

氧化铁饱和滤纸用于森林土壤 有效磷测定的研究

田 昆

(西南林学院, 云南昆明 650224)

Partap Khanna

(CSIRO Division of Forestry,
P. O. Box 4008, Canberra, Australia)

USE OF IRON OXIDE-IMPREGNATED FILTER PAPER FOR EXTRACTION OF AVAILABLE PHOSPHORUS IN FOREST SOILS

Tian Kun

(Southwest Forestry College, Kunming 650224)

Partap Khanna

(CSIRO Division of Forestry,
P. O. Box 4008, Canberra, Australia)

关键词 氧化铁饱和滤纸, 森林土壤, 吸附介体, 有效磷测定

中图分类号 S153.1

磷的测定研究,取得了很多新进展,目前采用的都是一些经典的测磷方法,这些方法因用化学试剂提取土壤中的有效磷而受到了诸如 pH 等土壤性质的影响,而使测定值偏高或偏低^[1]。Van Der Zee 等 1987 年提出一种滤纸测磷方法^[2],近似根系在土壤中对有效磷的吸收,但为室内实验研究。作者把滤纸作为一种吸附介体直接用于森林土壤有效磷的测定,省去了土样采集和处理等步骤,简单易行,能较真实地反映土壤中游离的供植物根系吸收的有效磷含量。

1 供试土壤及研究方法

供试土壤分别为冲天柏 (*Cupressus duclouxiana*), 云南油杉 (*Keteleeria evelyniana*), 华山松 (*Pinus armandi*), 赤桉 (*Eucalyptus camaltulensis*) 及小铁子 (*Myrsine africana*) 等乔灌木下发育的土壤,基本性质见表 1。

选取较硬的无磷滤纸,一张一张地放入 12%FeCl₃溶液中,避免气泡产生而引起不均匀氧化铁附着,浸泡两小时,取出用塑料夹在室温下悬挂约半小时,快速通过 10mol/L NH₄OH 溶液二至三次,用蒸馏水冲洗并晾干,剪成 10 × 2cm²长条备用。

表1 供试土壤基本性质

土壤及试 验地编号	母质 类型	植被	采集地点	pH	质地	全磷 g/kg	有效磷(P ₂ O ₅) mg/100g土	有机质 g/kg	水解氮 mg/100g土
石灰土(I)	石灰岩	冲天柏	西山小石林	7.6	轻粘	0.018	0.36 ¹⁾	20.0	0.15
红壤(II)	片岩	云南油杉	楸木园	6.8	轻壤	0.195	2.49	38.0	0.24
红壤(III)	石灰岩	华山松	曲靖海寨	5.6	中壤	0.054	0.90	13.9	0.19
红壤(IV)	页岩	赤桉	林院后山	5.6	重壤	0.021	0.46	13.4	0.12
红壤(V)	砂岩	小铁子	林院内荒地	5.4	轻粘	0.041	0.65	16.8	0.10

1) 为碳酸氢钠法测定值,其余均为盐酸氟化铵法测定值。

表2 不同方法测定的有效磷含量¹⁾

土壤 类型	供试 样品	(1) (μgP/条)	(2) (μgP/条)	(3) (μgP/条)	(2)(3)平均值 (μgP/条)	(4) (mgP/100g土)	(5) (mgP/100g土)
石 灰 土	I-1	0.21	0.32	0.30	0.31	0.46	0.12
	I-2	0.48	0.58	0.56	0.57	0.69	0.15
	I-3	0.35	0.44	0.44	0.44	0.61	0.12
	I-4	0.38	0.50	0.48	0.49	0.66	0.14
	I-5	0.16	0.28	0.30	0.29	0.51	0.12
红 壤	II-1	2.35	3.00	2.96	2.98	0.68	3.66
	II-2	1.49	2.21	2.16	2.21	1.02	2.95
	II-3	2.40	2.98	3.08	3.03	1.66	3.80
	II-4	2.50	3.28	3.32	3.30	2.46	4.00
	II-5	1.38	2.30	2.28	2.29	0.96	2.96
红 壤	III-1	0.69	0.80	0.76	0.78	0.25	1.92
	III-2	1.44	1.82	1.80	1.81	0.89	2.65
	III-3	0.55	0.69	0.66	0.68	0.85	1.56
	III-4	0.66	0.80	0.82	0.81	0.34	1.92
	III-5	0.34	0.45	0.48	0.47	0.12	0.85
红 壤	IV-1	0.26	0.36	0.35	0.36	0.16	1.05
	IV-2	0.32	0.34	0.35	0.35	0.18	1.04
	IV-3	0.50	0.68	0.64	0.66	0.21	1.51
	IV-4	0.18	0.26	0.32	0.29	0.06	0.65
	IV-5	0.22	0.40	0.46	0.43	0.45	1.30
红 壤	V-1	0.26	0.36	0.38	0.37	0.68	0.96
	V-2	0.16	0.28	0.30	0.29	0.33	0.70
	V-3	0.19	0.30	0.36	0.33	0.12	1.19
	V-4	0.45	0.80	0.76	0.78	0.14	2.00
	V-5	0.44	0.50	0.52	0.51	0.59	1.46

1) (1)为滤纸野外森林土壤中所吸附的有效磷测定值。(2)为滤纸室内水提取有效磷的测定值。(3)为滤纸室内CaCl₂提取有效磷的测定值。(4)为碳酸氢钠法(0.5M NaHCO₃)有效磷测定值。(5)为盐酸氟化铵法(0.03N NH₄F-0.025N HCl)有效磷测定值。

在实验地 I, II, III, IV 和 V 中, 各选 5 株代表性的乔木(或灌木), 以树干为中心, 在相对方向(或灌木四周), 用小刀把 2 条(或 5 条)滤纸分别埋入离树干 20cm 远(或依灌木大小离茎 10—20cm)的土壤中, 如土壤干燥, 需适当喷水湿润。24 小时后取出放在无磷塑料袋中, 带回实验室, 以少许蒸馏水洗去泥土, 放入盛有 25ml 1.85mol/L H_2SO_4 的震荡瓶中, 震荡一小时, 吸取 5ml 清液于 25ml 容量瓶中, 调节 pH 值, 用分光光度计比色测定磷含量^[3]。同时, 在埋入滤纸的地点采集同一土样, 带回室内做对照试验。分别以 25ml 水和 $CaCl_2$ 溶液浸提土壤中的有效磷, 并各放入一条滤纸, 震荡 24 小时, 取出以前述方法比色测定磷含量。再取上述供滤纸室内测定的同一土样, 分别以碳酸氢钠法、盐酸氟化铵法^[4, 5]测定土壤有效磷含量。结果取平均值列于表 2。

分别取 II 号实验地土样 25g, 50g, 100g, 200g, 模拟滤纸埋入野外土壤中的情况, 在室内分别放置 4, 8, 16, 24, 48, 96, 168, 240 小时, 进行接触土壤时间的研究, 取出后, 以前述方法测定有效磷含量。结果列于表 3。

表3 氧化铁饱和滤纸不同时间下测定的土壤有效磷含量(μgP /条)

接触时间 (小时)	土 壤 重 量			
	25g	50g	100g	200g
4	0.80	0.70	0.82	0.68
8	1.86	1.50	1.60	1.56
16	2.74	2.80	2.69	2.75
24	2.92	3.00	3.06	2.85
48	3.06	3.10	3.15	3.20
96	3.52	3.60	3.72	3.36
168	3.86	3.70	3.75	3.50
240	4.12	4.00	4.20	3.86

2 结果和讨论

图 1 中, 在磷含量小于 $1\mu gP$ /条水平下, 滤纸埋入森林土壤中吸附的有效磷与 H_2O 和 $CaCl_2$ 溶液浸提后, 吸附的有效磷的测定值几乎一致; 在磷含量 $1—3.5\mu gP$ /条的水平上, 野外测定值没有室内对照实验的测定值高, 室内测定值为 2.21 时, 野外测定值仅为 1.49, 室内测定值为 3.30 时, 野外测定值仅为 2.50, 这与 H_2O 或 $CaCl_2$ 震荡后有效磷充分游离在溶液中有关。但两者的测定结果有很好的相关性, 相关系数 $r = 0.98$, 见图 2。

滤纸测定的有效磷含量与其埋入土壤中的时间有关(表 3)。在埋入初期有效磷被迅速吸附, 埋入 16 小时前的增加值高达约 $2.0\mu gP$ /条, 但埋入 24 小时, 增加值仅为

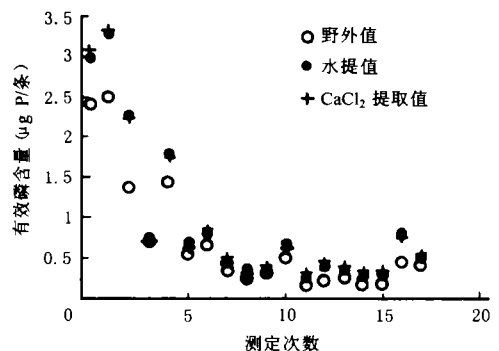
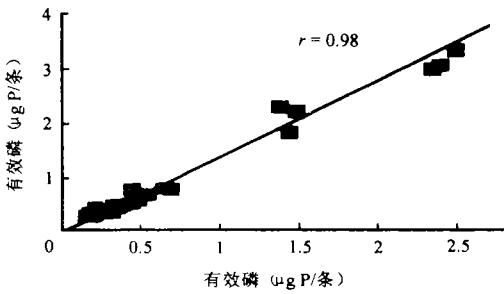


图1 氧化铁饱和滤纸不同条件下测定的有效磷



(纵坐标为室内振荡测定,横坐标为埋入土壤中吸附)

图2 氧化铁饱和滤纸测定土壤有效磷的相关性

量是相对稳定的,滤纸作为吸附介质,只要同土壤接触,就能充分吸附土壤中的有效磷。

表2结果表明,在 $\text{pH} < 7$ 时,盐酸氟化铵法的测定值高,在 $\text{pH} > 7$ 时,碳酸氢钠法的测定值高,这与浸提剂受土壤 pH 值的影响有关,可能是不同 pH 值激活或溶解了土壤固定的磷,增加了游离的磷含量。在酸性土壤中,滤纸法与碳酸氢钠法相关性较差 $r = 0.69$,而与盐酸氟化铵法的相关性却很高 $r = 0.95$ 。在碱性土壤中,滤纸法与碳酸氢钠法的相关性很好 $r = 0.93$,而与盐酸氟化铵法的相关性却较差 $r = 0.77$,另外,碳酸氢钠法与盐酸氟化铵法的相关性在碱性和酸性土壤中都较差, r 分别为 0.65 和 0.69。见表4。

可见,滤纸测定土壤中的有效磷,不受 pH 值的影响,在酸性土壤中与盐酸氟化铵法一样有效,而在中性和碱性土壤中同碳酸氢钠法一样有效。故可广泛用于测定各种土壤有效磷的含量,而不必采集和处理土样,是一种既经济有效又简便易行的方法。

该研究是一种土壤营养测定的尝试,能否应用于植物营养的测定有待于进行深入研究,同时对其与植物吸附的关系也有待于更进一步的研究。

0.1—0.37 μgP / 条。而埋入 48 小时的增加值为 0.09—0.35 μgP / 条。可见,埋入 16 小时后,有效磷含量随埋入时间的增加而缓慢增加,且 16—48 小时为吸附磷含量相对稳定阶段,以埋入土壤中 24 小时较为方便。

滤纸埋入 25g, 50g, 100g, 200g 四种不同量的土壤中吸附的有效磷含量似乎与其接触土壤的量无关(见表3)。这一结果可能表明了游离在土壤中有有效磷含

表4 滤纸测磷法与其它测磷方法的相关性(相关系数 r)

土壤	$\text{pH} < 7^{1)}$	碳酸氢钠法	盐酸氟化铵法	滤纸法
碳酸氢钠法	—	—	0.65	0.69
盐酸氟化铵法	0.65	—	—	0.75
滤纸法	0.69	0.69	0.95	—
土壤	$\text{pH} > 7^{2)}$	碳酸氢钠法	盐酸氟化铵法	滤纸法
碳酸氢钠法	—	—	0.69	0.93
盐酸氟化铵法	0.69	—	—	0.77
滤纸法	0.93	0.69	0.77	—

1) $n=20$; 2) $n=5$

参 考 文 献

1. Menon R G, Hammond L L, Sissingh H A, Determination of plant-available phosphorus by the Iron hydroxide-impregnated filter paper(Pi) soil test. Soil Sci. Soc. Am J., 1988, 52:110—115
2. Seaton V D Z, Fokkink L G J, Riemsdijk V W H. A new technique for assessment of reversibly absorbed phosphate. Soil Sci. Soc. Am. J., 1987, 51:599—604
3. Page A L. Methods of Soil Analysis. Am. Soc. of Agro. Inc., Am Sci. Soc. Am. Inc., 1982. 403—416
4. 中国科学院南京土壤研究所. 土壤理化分析. 上海科学技术出版社, 1978. 105—108
5. 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法. 北京: 科学出版社, 1983. 99—101