

## 土壌の水溶性リン酸の測定

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者	吉川, 義一 吉田, 徹志
巻/号	58巻5号
掲載ページ	p. 612-615
発行年月	1987年10月

## 土壌の水溶性リン酸の測定

吉川義一\*・吉田徹志\*

キーワード 可給態リン酸, 水溶性リン酸, 施設栽培土壌

耕地土壌, とくに施設栽培土壌において近年リン酸集積の傾向が著しく, トルオーグ法による可給態リン酸(トルオーグ・リン酸)含量が土壌 100 g 当たり数 100 mg に達する例も珍しくない。これらの土壌の水溶性リン酸もかなり高い値を示し, 測定値は土壌の無機態リン酸集積量やトルオーグ・リン酸含量と高い相関を示すことが報告されている<sup>1,2)</sup>。PAAUW<sup>3)</sup>は水浸出法を用いた土壌の可給態リン酸測定法を提案している。わが国においても, 近年各地で水浸出による土壌の可給態リン酸の測定が試みられているが, 測定者によって測定条件が異なり, また測定値と作物によるリン酸吸収との関係についての詳しい検討は行われていない。

土壌リン酸の水浸出については粒度, 水分状態等の土壌試料の物理的状態, 浸出法, 浸出条件等が関係し, また他の溶出成分による二次的影響が関与する可能性があり複雑と考えられる。しかし, 水によって浸出されるリン酸の量は可給性の著しく高いリン酸の量を反映していると考えられ, また水による浸出は方法として簡便である。著者らは水浸出法による簡便な土壌リン酸の可給性判定法を考案する目的で, まず浸出条件について検討し, 土壌に対する水添加量とリン酸溶解量の間, 渡辺ら<sup>4-7)</sup>が土壌亜鉛の溶解について示した関係と類似の規則性が存在することを見出した。この関係を用いて求められる土壌リン酸の水による溶解性に関する数値は, 耕地土壌, とくに施設栽培土壌のリン酸の可給性の検討あるいは判定に利用が可能であると考えられるので報告する。

### 1. 供試土壌と実験法

供試土壌: 高知県内の水田利用の果菜類栽培ビニールハウス, 施設栽培歴のない水田, および水田転換畑を含

む露地畑の各作土より栽培終了時に採取した計約60点の土壌を風乾細土として供試した。採取地点の土壌型は, 大部分が「細粒灰色低地土・灰色系」および「灰色低地土・下層黒ボク」で, 一部は「表層腐植質多湿黒ボク土」である。

実験法: 25°C 定温, 蒸留水: 風乾細土比 ( $V, \text{ml/g}$ ) 10~200, 蒸留水: 空間容量比 1 (200 ml 三角フラスコ使用, 蒸留水 100 ml) の条件で一定時間振とう(振とう幅 70 mm, 150 往復/min)し, 土壌から浸出されたリン酸の量 ( $S, \text{P}_2\text{O}_5 \text{ mg/100 g}$  風乾細土) を測定した。リン酸の定量はモリブデンブルー法<sup>8)</sup>で行った。

### 2. 実験結果と考察

第1図は土壌A-1(第1表)について水:土壌比 $V$ とリン酸溶解量 $S$ の関係を示したものである。一般に $V$ の増大とともに $S$ は急増したのち緩やかに増大する。同じ $V$ において振とう時間による $S$ の変化についてみると, 振とう時間の延長とともに $S$ は急増するが, 1h前後から増加は緩やかとなり, 6h以後においては増加は著しく少なくなることが認められる。

第2図はA-1について $1/V$ と $1/S$ の関係を示したものであり, 両値の間に直線関係が成り立つ。全供試土壌について検討した結果,  $1/V$ と $1/S$ の間の直線関係は一般に成り立つことが認められた。第3図は振とう時間を1hとした場合の実験結果の一部を示したものである。直線の $x$ 軸切片を $-1/K$ ,  $y$ 軸切片を $1/S_t$ とすると, 渡辺ら<sup>4-7)</sup>が土壌亜鉛の溶解において示した式(1)の関係が成り立つ。

$$\frac{1}{S} = \frac{K}{S_t} \cdot \frac{1}{V} + \frac{1}{S_t} \quad (1)$$

この式で $S_t$ は $V$ を無限大にした場合の $S$ 値, すなわち水によって浸出可能なリン酸の最大量を示している。式(1)を変形して式(2)がえられる。

$$K = \frac{S_t - S}{\frac{S}{V}} \quad (2)$$

この式で示されるように $K$ は浸出可能なリン酸の土壌固相・液相間の分布に関する数値であり,  $K$ 値が高い土壌はそのリン酸が水によって溶離しがたいことを, 逆に $K$ 値が低い土壌はそのリン酸が水によって溶離しやすいことを示す。 $S = (1/2)S_t$ のとき $K = V$ となるから,  $K$ は $S_t$ の1/2を溶解するのに必要な水の量(ml/g 風乾細土)とみることもできる。

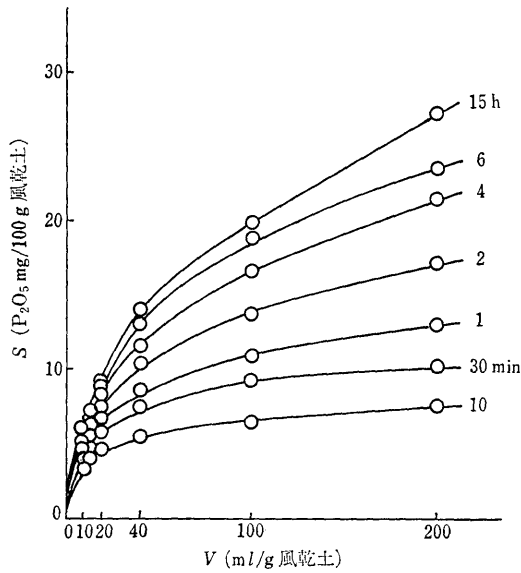
第1表は第2図および第3図に示した直線の回帰式とこの式を用いて求めた $S_t$ 値ならびに $K$ 値を示したものである。A-1について示すように $S_t$ 値と $K$ 値は振とう

Giichi YOSHIKAWA and Tetsushi YOSHIDA

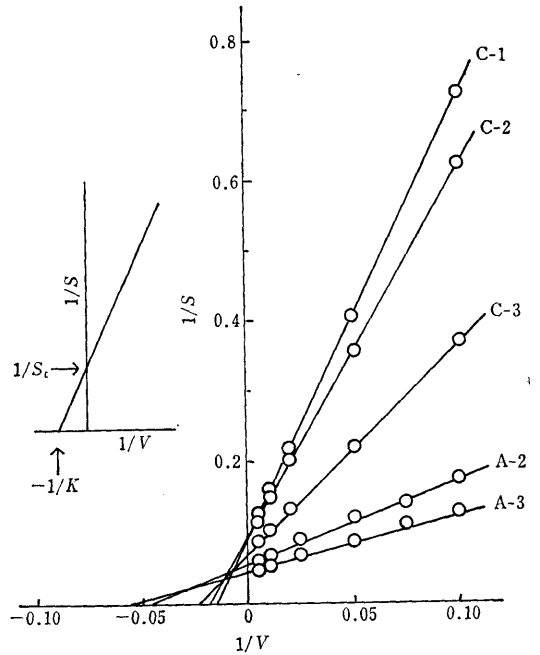
\* 高知大学農学部 (783 南国市物部乙 200)

昭和62年2月12日受理

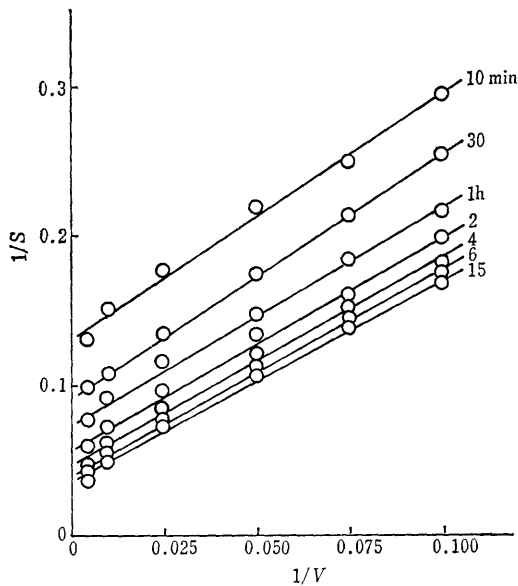
日本土壌肥科学雑誌 第58巻 第5号 p.612~615 (1987)



第1図 VとSの関係(土壤A-1, 振とう時間 10 min~15 h)



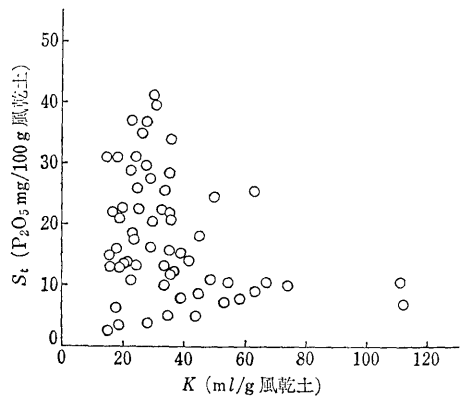
第3図 1/Vと1/Sの関係(振とう時間 1 h)



第2図 1/Vと1/Sの関係(土壤A-1, 振とう時間 10 min~15 h)

は容易ではない。粉碎等の前処理により平衡状態への到達時間を短縮することが可能と考えられるが、風乾細土を用いた本実験の条件ではSの増加は長時間続き、A-1についての検討では振とう時間を24 hに延長してもSは一定値とはならない。長時間の振とうを行う場合は他の溶出成分による二次的影響が増大する可能性があり、また微生物の影響も考えられる。著者らは上記の点を考慮し、採用すべき振とう時間として、土壤リン酸の急速な溶出がほぼ終わりSの増加が緩徐になり始める境界の時間とみられる1 hとSの増加が著しく少なくなる時間6 hを選び検討を進めている。

時間の延長とともに増加するが、6 h以後の増加はわずかである。振とう時間を十分長くとり土壤からのリン酸の溶解が平衡に達した状態で測定したとすると、得られる $S_t$ 値ならびに $K$ 値はそれぞれ水で浸出可能な土壤リン酸の総量と土壤固相・液相間の分配平衡定数に相当する。平衡状態で測定された両値は土壤の特性値として意義をもつと考えられるが、實際上平衡状態における測定



第4図 各土壤の $S_t$ 値と $K$ 値(振とう時間 1 h)

第 1 表 1/V に対する 1/S の回帰直線の式と  $S_t$ , K 計算値

土 壤 No.*	トルオーグ・ リン酸**	振とう時間	1/S=a+b(1/V)			$S_t(=1/a)$ (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g 風乾土)	K(=b/a) (ml/g 風乾土)
			a	b	r		
A-1	121	10 min	0.1316	1.642	0.995	7.6	12.4
		30	0.0914	1.639	1.000	10.9	17.9
		1 h	0.0760	1.435	0.997	13.2	18.9
		2	0.0568	1.428	0.997	17.6	25.1
		4	0.0460	1.416	0.996	21.7	30.8
		6	0.0392	1.410	0.998	25.5	36.0
		15	0.0351	1.365	0.998	28.5	38.9
A-2	223	1	0.0536	1.236	0.997	18.7	23.1
A-3	245	1	0.0439	0.871	0.998	22.8	19.8
C-1	67	1	0.0942	6.300	1.000	10.6	66.9
C-2	60	1	0.0964	5.269	0.999	10.4	54.6
C-3	79	1	0.0710	3.026	1.000	14.1	42.6

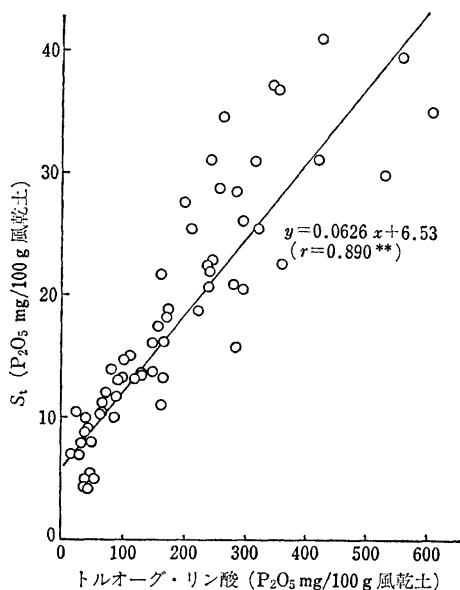
\* A: 高知県高岡郡佐川町のイチゴ栽培ビニールハウスより採取した土壌<sup>2)</sup>, C: 同地の施設栽培歴のない水田土壌<sup>2)</sup>.

\*\* 0.5 g:100 ml, 1 h 振とう, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/100 g 風乾土.

第 4 図は 1 h 振とうの条件で求めた各土壌の  $S_t$  値と K 値を示したものである。このような図を作成することにより各土壌のリン酸の水による溶解特性を示すことができ、土壌間の比較ができると考えられるが、図から次のことが認められる。 $S_t$  値については、5 以下の低い値を示す土壌から 40 前後の高い値を示す土壌まで幅広く存在する。K 値については、大部分の土壌は 15~40 の範囲にあるが、一部に 40 以上の高い値を示す土壌が存在し、最高は 100 を越える。これらの高い K 値を示す土

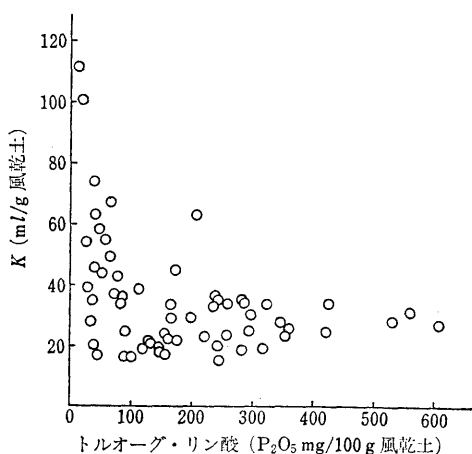
壌の大部分は  $S_t$  値 10 以下の土壌である。

上述のとおり  $S_t$  は一定の振とう時間で水によって溶解しうるリン酸の最大量、K はその 1/2 を溶解するに必要な水の量を示す数値であるから、 $(1/2)S_t/K$  は  $S_t$  の 1/2 が溶解した場合の液相のリン酸濃度に関する数値である。このようにみると、 $S_t$  値、K 値のみならず両値の比  $S_t/K$  も土壌リン酸の水溶解性に関する特性値として採用できると考えられる。この比は第 4 図において原点と土壌の  $S_t$ , K 値を示す点を結ぶ直線の傾きであるから、直線の傾きの大きい土壌は小さい土壌よりも、 $S_t$  の 1/2 に相当するリン酸が溶解した場合の液相のリン酸濃度が高いことを示し、同じ直線上に乗る土壌は  $S_t$  値、K 値は異なるが、 $S_t$  値の 1/2 に相当するリン

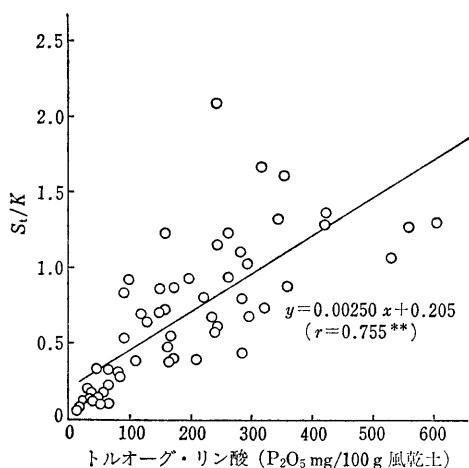


第 5 図 トルオーグ・リン酸含量と  $S_t$  値の関係  
(振とう時間 1 h)

\*\* 1% レベルで有意.



第 6 図 トルオーグ・リン酸含量と K 値の関係  
(振とう時間 1 h)



第7図 トルオーグ・リン酸含量と  $S_t/K$  比の関係  
(振とう時間 1h)

\*\* 1%レベルで有意。

酸が溶解した場合の液相のリン酸濃度が等しいことを示す。

わが国では土壌の可給態リン酸の測定にトルオーグ法が広く採用されている。第5～7図は参考のため、1h振とうの条件で求めた供試土壌の  $S_t$  値、 $K$  値、ならびに両値の比  $S_t/K$  とトルオーグ・リン酸含量 (0.5g:100ml, 25°C, 1h振とう) の関係を検討した結果を示したものである。 $S_t$  値とトルオーグ・リン酸含量の間、 $S_t/K$  比とトルオーグ・リン酸含量の間には高い相関が認められる。 $K$  値とトルオーグ・リン酸含量の関係については、トルオーグ・リン酸含量 100mg (土壌 100g 当たり) を境にして  $K$  値に次のような違いが認められる。トルオーグ・リン酸含量 100mg 以上の土壌の  $K$  値は、2点を除き 15～40の範囲にある。100mg 以下の土壌の

$K$  値は、最低は約 15、最高は 100を越え、土壌による差が大きい。

土壌の水溶性リン酸についてはなお検討すべき問題が多いが、 $S_t$  値、 $K$  値、ならびに両値の比  $S_t/K$  は、従来の、測定者によって任意に選ばれた一つの  $V$  における測定値に比べ、土壌リン酸の水による溶解性をより詳しく示すことができ、土壌リン酸、とくに施設栽培土壌のリン酸の可給性の検討あるいは判定に利用できると思われる。

## 文 献

- 1) 久保田増栄：高知県下の施設栽培土壌の特徴，関西土壌肥料協議会講演要旨，昭和60年号，p. 65～68 (1985)
- 2) 吉川義一・吉田徹志・山中 律：施設畑土壌における養分集積実態，イチゴ連作土壌についての一調査，高知大研報 (農学)，**34**，9～27 (1986)
- 3) PAAUW, F., van der: An Effective Water Extraction Method for the Determination of Plant-Available Soil Phosphorus. *Plant Soil*, **34**, 467～481 (1971)
- 4) 渡辺和彦・田中平義・日下昭二：酢安，塩酸による土壌中亜鉛の抽出，土壌分析における抽出溶液量対土壌量比と元素抽出量間の規則性 (第1報)，土肥誌，**45**，453～458 (1974)
- 5) 渡辺和彦・葛西善三郎・田中平義・日下昭二：土壌分析における抽出溶液量対土壌量比と元素抽出量間の規則性 (第2報)，各種塩による土壌亜鉛の抽出とイオン交換樹脂による規則性の検討，同上，**45**，490～496 (1974)
- 6) 渡辺和彦：土壌分析における抽出溶液量対土壌量比と元素抽出量間の規則性 (第3報)，小カブの亜鉛吸収からの抽出溶液量対土壌量比と  $K$  値の意味の検討，同上，**48**，306～312 (1977)
- 7) 渡辺和彦：土壌の可給態養分の測定，化学と生物，**18**，785～790 (1980)
- 8) MURPHY, J. and RILEY, P. R.: A Modified Single Solution Method for the Determination of Phosphorus in Natural Waters. *Anal. Chim. Acta*, **27**，31～36 (1962)