

应用 P^{32} , Ca^{45} 和 S^{35} 研究磷、鈣和硫在北京淋溶 褐色土中的移动

張万儒 王漢良 裘福庚 唐午慶*

(中国林业科学研究院林业科学研究所)

一、前 言

土壤中的磷、鈣和硫都是植物生长中很重要的元素,速生用材树种对这些元素的要求都是較严格的[如楊树每百克干物质(叶)中含 P_2O_5 量为 0.35 克左右,含 S 量为 0.3 克左右,含 Ca 量为 2.5 克左右]。根据我们的材料(见表 1),北京淋溶褐色土中鈣与硫等元素的含量并不很多,而磷的含量也很缺乏,因此这些元素在该土壤中的移动与分布对速生用材林木的生长来讲是很重要的。本试验的目的是应用 P^{32} , Ca^{45} 和 S^{35} 研究磷、鈣和硫在北京淋溶褐色土中的移动状况和了解它们在該土壤中运动的机制,为揭示磷、鈣和硫在該土壤中移动的地球化学规律及合理制订施肥措施和灌水指标提供可靠的資料。

阿达耳貝特(Süb Adalbert)^[7] 研究了 P^{32} , Ca^{45} 和 S^{35} 在假潛育化的粉砂質棕壤中的移动,指出 S^{35} 的移动最快, Ca^{45} 比較緩慢, P^{32} 最慢。馬克凱依(D. C. MacKay)和埃頓(J. B. Eaton)^[5] 应用 P^{32} 研究了在加拿大的沙土剖面中磷的移动,指出磷在土壤中的移动是很慢的,施用 P^{32} 二周以后,在 5—15 厘米土层中测得的 P^{32} 只为施入量的 5.2%,四周以后达 8.5%。科扎克(Kozák)^[8] 应用 P^{32} 研究了在匈牙利的石灰性砂質土中磷的移动,指出試驗开始后 114 天,在 0—4 厘米的土层中可测得磷为施入量的 96—98%,在 6—8 厘米土层中为 2—4%。阿依金揚(P. X. Айлиян)^[1] 应用 P^{32} 获得的自射綫照相显示了苏联黃壤剖面中磷的分布是不均匀的,发现在 3—10 厘米深处磷有大量的聚积(占施入量的 80—90%)。赵存欽(Chao Tsun Tien)等^[6] 应用 S^{35} 研究硫酸盐在土壤整段标本中的移动,指出施入磷酸盐和鈣(特别是鈣)能提高土壤中硫的移动性,在含有多量游离的三氧化物和代換性鋁的砖紅壤类土壤中,硫酸盐移动最小。罗金(Розин)等^[4] 研究了 S^{35} , Ca^{45} 在土壤中的移动,指出了土壤中的水是放射性同位素移动的唯一能源。

二、試驗方法

本試驗着重在研究土壤中磷、鈣和硫元素的移动和分布,試驗地位于北京市西郊大昭山麓(壤土質淋溶褐色土)。試驗是采用田間試驗方法进行的。

試驗样地的放射性同位素 P^{32} , Ca^{45} 和 S^{35} 的用量:試驗样地大小各为 50×50 平方厘米,各施入 7.0 克 P_2O_5 (每克标记 400 微居里 $Na_2HP^{32}O_4$); 12 克 K_2O (每克标记 300 微居里 $H_2S^{35}O_4$); 100 克 CaO (每克标记 20 微居里 $Ca^{45}Cl_2$)。施入同位素以后,每天上午 10 时左右灌水一次,直至 30 厘米左右土层中土壤含水量超过毛管持水量状态。然后,于上述样地采取土样测定其放射性强度(脉冲/分/克干土),計算 P^{32} , Ca^{45} 和 S^{35} 往該土壤中移动的百分率,并用放射性同位素自射綫照相法来研究土壤剖面中 P^{32} , Ca^{45} 和 S^{35} 的分布情况。

* 本文的土壤化学分析工作由許本彤、张淑媛、屠星南、佟靜四同志完成。

三、試驗結果

供試驗土壤的化学、物理性質見表1。

表1 北京淋溶褐色土

采样地点	采样深度, 厘米	腐植质, % (A. B. 丘 林法)	全氮, % (重铬酸钾 氧化法)	C/N	pH		速效性 P ₂ O ₅ , 毫克/100 克土	代换性钙, 毫克当量/ 100克土	可溶性, SO ₄ ²⁻ %
					H ₂ O	KCl			
北京市西郊中 国林业科学 院試驗林場	0—20	1.12	0.067	9.7	7.4	7.4	3.0	16.05	0.003
	20—30	0.83	0.057	8.4	7.4	7.4	2.0	14.21	0.004
	30—64	0.66	0.040	9.6	7.4	7.3	1.0	15.61	0.002
	64—95	0.48	0.028	9.9	7.2	6.9	0.5	14.68	0.002
	95—115	0.30	0.021	8.3	7.0	6.7	0.0	15.76	0.002

从表1可以清楚看出, 供試驗土壤上层, 腐植质含量为1.0%, 土壤反应接近中性 (pH = 7.4左右), 全量钙含量不很多(1.6%), 而代换性钙较多(15毫克当量/100克土), 全剖面无石灰反应, 全量硫含量也不多(0.11%), 可溶性SO₄²⁻较少(0.003%), 全量磷及速效性磷含量更少, <0.001毫米的粘粒含量较高(19.0%), 毛管持水量为34%, 毛管孔隙度为42% (容积百分率)。

表2 P³², Ca⁴⁵和S³⁵在北京淋溶褐色土中的移动与分布

施用同位素的种类	采样深度, 厘米	灌水促使其移动后放射性同位素 P ³² , Ca ⁴⁵ 和 S ³⁵ 的测量结果, 脉冲/分/克干土	P ³² , Ca ⁴⁵ 和 S ³⁵ 在土壤中的百分率, %
P ³² 在土壤中的分布	0—3	1116 × 10 ⁸	95.88
	3—6	24 × 10 ⁸	2.06
	6—10	24 × 10 ⁸	2.06
	10—15	0	0
	15—20	0	0
	20—30	0	0
	30—40	0	0
Ca ⁴⁵ 在土壤中的分布	0—3	12.5 × 10 ⁴	33.20
	3—6	12.3 × 10 ⁴	32.60
	6—10	7.43 × 10 ⁴	19.80
	10—15	3.29 × 10 ⁴	8.77
	15—20	2.05 × 10 ⁴	5.46
	20—30	0.054 × 10 ⁴	0.14
	30—40	0	0
S ³⁵ 在土壤中的分布	0—3	10231	4.02
	3—6	13687	5.37
	6—10	46556	18.28
	10—15	80514	31.61
	15—20	88101	34.59
	20—30	15604	6.13
	30—40	0	0
40—50	0	0	

上述这些土壤的化学、物理性质与磷、钙和硫在淋溶褐色土中的移动与分布密切相关。

从放射性测量的材料来看(见表 2), 灌水促使 P^{32} 在试验土壤中移动后, 在 0—3 厘米的土层中测出的 P^{32} 为 95.88%, 在 3—6 厘米土层中为 2.06%, 在 6—10 厘米土层中为 2.06%, 再的化学、物理性质

全量化学组成 (占焙烧土的百分率)					机械组成, 占烘干土的百分率		毛管持水量, %	非毛管孔隙, 容积%	毛管孔隙, 容积%	总孔隙度, 容积%
Al_2O_3	Fe_2O_3	P_2O_5	CaO	SO_3	<0.001 毫米	<0.01 毫米				
14.34	5.25	0.06	1.51	0.13	18.30	27.17	42.15	13.13	42.20	55.33
13.59	5.61	0.08	1.67	0.09	19.15	32.37	25.40	14.73	39.77	54.50
11.96	5.88	0.09	2.16	0.23	17.16	25.57	25.00	12.44	38.50	50.98
13.07	5.10	0.09	2.06	0.12	20.67	33.97	25.75	13.27	38.17	51.35
16.59	5.87	0.10	2.35	0.12	18.91	28.98	22.30	9.72	36.68	46.40

往下就没有测出 P^{32} 了。造成 P^{32} 施入后绝大部分聚积在土壤表层(0—3 厘米处)及移动不深(0—10 厘米)的原因, 主要是淋溶褐色土土壤反应偏碱, 钙的含量较多(特别是代换性钙的含量), 因此大部分的可溶性磷一进入该土壤后就转变为难溶性的化合物(含钙的磷酸复合盐类)停滞在原来施入的地方, P^{32} 的移动与灌水量无关。

灌水促使 Ca^{45} 在试验土壤中移动后, 在 0—3 厘米的土层中测出的 Ca^{45} 为 33.20%, 3—6 厘米土层中为 32.60%, 6—10 厘米土层中为 19.80%, 10—15 厘米土层中为 8.77%, 15—20 厘米土层中为 5.46%, 20—30 厘米土层中为 0.14%, 再往下就测不出 Ca^{45} 了。造成 Ca^{45} 在试验土壤剖面中这样的分布, 主要与淋溶褐色土的性质及灌水量有关。

灌水促使 S^{35} 在试验土壤中移动后, 在 0—3 厘米的土层中测出的 S^{35} 为 4.02%, 3—6 厘米土层中为 5.37%, 6—10 厘米土层中为 18.28%, 10—15 厘米土层中为 31.6%, 15—20 厘米土层中为 34.59%, 20—30 厘米土层中为 6.13%, 再往下就测不出 S^{35} 了。造成 S^{35} 在试验土壤剖面中这样的分布主要与灌水量有关(S^{35} 的移动起始于土壤水分大于毛管持水量时), 其次与该土壤的性质(如钙、铁和铝的含量、持水量、透水性等)有关。

从 P^{32} , Ca^{45} 和 S^{35} 在试验土壤剖面中的移动(见图 1)可以明显看出, S^{35} 的移动最快, Ca^{45} 次之, P^{32} 移动得最慢。

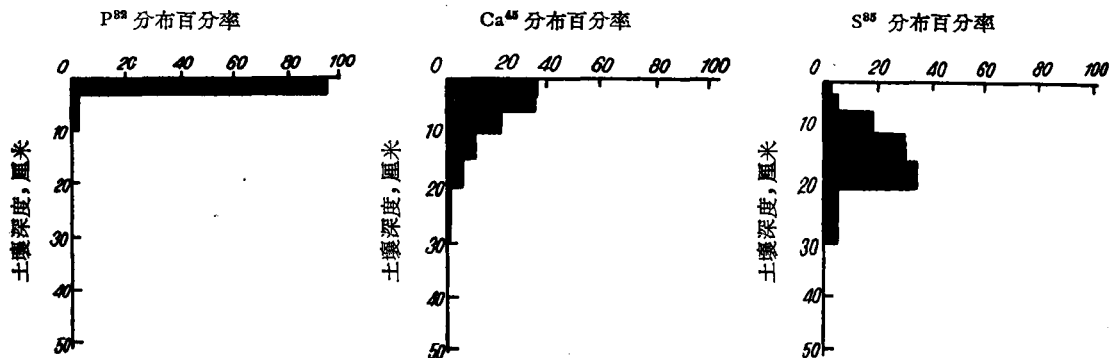


图 1 P^{32} , Ca^{45} 和 S^{35} 在北京淋溶褐色土中的分布情况

用自射线照相得到的 P^{32} , Ca^{45} 和 S^{35} 在北京淋溶褐色土中的移动与分布的材料, 也显示了与上述放射性测量同样的规律。

四、小 結

1. P^{32} , Ca^{45} 和 S^{35} 在北京淋溶褐色土中的移动,以 S^{35} 最快, Ca^{45} 次之, P^{32} 最慢。在灌水量相同的条件下, P^{32} 的移动深度为 0—10 厘米,它主要聚集在 0—3 厘米土层中(96% 左右); Ca^{45} 的移动深度为 0—20 厘米,它主要聚集在 0—6 厘米土层中(33% 左右); S^{35} 的移动深度为 0—30 厘米,它主要聚集在 10—20 厘米土层中(33% 左右)。

2. P^{32} 的移动与土壤性质(pH 值、钙的含量等)有关,而 Ca^{45} 与 S^{35} 的移动主要与灌水量有关,其次与土壤性质(钙的含量、质地、持水量和孔隙度等)有关。

3. 从北京淋溶褐色土中 P^{32} 移动的放射性分布材料来看,为了更有效地利用磷肥,在试验土壤表层施磷肥是不恰当的。根据我们的试验,磷肥最好是施于植物根系吸收层的上部。从 S^{35} , Ca^{45} 在试验土壤中移动的材料来看,如果对植物施用硫素、钙素营养及研究施氮肥后残余的 SO_4^{2-} 的问题,控制其灌水量是一个主要的关键问题,特别是研究土壤中水分运动的机制, S^{35} 是很好的指标。

本工作是在徐緯英先生的指导下完成的。

参 考 文 献

- [1] Р. Х. Айдинян, Радиоартеграфирование почвенного профиля при изучении передвижения фосфатов в почвах, Доклады АН СССР, 132, № 6, 1413—1415 (1960).
- [2] И. И. Иванов, В. К. Модестов, Ю. М. Штуккенберг, Е. Ф. Романцев, Е. И. Воробьев, 1. фосфор P^{32} ; 3. Сера S^{35} ; 8. Кальций Ca^{45} , Радиоактивные изотопы в медицине и биологии, 1955, 145—147; 151—155; 162—163.
- [3] Ю. А. Поляков, О поглощении ионов стронция и кальция почвами, Коллоидн. журн., 21, № 2, 221—225 (1959).
- [4] В. А. Розин, В. И. Евдокимова, Применение меченых атомов при исследовании передвижения влаги в почве, В сб. Осушение болот. и заболоч. почв черноземн. зоны Европ. части СССР, 1960, 213—222.
- [5] D. C. MacKay, J. B. Eaton, The penetration of radioactive superphosphate into a podzol soil, Canad. J. of Soil Sci., 39, No. 2, 215—221 (1959).
- [6] Chao Tsun Tien, M. E. Harward and S. C. Fang, Movement of S^{35} tagged sulfate through soil columns, Soil Sci. Soc. of America Proc., 26, No. 1, 27—32 (1962).
- [7] Süb Adalbert, Untersuchungen über die Verlagerungsproblem der Nährstoff im Boden mit Isotoper Methoden, verhandl. 2. und 3. Kommiss. Internat. Bodenkunde. Ges., Hamburg, 1958, Vol. 2., Göttingen, 1958, 235—239.
- [8] Kozák mátyás, P^{32} -vel jelzett szuperfoszfát műtrágya talajbahatolásának vizsgálata meszes homoktalajon, Agro kém. és talaj., 10, No. 2, 217—222 (1961).
- [9] 徐緯英等, 楊樹, 林业出版社, 1959年。

(編輯部收稿日期 1963年4月27日)

(上接第 829 頁)

- [6] D. T. Green, Brit. J. Radiol., 25, 309 (1952).
- [7] H. E. Johns, Ditto, 25, 296 (1952).
- [8] R. H. Neil, Radiology, 61, 408 (1953).
- [9] H. E. Johns, Am. J. Roentgenol., 81, 4 (1957).
- [10] 高橋信次, 岡島俊三, 日医放誌, 18, No. 8, 1143 (1958); 山下久雄, 日医放誌, 15, No. 5, 363 (1955).
- [11] 入江英雄, 尾關己一郎, 最新医学, 10, No. 10, 59—68 (1955).
- [12] 山下久雄, 照射装置の構造, 放射性コバルト-60療法, 63—72頁 東京, 金原出版社, 1957年。
- [13] 放射性工作卫生防护暫行規定, 1960 (内部文件)。
- [14] 苏联保健部, 使用放射性物质和致电离辐射源的卫生規章, 人民卫生出版社出版。

(編輯部收稿日期 1963年7月15日)