O}$ )  $75\text{kg}/\text{hm}^2$ ,以后磷钾肥用量减半。油菜除氮肥为  $105\text{kg}/$

<sup>①</sup> 国家“九五”攻关(96—004—03—12)和中科院重大项目(KZ—95T—04—18 和 KZ951—A1—301—01)支持,并得到中国科学院鹰潭红壤生态实验站的支持。

hm<sup>2</sup>N 外,其余同花生。

表 1 试验土壤基本性质

试验名称	深度 (cm)	pH	有机质	全 N	全 P	全 K	交换性 K	缓效 K	有效 P
			(g/kg)				(mg/kg)		
有机肥	0~15	4.7	0.64	0.34	0.53	10.5	50	139	3.9
	15~30	4.7	—	0.38	0.57	11.0	25	—	2.8
	30~50	4.7	—	0.40	0.51	10.5	27	—	2.7
基础	0~15	4.6	0.58	0.40	0.63	11.2	69	135	3.7
	15~30	4.6	—	0.40	0.53	12.5	32	—	2.8
	30~50	4.6	—	0.40	0.52	13.0	33	—	2.7

有机肥试验,前3年化肥施肥量同基础试验,每个处理都施。1991年后化肥用量减至原用量的1/3。厩肥(猪粪)用量30000kg/hm<sup>2</sup>,绿肥(花生藤,油菜秸等)15000kg/hm<sup>2</sup>(风干),秸秆(稻草)3000g/hm<sup>2</sup>,有机肥养分含量见表2。石灰用量1500g/hm<sup>2</sup>,石膏225kg/hm<sup>2</sup>,钼酸铵300g/hm<sup>2</sup>,四硼酸钠1500g/hm<sup>2</sup>。

表 2 有机肥试验所用物料平均成分(%)

物料	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
猪厩肥(鲜基)	0.30	0.23	0.52
花生藤(风干)	1.3	0.35	2.3
稻草(风干)	0.67	0.20	2.3

### 1.3 养分分析方法及磷素等温吸附试验

采用鲁如坤主编《土壤农业化学分析法》(2000年)<sup>[1]</sup>。

## 2 结果和讨论

### 2.1 我国南方红壤、砖红壤养分退化状况评价

为了对我国南方土壤的退化状况进行评价,这里提出“土壤养分退化指数”作为退化程度的一个量度。所谓养分退化指数(简称NDI)是指某一土壤某一养分相对于肥沃水平的%,所以这里需要定一个“肥沃”的土壤养分标准。大量研究表明,土壤可以基本满足多数作物养分需求的养分水平大致如下:

土壤全氮(TN)≥2.0g/kg,有效磷(Olsen-P),(P)≥20mg/kg,交换性钾(K)≥150mg/kg。

以上水平即作为肥沃养分标准,例如,某一土壤TN=1.0g/kg,则其NDI(TN)即等于1.0/2.0×100=50%,为了明确是什么养分,在NDI后加括号注明,如全氮为(TN),有效磷为(Av.P),交换钾为(ex.K)。表3是我国南方土壤养分的平均水平及其NDI。

表 3 我国南方红壤、砖红壤养分退化状况评价

土壤	标本数	全氮(N)	全磷(P)	全钾(K)	碱解氮(N)	有效磷(P)	速效钾(K)
		g/kg			mg/kg		
砖红壤	827	0.76	0.87	9.4	98.3	6.3	6.42
红壤	101	1.5	0.66	17	—	3.3	87
东南丘陵红壤	493	1.37	0.56	20	—	5	103
NDI(相当于肥沃水平的%)							
砖红壤	827	38	—	—	—	31.5	42.8
红壤	101	80	—	—	—	16.5	58
东南丘陵红壤	493	69	—	—	—	25	68.7
(平均)		45	—	—	—	29	47

从表 3 可知: 砖红壤、红壤全氮  $NDI(TN)=38 \sim 80$ , 全部土壤平均为 45%; 南方各种土壤有效磷的  $NDI(Av. P)=20 \sim 30$ , 平均 29%; 南方各种土壤速效钾的  $NDI(ex. K)=40 \sim 70$ , 平均 47%; 退化严重程度的顺序为:  $P > N = K$ 。

N 退化程度较轻的基本原因是自然植被的保护, 以及耕种土壤氮肥、有机肥的施用。而钾退化程度较轻的基本原因是母质有一定钾储备。

## 2.2 退化红壤的酸害(铝害)及其纠正措施

### 2.2.1 红壤酸性特征

退化红壤的主要肥力特征之一是酸度强, 这意味着红壤的盐基饱和度和铝离子的饱和度高, 以及在交换性酸中  $Al^{3+}$  占主要成分。

表 4 中几种不同母质发育的红壤、砖红壤是我们专程采集的标本的一部分, 从表 1 可以看出, 这几种土壤的 pH 都在 5 以下, 盐基饱和度不到 20%, 而  $Al^{3+}$  的饱和度高达 50 ~ 80%, 交换性酸中 90% 以上是交换性 Al。通常认为如果土壤  $Al^{3+}$  的饱和度超过 30%, 一些敏感的作物即可产生铝害, 饱和度达到 60%, 即可使一般作物出现铝害<sup>[2]</sup>。对于对酸度敏感的大麦, 只要交换性  $Al > 1 \text{ cmol/kg}$  即可产生铝毒<sup>[3]</sup>。

表 4 红壤、砖红壤某些酸度特征

土壤	地点	母质	pH	阳离子	交换性	交换性	交换性 Al	盐基饱	Al 饱和度
				交换量	$H^+$	$Al^{3+}$	占交换酸	和度	
				cmol/kg			%		
红壤	江西鹰潭	红砂岩	4.7	5.76	0.33	3.61	92	17	63
	江西兴国	花岗岩	4.7	6.98	0.35	3.40	91	6	49
	江西兴国	紫砂岩	4.5	9.94	0.45	5.35	92	5	54
赤红壤	福建南靖	砂岩残积	4.5	7.60	0.17	6.00	97	17	79
砖红壤	广东东莞	花岗岩残积	4.7	4.67	0.18	3.92	96	7	84
	广东徐闻	玄武岩残积	4.2	5.59	0.29	4.70	94	14	84

### 2.2.2 酸害纠正措施

1. 施用石灰。这是最通常的纠正土壤过酸的措施, 我们在第四纪红色粘土发育的退化红壤上进行的试验证明, 施用石灰能有效的改正土壤酸度, 提高了作物产量(表 5)。

试验还证明石灰不一定每年都施, 我们的试验表明施几年后, 可以停施一段间(表 6)。

表 5 施用石灰的效果

项 目	pH	油菜籽产量(kg/hm <sup>2</sup> )
不施石灰	4.6	2178
施石灰(1500kg/ha)	6.0	2753
增加	1.4	26.4%

表 6 施用石灰的残效

处 理	pH
不施石灰	4.6
施石灰 6 年后	7.7
停施 5 年后	7.0

表 6 表明施石灰 6 年后, 土壤 pH 高达 7.7, 这说明石灰用量可能高了一些, 因为施用石灰只要达到消除铝毒即可。表 6 还表明停施 5 年后, pH 虽有下降, 但仍达到 7.0, 平均每年下降 0.14 个 pH。我们另外的试验结果证明在土壤 pH 达到 5.5 时, 交换性 Al 基本消失, 即铝毒(酸害)不再存在。上述试验结果表明在连续施用石灰 6 年后, 按每年 pH 下降 0.14 计, 可以停施 8 ~ 10 年, 仍不会产生酸害。

2. 选用耐酸作物。我们的长期定位试验(11 年)证明花生在酸性退化红壤上, 即使不施石灰, 对产量影响也不大(表 7)。

地、增产增收的重要环节。改良措施是,加深田间排水沟,降低地下水位,深耕破坏次生青泥层。稻草还田,增施猪、羊灰,配合施磷、钾肥。注意烤田,晒垡以改良土壤物理性质及供肥能力。目前以稻麦两熟为宜,要注意轮作绿肥。

II等地:改良措施主要是挖环山沟,截住冷侵水,加深田间排水沟,明暗结合排水降低地下水位,深耕破坏次生青泥层。稻草还田,增施猪、羊灰。注意烤田,晒垡以改良土壤物理性质及供肥能力。注意轮作绿肥以培养地力。

## 参 考 文 献

- 1 苏壁耀. 土地资源学. 江苏教育出版社, 1992. 8, 45~47
- 2 陆彦椿, 翟玉顺, 徐琪, 颜廷梅. 长江三角洲地区土地资源与承载力研究. 见: 江苏省土壤学会编, 江苏土肥科技与农业持续发展. 河海大学出版社, 1997, 8~18



(上接第 200 页)

从表 7 可以看出,施用石灰并不能增加花生籽实产量,虽然对花生藤的产量有某些益处,而对总产量影响很小。所以,在某些条件下(磷肥是钙镁磷肥),选用耐酸作物也是避免酸害的一个可行措施。

3. 选用钙镁磷肥。钙镁磷肥是我国重要的磷肥品种之一,在酸性土壤上有良好的肥效。长期施用钙镁磷肥对改正过酸特征有无作用,似乎未见报导,我们的长期试验证明钙镁磷肥也是一种纠正退化红壤过酸的一举两得的措施(表 8)。

表 7 石灰施用对花生在红壤上产量的影响

处理	11 季平均产量(kg/hm <sup>2</sup> )		相对%	
	不施石灰	施石灰	不施石灰	施石灰
籽	1512	1528	100	101
藤	1586	1725	100	109
总	3098	3253	100	105

表 8 钙镁磷肥对土壤酸度的影响(11 年)

处 理	pH(11 年平均)
NPKCa	7.0
NPK	5.8
NP	5.8
PK	5.9
NK	4.9

表 8 的结果表明,施用钙镁磷肥可以使土壤 pH 由 4.9 增加到 5.8。从消除铝害的角度看已完全可以起到纠正酸害的目的,虽然它没有达到施用石灰时的 pH=7.0 的水平,而一般认为施用石灰提高土壤 pH 到 7 是不需要的。

## 参 考 文 献

- 1 鲁如坤主编. 土壤农业化学分析法. 北京: 农业科技出版社, 2000
- 2 Landon, J. R. (ed) Booker Tropical soil manual. Pitman press. Ld, U. K. 1984
- 3 秦遂初. 大麦酸害—铝毒发生条件及防治研究. 中国农业科学 1984. 21(4): 68~75