

フローインジェクション分析法による耕地土壌の磷酸吸着量の迅速定量

中 島 秀 治

(東北農業試験場)

Rapid Determination of Phosphate Adsorption
quantity in the Farm Soil by Flow injection Analysis

Hideharu NAKAJIMA

(Tohoku National Agricultural Experiment Station)

1 はじめに

農業生産現場に近い農業改良普及所や農業協同組合などの実験室において、ビニールハウス等への液肥施用に伴い耕地土壌中施用磷酸の推定吸着量の迅速定量法の確立が要請されている。著者は、フローインジェクション分析法を活用した手法(本法)を確立したので、分析操作、分析精度及び正確さ等々について報告する。

2 試験方法

(1) 供試土壌 図表中に示した。

(2) 装置 Tecator 5010型 FIA分析装置一式(図1)、島津 Libror EB-3200D型電子天秤及び池田 SS-20D型振とう機

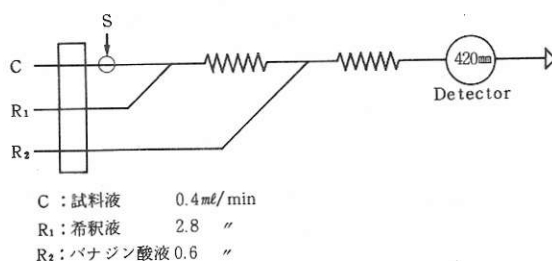


図1 磷酸吸着量流経路

(3) 試薬液の調製 1) 磷酸液 あらかじめ重量を求めた10ℓポリビンに、試薬磷酸(H_3PO_4 , 85% 比重1.7) 23.1gを100mlビーカーに電子天秤で計量して採り、水を加えて流し込み合計で液量10kgとして用いた。

2) パナドモリブデン酸液(R_2) 1ℓビーカーに硝酸(HNO_3) 270ml及び水200mlをメスシリンダーで採り混合した。次にメタパナジン酸アンモニウム(NH_4VO_3) 4gを水に溶解して添加、その後、モリブデン酸アンモニウム $[(\text{NH}_4)_5\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$ 80gを水に溶解して添加し良く攪拌する。メスシリンダーを用いて1ℓとして用いた。(添加順序を間違えると沈殿が生じて利用できない)。褐色瓶に入れて冷暗所に保存し、使用時に室温まで液温を上昇させて用いた。

3) 磷酸標準液 磷酸-カリウム(KH_2PO_4) 1.92

gを100mlメスフラスコに正確に採り、水を加え溶解し定容として原液(P_2O_5 10mg/ml)を調製した。100mlフラスコにホールビペットで、5ml(0.5mg/ml), 10ml(1), 15ml(1.5) づつ正確に採り、水で希釈し定容して用いた。

4) その他 水は純水を用いた。

(4) 分析操作 風乾土1gを40~50ml栓付き容器に採り、磷酸液20mlを分注器を用いて正確に添加し、栓をし1時間振とう機で振り混ぜた後、室温(20~25℃程)で、1昼夜静置した。広口ビンに乾燥濾紙を折込み上澄液を濾過(上澄液に不純物質が浮遊していない透明な場合は濾過操作を省略した)して用いた。

使用したFIA流路系は図1に示した。計器類の調製は、測定のと度、最適条件を求めて用いた。測定順序は、標準液を用い検量線を作製し、磷酸液(吸着前)と試料液(吸着処理液)を交互に測定した。磷酸液と試料液の磷酸濃度差より、磷酸吸着量を算出した。

なお、試料採取量は吸着量の多い黒ボク土は0.2~0.5g、吸着量の少ない砂丘未熟土等は1~10gを正確に採った。また、液肥の施肥磷酸吸着量を求めるには、液肥の磷酸濃度を求め、磷酸液(約 P_2O_5 1.42mg/ml)まで希釈して吸着前液を調製し、試薬液の場合と同様に操作し、吸着前液と試料液(吸着処理液)を酸分解した後²⁾、液中磷酸濃度を求め、磷酸吸着量を算出する必要がある(有機物と化合した磷酸は発色しない場合がある)。

3 結果

(1) 供試土壌採取液 供試土壌の磷酸吸着可能量と本法の定量値の差を検討した。供試土壌をガラス管に採り磷酸液を上部より滴下し、下部から浸出した液に磷酸が検出されるまで滴下を行った。ガラス管より試料を採り出し、酸分解性²⁾ 磷酸を定量して磷酸吸着可能量と仮定した。

結果は、表1に示した。本法と磷酸吸着可能量は一致した。しかし、磷酸吸収量⁴⁾ とは、黒ボク土や砂丘未熟土では一致しているとは云えなかった。

(2) 分析精度 表2に示した。本法の分析精度CVは、0~3%であった。また、同一供試土壌の磷酸吸収係数¹⁾ は、沖積940±57mg/100g、花崗岩質540±72、酸性火山灰1850±150、沖積火山灰2310±140で、分析精度CVは6~13%であった。

表1 各種土壌と土壌採取量

(乾土 P_2O_5 mg/100 g)

No	供試土壌		1/100M H_3PO_4 20ml吸着量				磷酸吸着可能量*		
	土壌名	採土位置	採取量(g)	pH	定量値	磷酸吸収量	A	B	C
1	暗赤色土	作土	1.0	4.50	588	588	906	310	596
2	赤色土	下層	2.0	2.60	634	743	661	38.3	623
3	黄色土	"	2.0	2.68	524	616	543	46.8	496
4	灰色低地土	"	1.0	2.70	580	580	639	129	510
5	黒ボク土	表層	0.5	2.90	4,120	2,740	4,240	256	3,980
6	"	"	0.2	2.78	7,000	2,660	8,090	209	7,880
7	"	下層	0.5	2.85	2,620	1,800	2,860	319	2,540
8	砂丘未熟土	表層	10	3.68	26.5	155	48.4	23.2	25.2
9	泥炭土	下層	0.5	2.70	1,470	1,140	1,620	195	1,430

注. * A: 1/100M H_3PO_4 (pH2.20) で原土を洗浄し、磷酸を最大限に吸着させた土壌の酸分解性磷酸

B: 原土の酸分解性磷酸

C: 酸加熱分解法から求めた磷酸吸着率 (C = A - B)

pH: 吸着処理液のpH

磷酸吸収量: 1 g → 20ml抽出

採土地 Na.1, 2: 沖縄県石垣市, Na.3: 愛知県豊橋市, Na.4: 埼玉県川越市, Na.5: 茨城県つくば市

Na.6: 埼玉県北本市, Na.7: 東京都北区西ヶ原, Na.8: 千葉県大網白里町, Na.9: 宮城県岩沼市

表2 分析精度

(乾土 P_2O_5 mg/100 g)

No	供試土壌 (母材)	FIA			回分法		
		$\bar{X}$	Sx	CV	$\bar{X}$	Sx	CV
1	沖積	960	23	2.4	940	62	6.6
2	花崗岩質	538	17	3.2	540	56	11
3	酸性火山灰	2,430	47	1.9	2,050	52	2.5
4	中性火山灰	3,840	13	0.3	3,370	20	0.6

繰り返り: n=5

試料採取量: Na.1~2 1g → 20ml, Na.3~4 0.5 → 20ml

土壌型 褐色低地土: 沖積, 褐色森林土: 花崗岩質,

多腐植質黒ボク土: 中性及び酸性火山灰

(3) 耕地土壌調査 本法による耕地土壌調査を試み、結果を表3に示した。供試土壌は、東北農試人工圃場内厩肥連用試験土壌を用いた。本法と回分法を比較すると、相関は極めて高いが、本法が回分法よりやや高めのかたよりを示した。本法は磷酸吸収係数と比較すると、黒ボク土では処理区間の差が大きく、花崗岩質や沖積ではその差は少ない。

表3 厩肥連用試験区

(乾土 P_2O_5 mg/100 g)

処理	中性火山灰				酸性火山灰				花崗岩質				沖 積			
	A		B		A		B		A		B		A		B	
	F I A	回 分 法	F I A	回 分 法	F I A	回 分 法	F I A	回 分 法	F I A	回 分 法	F I A	回 分 法	F I A	回 分 法	F I A	回 分 法
	F I A	回 分 法	F I A	回 分 法	F I A	回 分 法	F I A	回 分 法	F I A	回 分 法	F I A	回 分 法	F I A	回 分 法	F I A	回 分 法
裸地	4,030	3,600	2,420	2,520	2,140	1,630	210	240	350	770	650	740				
0t	4,230	3,730	2,370	2,820	2,230	1,980	250	260	220	720	600	820				
4t	3,870	3,430	2,350	2,610	1,990	1,790	180	180	250	680	580	670				
8t	3,660	3,150	2,280	2,340	1,810	1,550	130	140	280	610	530	700				
16t	3,120	2,680	2,100	1,990	1,510	1,630	84	110	220	510	470	750				

分析法 A: 本法, B: 磷酸吸収係数, 処理 10a 当り施肥量, 経年: 約8年, 厨川人字圃場土壌, その他 表2と同じ

4 まとめ

本法による耕地土壌中磷酸吸着量の定量は、回分法に比較して、希釈及び定量操作が迅速化でき、ガラス器具類及び試薬使用量が半減し、測定時間は1検体30秒で高い処理能力を示した。回分法の測定時間は、100検体処理するのに約2日間(6時間×2日間)かかり、その上ガラス器具類の洗浄・乾燥時間が必要である。本法は回分法より特別な熟練を必要としない。

本法は、土壌型及び肥培管理の違いを数量化できる。本法の定量値を酸分解性及び0.5M硫酸抽出態磷酸³⁾を組み合わせて考察すれば、耕地土壌の吸着可能量が推定できると考えられる。本法の定量値は、農業生産現場に近い実験室で、磷酸肥料の施肥判断材料として活用が十分期待できる。

引用文献

- 1) 中島 秀治, 久野 貴祐. 1987. フローインジェクション分析法による磷酸吸収係数の迅速定量. 東北農業研究 40: 169-170
- 2) 中島 秀治, 川島 寛. 1989. 過塩素酸・硫酸加熱分解, フローインジェクション分析法による作物体及び有機質肥料中の全磷酸の迅速定量. 東北農業研究 42: 171-172
- 3) 中島 秀治. 1992. フローインジェクション分析法による耕地土壌, 作物体中硫酸及び塩酸抽出態磷酸の迅速定量. 東北農業研究 45: 131-132
- 4) 高橋健太郎. 1989. 磷酸吸収量 能率化を考えた土壌・作物体分析法 (熔成磷肥協会). p. 30-33