

152-155

S153.61

安徽省几种主要土壤无机磷的积累规律

陈世勇

卜训琴

(安徽农业技术师范学院农学系 凤阳 233100) (滁县地区农校)

摘 要 采用顾益初、蒋柏藩的无机磷的分级测定方法,对安徽省几种主要土壤中的无机磷的积累状况进行了研究。结果显示:(1)不同类型的土壤,无机磷的积累特点不同;(2)不同的农业利用方式下,无机磷的积累特点会发生显著变化。

关键词 土壤;无机磷;积累规律 安徽

作物需要的磷来自于土壤,而土壤中的磷特别是无机磷的含量、形态及转化决定土壤磷的有效性,这已成为人们的共识。无机磷的分级测定有助于了解土壤中各种形态磷的含量,对于弄清土壤磷的积累特性,判定磷肥施入土壤后的变化趋势、调节土壤无机磷的有效性从而满足作物生长发育的需要,保证作物的高产、优质等,具有十分重要的意义。

通过土壤无机磷的分级测定了解土壤无机磷的积累规律,安徽省在这方面做的工作,所见甚少。为此,我们开展了这方面的研究,以期弄清安徽土壤无机磷的积累特点,为制定调节土壤磷的有效性的措施提供依据,为安徽省可持续农业的发展做出贡献。同时,也为生产条件与安徽相似的地区的人们提供参考。

1 材料和方法

1.1 土壤

选择安徽几种主要土壤为研究对象,土样分别采自淮北,江淮之间和皖南(表1)。

1.2 方法

(1)土壤无机磷的分级测定:采用顾益初、蒋柏藩的方法^[1-3],据成瑞喜等研究^[4],该法亦适用于中、酸性土壤无机磷的分级。因此,所有供试土样均以该法测定。

(2)pH:电位计法,土水比为1:1。

(3)有效磷:带*者为Bray法测定,其余为Olsen法测定。

表1 供试土壤基本状况

土壤名称	采样地点	采样数 (个)	pH	有效磷 (Pmgkg^{-1})	石灰 反应
黄潮土	怀远	10	7.89	19.3	+++
粘盘黄棕壤	本院农场	6	6.21	31.0	-
砂姜黑土	蒙城	8	6.52	18.6	-
黄红壤	宣城	8	6.10	痕迹*	-
水稻土	凤阳	8	6.65	12.6	-
(粘盘黄棕壤发育)					
水稻土	芜湖	8	5.31	3.8*	-
水稻土	无为	8	4.96	8.9*	-

注:带*者为Bray法测定的有效磷,其余为Olsen法测定。

2 结果和讨论

测定结果(表2)显示:

表2 安徽省几种主要土壤无机磷分级测定结果(Pmgkg^{-1})

土壤名称	$\text{Ca}_2\text{-P}$	$\text{Ca}_8\text{-P}$	Al-P	Fe-P	O-P	$\text{Ca}_{10}\text{-P}$	总量
黄潮土 ¹ (怀远)	9.73±4.04 (1.8)	25.35±9.55 (4.8)	30.77±10.34 (5.9)	40.46±8.68 (7.7)	74.50±11.40 (14.2)	345.14±43.35 (65.6)	525.95
粘盘黄棕壤 ² (农场)	32.10±3.86 (6.6)	95.98±19.43 (19.7)	85.05±13.45 (17.5)	133.64±13.34 (27.4)	59.43±7.01 (12.2)	80.87±9.71 (16.6)	487.07
砂姜黑土 ³ (蒙城)	14.10±6.03 (4.7)	32.10±5.91 (10.7)	18.07±6.42 (6.0)	46.35±11.01 (15.5)	42.76±5.93 (14.3)	145.71±16.22 (48.7)	299.09
黄红壤 ³ (宣城)	0.48±0.29 (5.0)	23.76±7.03 (22.8)	4.74±1.39 (4.5)	32.86±6.17 (31.5)	25.30±3.49 (24.2)	17.19±4.50 (16.5)	104.33
水稻土 ³ (凤阳)	9.00±3.16 (5.0)	12.65±3.64 (7.1)	18.71±6.32 (10.4)	51.25±6.98 (28.6)	20.54±4.48 (11.5)	67.19±4.86 (37.5)	179.34
水稻土 ³ (芜湖)	5.84±1.30 (3.3)	8.64±1.30 (4.9)	8.34±1.46 (4.8)	61.30±7.57 (34.9)	26.10±3.31 (14.9)	65.24±6.40 (37.2)	175.46
水稻土 ³ (无为)	4.87±1.56 (3.9)	9.48±2.67 (7.6)	13.00±2.48 (10.5)	42.67±3.86 (34.4)	26.10±3.30 (21.0)	27.90±3.90 (22.5)	124.02

注:(1)括号内数字为各级磷占无机磷总量的百分数;

(2)上标:1.n=10 2.n=6 3.n=8

(1) 不同土壤中无机磷的含量与形态差别很大; $\text{Ca}_2\text{-P}$:含量最高的是粘盘黄棕壤,其次是砂姜黑土,而黄红壤的含量最低; $\text{Ca}_8\text{-P}$:含量最高的是粘盘黄棕壤,其次是砂姜黑土,最低的是江南芜湖的水稻土; Al-P :含量最高的是粘盘黄棕壤,其次是黄潮土,黄红壤含量最低; Fe-P :含量最高的是粘盘黄棕壤,其次是江南芜湖圩区水稻土,黄红壤含量最低; O-P :含量最高的是黄潮土,其次是粘盘黄棕壤,最低的是粘盘黄棕壤发育的水稻土; $\text{Ca}_{10}\text{-P}$:含量最高的是黄潮土,其次是砂姜黑土,黄红壤的含量最低。

(2) 同一土壤中各级磷的差异也很大;黄潮土: $\text{Ca}_{10}\text{-P} > \text{O-P} > \text{Fe-P} > \text{Al-P} > \text{Ca}_8\text{-P} > \text{Ca}_2\text{-P}$;砂姜黑土: $\text{Ca}_{10}\text{-P} > \text{Fe-P} > \text{O-P} > \text{Ca}_8\text{-P} > \text{Al-P} > \text{Ca}_2\text{-P}$;黄红壤: $\text{Fe-P} > \text{O-P} > \text{Ca}_8\text{-P} > \text{Ca}_{10}\text{-P} > \text{Al-P} > \text{Ca}_2\text{-P}$;粘盘黄棕壤: $\text{Fe-P} > \text{Ca}_8\text{-P} > \text{Al-P} > \text{Ca}_{10}\text{-P} > \text{O-P} > \text{Ca}_2\text{-P}$;水稻土(凤阳): $\text{Ca}_{10}\text{-P} > \text{Fe-P} > \text{O-P} > \text{Al-P} > \text{Ca}_8\text{-P} > \text{Ca}_2\text{-P}$;水稻土(芜湖): $\text{Ca}_{10}\text{-P} > \text{Fe-P} > \text{O-P} > \text{Ca}_8\text{-P} > \text{Al-P} > \text{Ca}_2\text{-P}$;水稻土(无为): $\text{Fe-P} > \text{Ca}_{10}\text{-P} > \text{O-P} > \text{Al-P} > \text{Ca}_8\text{-P} > \text{Ca}_2\text{-P}$ 。

(3) 土壤无机磷的积累特点:

以上两点反映的是土壤无机磷的含量,毫无疑问,无机磷含量的差别与施肥水平关系密切,因而,仅用土壤无机磷的含量尚不足以充分说明土壤无机磷的积累特点。采用各级磷占无机磷总量的百分数则可以较好地说明问题,以此为标准,可以看出各种土壤无机磷的积累特点;黄潮土: $\text{Ca}_{10}\text{-P}$ 积累明显。粘盘黄棕壤: Fe-P 积累明显, $\text{Ca}_8\text{-P}$, Al-P , O-P 均有一定数量的积累。砂姜黑土: $\text{Ca}_{10}\text{-P}$ 积累明显。黄红壤: Fe-P , O-P , $\text{Ca}_8\text{-P}$ 积累明显。水稻土(凤阳): Fe-P 积累明显,而 O-P 很低。水稻土(芜湖): Fe-P 积累明显。水稻土(无为): Fe-P , O-P , 积累明显。

以上测定结果显示的土壤无机磷的积累特点与顾益初^(3,4)、成瑞喜等⁽⁵⁾的研究基本一致。

看来,土壤有效磷含量似与 $\text{Ca}_2\text{-P}$ 的含量有某种联系,但因测定的范围有限,有待今后更进一步的研究。

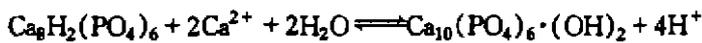
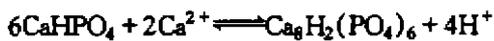
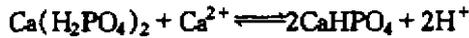
导致土壤无机磷积累差异的因素,大致有以下几个方面:

(1) 成土过程:成土过程对土壤无机磷的含量、形态影响较大。黄红壤具有明显的脱硅富

铝化过程,因为铁铝化合物的富集,磷的积累以 Fe-P 为主, O-P 比例也比较高。黄潮土与砂姜黑土,母质相同,但因为成土的时间因素不同,土壤性质及磷的积累特征也有所不同。砂姜黑土因成土时间长,部分土壤已失去石灰反应, Ca₁₀-P 比例有所下降,而 Ca₈-P 和 Fe-P 的比例则有所上升。

(2)pH: 土壤 pH 值对土壤无机磷存在形态有一定的影响。芜湖与无为隔江相望,分别采自两地的水稻土均为长江圩区水稻土,母质相同,由于 pH 的不同,无机磷的积累特点发生变化,无为的水稻土 pH 低, Ca₁₀-P 比例降低,而 Ca₈-P 比例增加。

(3)CaCO₃: 石灰性土壤中的碳酸钙影响土壤磷的存在形态。碳酸钙与磷酸盐作用,生成各种磷酸钙盐,并最终形成石灰性土壤中最稳定的磷酸钙盐—羟基磷灰石:



怀远的黄潮土,石灰反应剧烈,属强石灰性土壤,其中无机磷的积累特性完全符合这个规律, Ca₁₀-P 的积累率高达 65.6%。

(4)农业利用方式: 农业利用方式不同,影响无机磷的存在形态。本院农场的土壤与凤阳刘府的水田土壤,原本属于同类土壤——粘盘黄棕壤,但由于农业利用方式不同,施肥、管理存在较大差异,无机磷的数量、积累特点均发生了明显的变化:从土壤无机磷的含量上看,因旱地施肥水平高,各种形态磷的含量均超过水田,从无机磷的积累特性上看,旱地通气状况好, Eh 高, Ca₈-P 和 O-P 的积累明显高于水田,说明了旱地利用条件下,施入的磷肥有转化为 Ca₈-P 的趋向。而水田利用条件下, Eh 低, O-P 明显地得到了释放。值得一提的是 Ca₁₀-P, 比较两种条件下的积累率,水田高于旱地,但比较两种条件下 Ca₁₀-P 的含量即会发现,两者的差别并不大,说明 Ca₁₀-P 不论是在旱地还是在水田利用条件下均比较稳定,不易发生变化。

根据已有的研究^[3],不同形态的无机磷,其生物有效性不同,通常可以排出这样的顺序:

Ca₂-P > Ca₈-P、Al-P > Fe-P > O-P、Ca₁₀-P, 即 Ca₂-P 是作物最有效的磷源, Ca₈-P、Al-P 其次, Fe-P 的有效性较差,而 O-P、Ca₁₀-P 除在特殊情况下(Eh、pH 低),作物一般很难吸收,只是作物的潜在磷源。由于土壤中 Ca₂-P 的含量和比例都很低,因此,调节土壤磷的有效性重点应放在促进第二有效磷源和潜在磷源的释放上。

在农业生产上为了充分发挥土壤的供磷作用,针对不同的土壤类型,可以采取以下措施进行调节:

(1)选择种植利用矿物态磷能力强的作物,如萝卜菜、大豆、荞麦、小白菜、番茄等,利用这些作物根系较强的吸收能力,活化土壤中一般作物不能吸收利用的磷。

(2)适应调节 pH 值。pH 值下降,通常可以促进 Ca₈-P 向 Ca₂-P 的转化,甚至可以导致向 Ca₁₀-P 转化。对于碱性过强的土壤需采取特殊的改良措施,而对于一般的土壤,通过施用酸性和生理酸性肥料即可以在一定程度上起到调节 pH 的作用。

(3)增施有机肥料^[5]。有机肥料除含有部分磷之外,还具多方面的作用,可以提高土壤磷的有效性:(a)不溶性的 Ca、Fe、Al-P,由于有机质的作用和有机质分解过程中产生的有机整合物的作用,释放出可溶性磷。(b)有机质在分解过程中产生 CO₂, CO₂ 进一步形成 H₂CO₃,使难溶性的 Ca-P 溶解。(c)形成磷—腐殖酸盐复合体,可防止有效磷的无效化。

(4)保持适宜的土壤含水量。水分适宜,作物生长健壮,根系吸收养分的能力增强;水分适宜,磷的扩散系数大大增加,对作物吸收有利。因此,在农业生产中,有效地调节土壤的水分状况对提高土壤磷的有效性和植物的磷素营养水平是十分必要的。

3 结语

测定安徽省几种主要土壤的无机磷含量,可以发现:除石灰性黄潮土和砂姜黑土有 $Ca_{10}-P$ 的积累、粘盘黄棕壤发育的水稻土有 $O-P$ 的释放外,各种土壤无机磷积累的总的特点是 Ca_2-P 积累少, Ca_8-P 、 $Al-P$ 、 $Fe-P$ 的积累较多。在农业生产上可采用选择种植适宜的作物种类,调节土壤 pH, 增施有机肥料,调节土壤的水分状况等措施,调节土壤无机磷的活性,为作物生长提供充足的磷素营养,达到作物高产、优质的目的。

参 考 文 献

- 1 蒋柏藩,顾益初.石灰性土壤无机磷分级体系的研究.中国农业科学,1989,22(3):58-66
- 2 顾益初,蒋柏藩.石灰性土壤无机磷分级的测定方法.土壤,1990,22(2):101-102
- 3 蒋柏藩.石灰性土壤无机磷有效性的研究.土壤,1993,25(1):61-64
- 4 成瑞喜,刘景福,徐芳森.磷肥中对酸性土壤无机磷形态转化及其有效性的影响.土壤,1996,28(2):225-228
- 5 何念祖,孟鵬福.植物营养原理.上海科技出版社,1987,137-146

(上接第160页)

参 考 文 献

- 1 Lechevalier MP. Int. J. Syst., Bacteriol., 1994, 44:1-8
- 2 Benson D R, Silvester WB, Microbiol Rev., 1993, 57:293-319
- 3 Callahan D, DelTredici P Torrey JG. Science, 1978, 199:899-902
- 4 Mirza MS, Hahn D, Akkermans ADL. Syst. Appl. Microbiol., 1992, 15:293-295
- 5 Lechevalier MP, Baker D, Horriere F. Can. J. Bot., 1983, 61:2826-2833
- 6 胡传炯,周平贞,周启.马桑菌株生物学特征.微生物学报,1996,36(2):132-132
- 7 王平.微生物学通报,1986,13:229-231
- 8 Bousfield IJ. Simple rapid methods of cell wall analysis as an aid in the identification of Aerobic Coryneform Bacteria, In: chemical methods in bacterial systematics, M Goodfellow and Minikin D.E. (eds). Academic Press, London, 1985, 157-168
- 9 梁善芳,袁德军,夏涛等.放线菌细胞壁化学组分分析方法的研究.微生物学通报,1991,17(4):247-249
- 10 Benson DR, Hanna D. Appl. Environ. Microbiol., 1984, 47:489-494
- 11 Gardes M, Lalonde M. Physiol. Plant., 1987, 70:237-244
- 12 张龙翔.生物化学实验方法和技术.高教出版社,1983,413
- 13 Simonet P, Capellano A, Navarro E, et al., can. J. Microbiol., 1984, 30:1292-1295
- 14 Maniatis T. et al., Molecular cloning, Cold Spring Harbor Laboratory, Cold Spring Harbor, NY, 1982, 465-478