

赣中丘陵地区红壤的不同结构状况 对土壤养分的影响

姚贤良 于德芬

(中国科学院南京土壤研究所)

土壤中较稳定的固相部分,总是以各种大小不同,形状和特性各异的无机及有机颗粒相互组合而成。这种不同的组合和排列形式以及由此而造成的土体松板、孔隙状况、土块大小及其稳定性等特点总称之为土壤结构状况。它直接影响着土壤的水热状况,影响植物根的穿扎及其对土壤中养分和水分的攫取。因此土壤肥力总是与土壤结构状况的优劣密切相联系的。

不少研究者指出,随着土壤结构的破坏,土壤颗粒的排列将变紧,土壤的透水速度和有效贮水量明显下降,硝态氮减少,钾的有效利用降低,磷的固定增加,微生物活动受到抑制,甚至进一步影响植物根系发育,导致作物显著减产。本文着重研究不同结构状况对土壤养分的影响。

一、供试土壤及测定方法

供试土样采自江西省进贤县云桥垦殖场。乌黄土为肥力水平较高的红壤旱地,土较松,群众反映“经干爽水”,小麦产量较高;黄土为肥力水平较低的红壤旱地,土较板,易旱,小麦产量低。乌泥田为肥力水平较高的红壤水田,土松,水稻产量高;结板田为肥力较低的红壤水田,土板,水稻产量低。所有供试土样都是耕层土,一般理化性质见表。

为了研究上述两对土壤对养分的保持和释放的影响,选用了磷素和氮素两种化肥。先

供试土壤的理化性质

项目	旱地红壤		水田红壤	
	乌黄土	黄土	乌泥田	结板田
腐殖质(%)	1.36	1.43	3.89	2.17
盐基代换量(毫克当量/100克土)	8.34	9.73	12.33	8.49
全氮(%)	0.07	0.08	0.18	0.11
铵态氮(毫克/100克)	0.42	0.64	0.99	0.91
全磷(%)	0.072	0.058	0.075	0.067
速效磷(毫克/100克)	6.25	1.50	1.25	1.75
总孔隙度(%)	56.7	54.5	55.2	50.2
团聚体孔隙度(%)	47.3	43.1	47.0	43.3
有效孔隙度(%)*	14.2	11.6	9.1	7.9
粘粒(%)	8.7	7.5	12.8	14.8

* 系指0.1—0.005毫米的孔隙,按负压法测定。

将含有 150 ppm P_2O_5 的 KH_2PO_4 溶液通过原状土,测定磷素的固定量,继以蒸馏水淋洗磷溶液处理过的原状土,淋至滤液中测不出 P_2O_5 为止。淋洗次数和每次滤液中的 P_2O_5 量,可作为磷素在土壤中释放难易的一种参考。氮素试验亦同。

(一) 磷素固定及释放试验

称取风干的原状土样 100 克,放在垫有滤纸的平板瓷漏斗中,漏斗下部接有夹有铁夹的橡皮管,下面放一个盛滤液的容器,加入含有 150 ppm P_2O_5 的 KH_2PO_4 溶液(水:土 = 1.5:1),静置 24 小时,过滤,测定滤液中的 P_2O_5 含量。然后再加 100 毫升蒸馏水,静置 24 小时,过滤,测定滤液中 P_2O_5 量,如此用水淋洗,直至滤液中测不出 P_2O_5 为止。试验重复三次。 P_2O_5 以氯化亚锡还原,以钼蓝比色法测定。另外称取风干的 < 0.25 毫米的磨细土样作对照试验。

(二) 铵态氮的保持及释放试验

原状土体积为 $15 \times 15 \times 15$ 立方厘米,系直接用 $15 \times 15 \times 30$ 立方厘米的铁盒采自田间,采好后空隙部分填纸加盖密封,运回实验室。将装有原状土的铁盒去掉底盖,称重,铁盒上部空隙部分作为灌注试验的容器,底部垫上滤纸和铜丝网,然后焊上带有出水口的底盖,出水口套有铁夹的橡皮管安置在漏斗架上,下置盛滤液的容器。将含有 100ppm 的氮的硫酸铵溶液加入试验容器(水:土 = 1.5:1),静置 24 小时,将铁夹打开,过滤、滤尽,然后测定滤液中 NH_4-N 的含量,再用蒸馏水(水:土 = 1:1)注入,同样静置 24 小时,过滤,如此用水重复淋洗数次。试验重复三次。 NH_4-N 用康维皿扩散法测定。磨细土试验用通过 0.25 毫米孔径的风干土 100 克,放在瓷漏斗中,加入含有 100ppm 氮素的 $(NH_4)_2SO_4$ 溶液,然后同上法一样,测定各次滤液中的 NH_4-N 含量。试验重复三次。

二、测定结果与讨论

(一) 不同结构性红壤对磷素的固定和释放

影响土壤中磷素固定和释放的因素很多,如土粒的大小及其构造,土壤中多价金属离子,粘土矿物类型,土壤的酸碱度,以及磷素本身的浓度和接触时间的长短等等。但对土壤化学性质相类同的情况下,土壤的结构状况,也影响着磷素固定。早在本世纪四十年代;有些研究者曾研究黑钙土中不同结构状况对磷素固定的影响,结果表明由于机耕压碎的单粒,可提高磷素的固定率,而降低水溶性无机磷酸肥料的肥效。反之,土壤团聚体直径的增大可以降低磷素的固定。

两对红壤的比较试验结果(图 1A, B),在旱地中,无论原状土或磨细土,结构较好的乌黄土的磷素固定率都比结构较差的黄土低。原状土用磷酸液浸渍 24 小时后,在滤液中测出的含磷量,乌黄土为 4.5 毫克/100 克土(占加入磷量的 20%),而黄土为 2.6 (占加入磷量的 11.3%),这说明乌黄土的磷素固定量比黄土低。以后用等量蒸馏水逐次淋洗土壤,并洗至滤液中无磷(P_2O_5)为止,乌黄土共洗 25 次,而黄土洗 10 次,说明残留在土体中的磷量,乌黄土可慢慢地逐步释放,而黄土释放较差。造成上述现象的原因很多,土壤的孔隙状况及其稳定性也可能有一定的关系。乌黄土用磷酸液浸渍 24 小时,并将滤液滤尽,残留在土体中的 P_2O_5 ,并非全部被土粒固定,而在土体内的孔隙之中仍保持着相当一

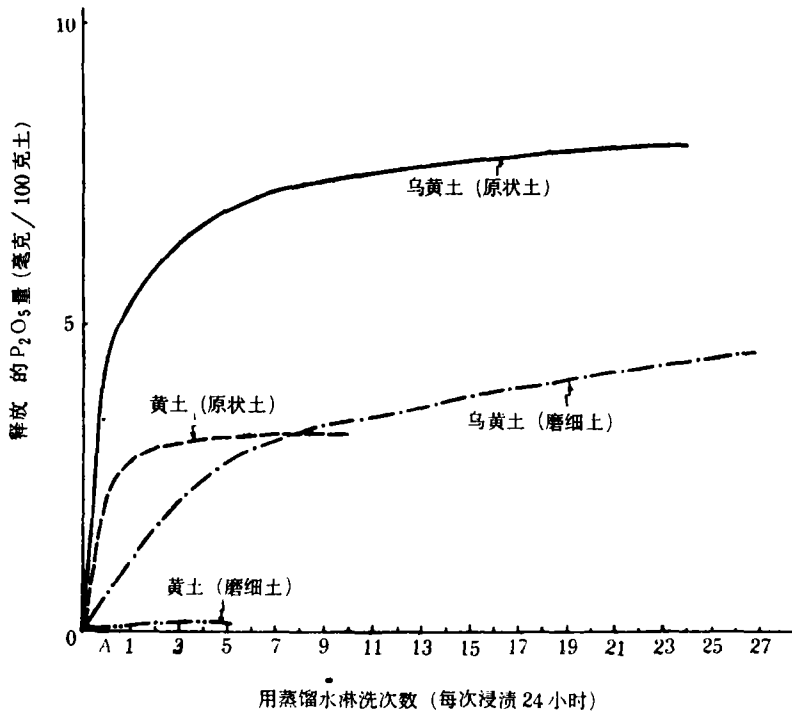


图 1.A 乌黄土和黄土的磷素固定

注：1. 图中A点为用含 P_2O_5 液浸渍土壤后滤液中的 P_2O_5 量(图 1.B 亦同)。
 2. 供试土壤均做了空白试验，即加入不含 P_2O_5 的等量蒸馏水浸渍及淋洗，每次滤液中未测出 P_2O_5 量(图 1.B 亦同)。

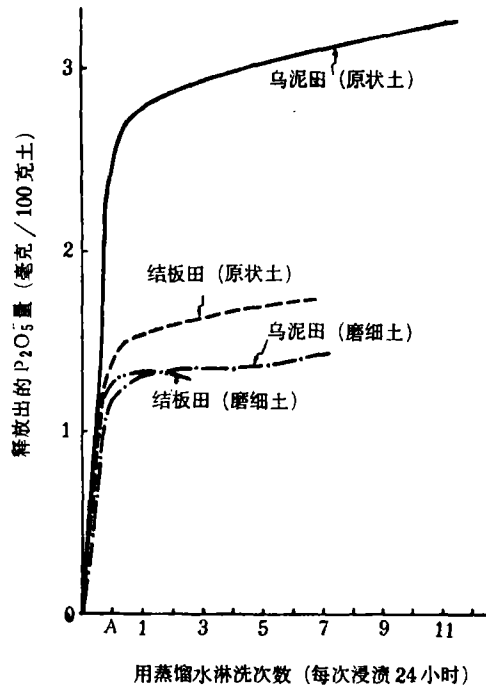


图 1.B 乌泥田和结板田的磷素固定

部分的游离磷素。这部分游离的磷素随着蒸馏水的淋洗而逐步流出,其流出的速度与孔隙的毛管力密切相关。试验证明,黄土用磷酸液处理后,磷素的固定比乌黄土大,并且由于黄土的孔隙性较差,残留在孔隙中的游离磷素也较少,用蒸馏水淋洗土体至第11次,滤液中已无磷素出现。经过蒸馏水淋洗后,乌黄土的磷素固定量为14.3毫克/100克土,占加入量的63.7%;而黄土则为19.1,占加入量的85.1%,说明总的磷素固定量也是乌黄土低于黄土。

乌泥田和结板田的原状土比较试验同样表明,前者对磷素的固定比后者小,而磷素释放情况也是前者优于后者。两对土壤的磨细土对比试验表明,土壤结构被破坏,土粒的比表面增大,磷素的固定量也相应增大。

(二) 不同结构性红壤对铵态氮的保持和释放

关于土壤对铵离子的吸附已有不少报道,有些研究者认为土壤吸附铵离子的强度与有机质含量及交换量呈正相关。肥力水平较高的土壤中,其微团聚体中的易解吸性铵比肥力水平较低的土壤要多,而非解吸性铵的含量则相反。原状土的吸铵作用较为复杂,除土粒本身的性质外,土壤结构状况也有影响。试验结果(图2A, B)表明,结构较好的原状乌黄土所保持的铵比结构较差的原状黄土大。用硫酸铵液浸渍乌黄土24小时后,滤液中

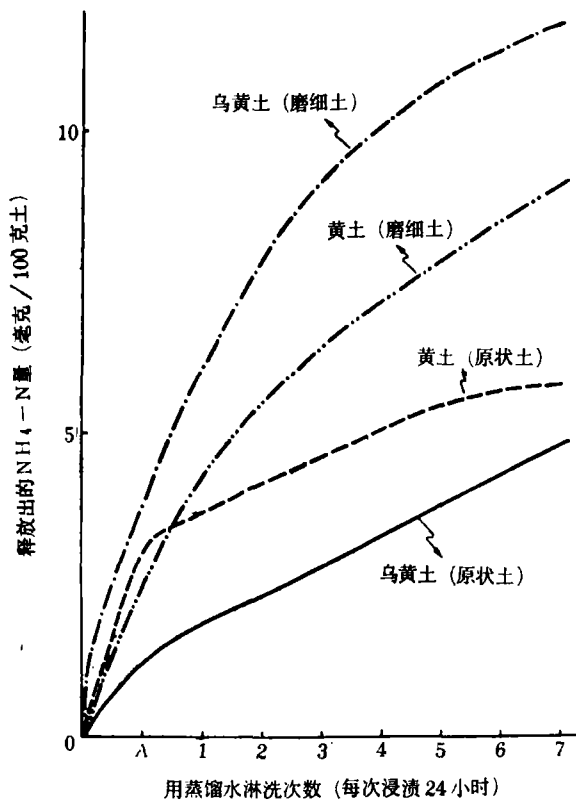


图 2.A 乌黄土和黄土的吸氮量

- 注: 1. 图中A点为铵液浸渍土壤后滤液中的氮量(图2.B亦同)。
2. 供试土壤均做了空白试验,即加入不含硫酸铵的等量蒸馏水浸渍及淋洗,所有每次滤液中未测出 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量(图2.B亦同)。

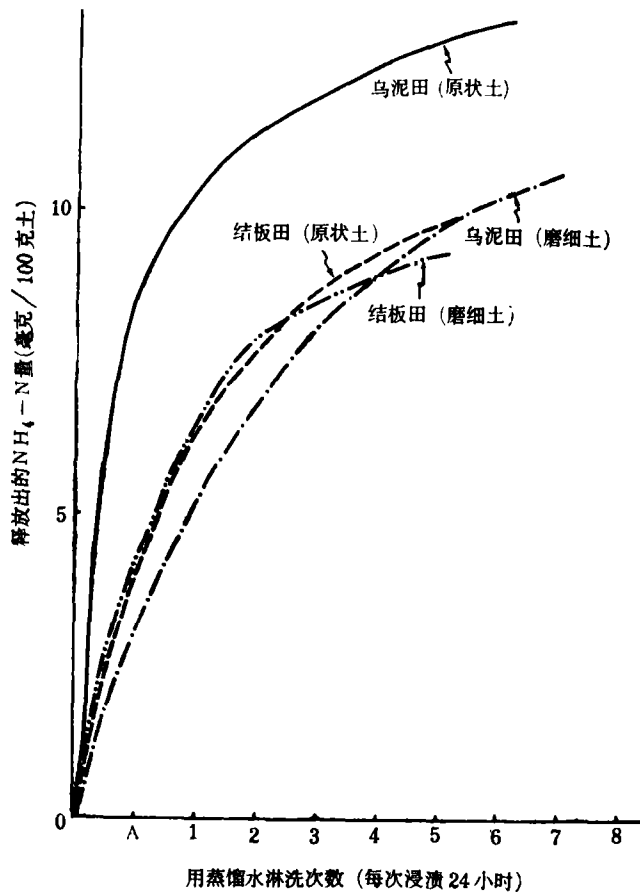


图 2.B 乌泥田和结板田的吸氮量

所含的铵态氮量为 1.27 毫克/100 克土, 占加入铵态氮量的 9.7%, 而黄土则为 3.4 毫克/100 克土, 占加入铵态氮量的 26.8%。残留在土壤中的铵态氮, 用蒸馏水淋洗, 乌黄土淋洗 7 次, 洗失量为 3.66 毫克/100 克土, 占总加入量的 28.0%, 而黄土只淋洗 6 次, 洗失量为 2.47 毫克/100 克土, 占总加入量的 19.4%, 表明前者对铵态氮的释放能力要比后者强。淋洗后保持在土壤中的铵态氮量, 仍然是乌黄土高于黄土, 分别为 8.13 和 6.80 毫克/100 克土, 相应占加入量的 62.3% 和 53.7%。上述两种土壤经磨细后, 对铵态氮的保持能力均显著降低。

从硫酸铵液浸渍 24 小时后滤液中的铵态氮含量来看, 乌泥田和结板田对铵态氮的保持情况与乌黄土和黄土的试验有相反趋势。乌泥田滤液中的铵态氮量为 8.90 毫克/100 克土, 占加入量的 67.5%, 而结板田只 4.04, 占加入量 29.8%。用蒸馏水淋洗铵态氮时, 乌泥田淋洗 6 次, 铵态氮洗失量为 4.57 毫克/100 克土, 占加入量的 34.7%。这个量加上浸渍 24 小时后滤液中的铵态氮量, 比加入量多出 0.28 毫克/100 克土。这可能是由于乌泥田中的有机质含量高, 特别是原状土中含有大量未腐解的粗有机质有关。这个试验是在盛夏室温达 35°C 左右时进行的。根据空白试验未测出滤液中有氮量, 说明了单用蒸馏水未能促使有机质的矿化。但是, 当在补给氮源 (即加入硫酸铵液) 的情况下却可能提供

微生物活动的能源,而促使部分有机质矿化,从而增加滤液中铵态氮的含量。因此使对比结果难于比较。

THE EFFECT OF DIFFERENT STRUCTURE ON THE NUTRIENTS IN RED SOILS OF HILLY REGION IN THE CENTRAL PART OF JIANGXI PROVINCE

Yao Xian-liang and Yu De-fen

(*Nanjing Institute of Soil Science, Academia Sinica*)

Summary

This article deals with the effect of different structure on the phosphorus fixation and nitrogen retention in some red soils. According to the results of the experiment, the relationship between the soil structure and the its nutrients supply and retention is discussed.

Experiment results showed that the well-cultivated upland red soil and the fertile paddy soil of red earth with better structure were lower in fixation and higher in supply capability of phosphorus as compared with the infertile upland red soil and paddy soil of red earth with poor structure respectively.

The $\text{NH}_4\text{-N}$ retention in well-cultivated upland red soil with better structure was more in quantity than that in the infertile upland red soil with poor structure and nitrogen in the former released more readily than that in the latter.