

赤黄色土型桑園土壤についての有効態りん酸測定法の比較 検討

誌名	蠶絲研究
ISSN	00364495
巻/号	103
掲載ページ	p. 24-31
発行年月	1977年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



赤黄色土型桑園土壤についての有効態りん酸測定法の比較検討*

五島 皓・塩見文武・今西三好

赤黄色土桑園では土壤の物理性ととも化学性、とりわけ、りん酸の多寡が桑樹の発育にとって支配的な因子となっている場合が多いとされている⁵⁾。それ故、合理的な地力増強によって赤黄色土桑園の生産力水準を高めるためには、まず有効態りん酸量を正しく把握することが必要になってくる。従来、桑園土壤中の有効態りん酸は慣行的に0.2N-塩酸法、TRUOG法、1%クエン酸法などによって測定されてきたが、これらの方法にはそれぞれ一長一短がある。現在一般的に有効態りん酸の測定に用いられている方法は土壤の種類や対象作物によって、その適合性が異なっていることが指摘されている¹⁾³⁾。そこで、赤黄色土桑園を調査研究対象とする場合には、まず適切な有効態りん酸の測定法を選定しておくことが必要であると考え、現在、畑土壤の有効態りん酸測定法として広く一般に用いられている方法のなかから、赤黄色土型桑園土壤に適合すると予想される8種の方法をとりあげポット試験の規模で検討し、0.2N-塩酸法及びBRAY II法が優れていることを知ったので報告する。

材料及び方法

実験 1 こゝでは京都府綾部市田坂の雑木林丘陵地より採取した赤黄色土(B・C層)について第1表のごとく処理して桑を栽培した跡地土壤と、そこで栽培収穫した桑樹とを実験材料として用いた。なお、桑の栽培は次のごとく行った。すなわち、まずポット試験の標準施肥量として施されるりん酸量のみを施用した区(1・2区:P₂O₅ 2g/ポット)とこれに土壤改良のために施与されるりん酸量を追加施用した区(3・4区:P₂O₅ 20g/ポット)とを設け、1/2000アールポットに処理土壤 12kg あて充てんし、同時に基肥 N 2g, K₂O 2g)を施し、一ノ瀬代出苗を5月11日に1本あて植付け、1芽立とし、7月27日と8月24日にNを2gあて追肥して9月25日まで栽培した。

桑樹は栽培終了時に葉、枝条、株根の三つの部分に分けて収穫し、乾物重を計った後、乾燥粉末としてりん酸の分析に供した。すなわち、それぞれの試料は450°Cで灰化後、希塩酸に溶解し、バナドモリブデン黄法⁹⁾によつてりん酸を定量し、葉、枝条、株根中の

* 本報告の一部は1973年11月の日本蚕糸学会関西支部研究発表会で発表した。

第1表 実験1の土壌処理条件

試料 (区)	土壌改良処理			施肥量(g/ポット)			P ₂ O ₅ の合 計施与量 (g/ポット)	りん酸質資 材の成分施 与割合
	pH	稲わら施 与量	P ₂ O ₅ 施 与量	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
1	6.5	—	—	6	2	2	2	過石のみ
2	〃	土壌の1 %相当量	—	〃	〃	〃	〃	〃
3	〃	—	P吸の10 %相当量	〃	〃	〃	20	過石1 : よう りん2
4	〃	土壌の1 %相当量	〃	〃	〃	〃	〃	〃

注：pH はようりん中のアルカリ分を勘案して炭カルで矯正した。

りん酸量を求め、その含量をもって個体当りのりん酸吸収量とした。

跡地土壌は栽培終了後直ちに全量を風乾し、充分混合して均一化したのち、2mmの円孔フルイを通して細土とし、有効態りん酸の測定に供した。

この実験では有効態りん酸測定法として、TRUOG 法⁴⁾、乳酸石灰法²⁾、1%クエン酸法(DYER 氏法⁴⁾)、2.5%酢酸法²⁾、BRAY I 法²⁾、同II法²⁾及び0.2N-塩酸法⁴⁾の7種の方法を検討した。抽出操作及び条件はそれぞれの方法の原報に規定されている通りに行い、りん酸の定量は TRUOG 法、乳酸石灰法及び1%クエン酸法の場合には硫酸—モリブデン酸法²⁾、その他の場合には塩酸—モリブデン酸法²⁾によった。

なお、供用した赤黄色土は斑れい岩に由来すると推定されるものであり、強酸性で可溶性 Al がすこぶる多く、腐植、窒素、塩基、りん酸が極端に乏しい重塩質土である。

実験 2 この実験では実験1において適合性が推察された2.5%酢酸法、BRAY II 法及び0.2N-塩酸法の3法の再検討とライグラスについて適合性が認められた⁶⁾重炭酸ナトリウム法について検討した。

実験1ではりん酸施与当年の土壌について検討したが、その場合、土壌中でのりん酸の存在形態がなお不安定な状態にあるのではないかと思われたので、本実験ではりん酸施与後、まる1年を経た土壌について検討した。すなわち、実験1で用いたと同じ赤黄色土について昭和48年4月に第2表のごとくそれぞれの処理を加え、同時にりん酸吸収係数の1、5及び10%に相当するりん酸量を施し、ポットに詰めて桑を栽培した後、秋に一旦それを収穫し、翌49年春再びその跡地土壌を1/2000アールポットに12kg あて充てんして、同時に基肥(N2g、K₂O3g)を施し、それに4月17日再び一瀬代出苗を植付け、1芽立として、7月3日と8月5日にN1gあて追肥し、9月3日まで栽培を続け収穫した。

桑のりん酸吸収量は昭和49年収穫の桑樹について実験1の場合と同様にして求めた。有効態りん酸の測定は同年桑苗植付け直前の土壌について行った。なお、参考のため跡地土壌について無機態りん酸の形態分別定量²⁾を行った。

第2表 実験2の土壌処理条件

試料	昭和48年度処理			試料	昭和48年度処理		
	pH	P ₂ O ₅ 施与量	りん酸質資材		pH	P ₂ O ₅ 施与量	りん酸質資材
1	4.0	P吸の1%相当量	ようりん	7	6.5	P吸の1%相当量	ようりん
2	〃	〃 5 〃	〃	8	〃	〃 5 〃	〃
3	〃	〃 10 〃	〃	9	〃	〃 10 〃	〃
4	〃	〃 1 〃	過石	10	〃	〃 1 〃	過石
5	〃	〃 5 〃	〃	11	〃	〃 5 〃	〃
6	〃	〃 10 〃	〃	12	〃	〃 5 〃	ようりん

試料	昭和47年度処理	昭和48年度処理		
		pH	P ₂ O ₅ 施与量	りん酸質資材
13	無処理	6.5	P吸の10%相当量	ようりん
14	稲わら施与	〃	〃	〃
15	りん酸施与	〃	—	—
16	稲わらとりん酸施与	〃	—	—

注：1. pH はようりん中のアルカリ分を勘案して炭カルで調整した。但し試料12は珪カルで調整した。
2. 試料13~16は昭和47年度からの継続試験で、47年度の処理は稲わらについては土壌の1%、P₂O₅ についてはP吸の10%相当量を成分比3:1の割合で、ようりと過石で施用した。

第3表 各方法で測定した土壌中の P₂O₅ 含量と桑の P₂O₅ 吸収量 (実験1)

試料(区)	土壌中の P ₂ O ₅ 含量 (mg/100 g)							桑の P ₂ O ₅ 吸収量 (mg/ポット)
	TRUOG 法	乳酸石灰法	BRAY I 法	1%クエン酸法	2.5%酢酸法	BRAY II 法	0.2N-HCl 法	
1	tr	1r	tr	tr	tr	0.6	1.3	384
2	tr	tr	tr	tr	tr	0.5	1.3	348
3	0.2	1.2	1.2	3.1	12.9	13.1	18.9	1579
4	0.4	2.4	3.8	7.3	24.8	29.3	37.8	1758

結 果

実験1 それぞれの方法で測定した土壌中のりん酸量と桑のりん酸吸収量とを第3表に示した。

TRUOG 法, 乳酸石灰法, BRAY I 法及び1%クエン酸法の4方法によって測定された

第4表 各方法で測定した土壤中の P_2O_5 含量と桑の P_2O_5 吸収量 (実験2)

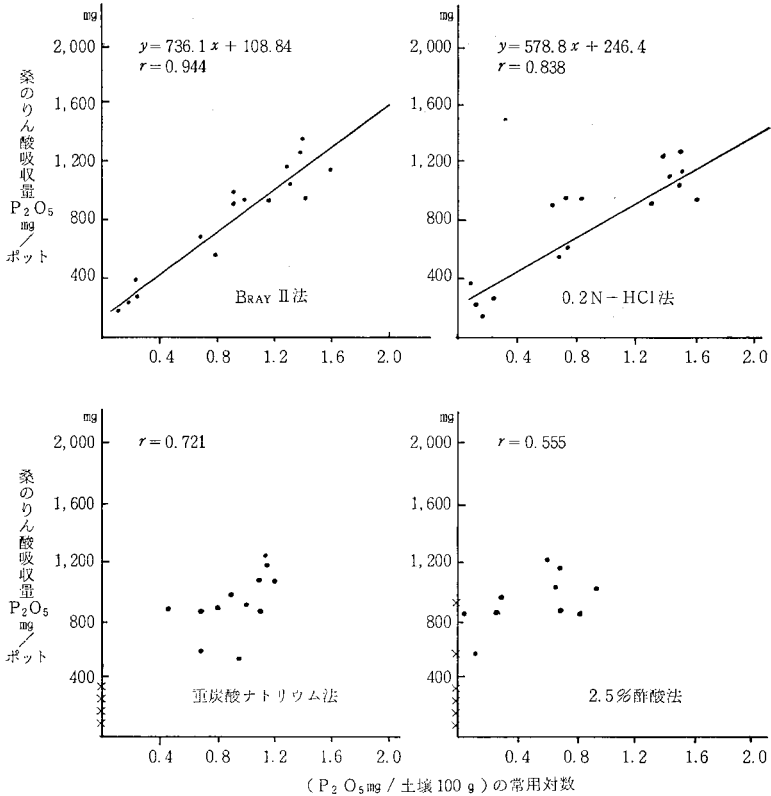
試料	土壤中の P_2O_5 含量 (mg/100 g)				桑の P_2O_5 吸収量 (mg/ポット)
	2.5%酢酸法	重炭酸ナトリウム法	BRAY II法	0.2N-HCl法	
1	tr	tr	1.8	1.2	324
2	0.9	3.1	8.1	6.0	958
3	2.0	8.3	20.3	29.3	1070
4	tr	tr	1.4	1.4	175
5	1.2	6.2	10.1	6.6	953
6	9.4	16.1	39.9	38.4	1130
7	tr	tr	1.6	1.4	220
8	1.5	6.0	4.9	5.3	612
9	5.6	11.0	15.5	20.9	945
10	tr	0.5	1.3	1.5	130
11	0.9	8.3	6.5	5.3	543
12	1.8	5.2	8.1	6.5	981
13	4.5	13.0	25.5	32.4	1310
14	7.7	15.1	29.7	38.9	942
15	5.2	15.6	24.2	32.5	1186
16	5.5	15.6	23.8	29.3	1288

りん酸は、りん酸多量区(3・4区)の土壤についても極めて微量で、桑のりん酸吸収量を大きく下回るものと思われた(特に TRUOG 法)。2.5%酢酸法、BRAY II法及び0.2N-塩酸法の場合には測定されたりん酸はかなり多く、桑のりん酸吸収量とも対応するよう思われた。しかし、2.5%酢酸法ではりん酸少量区(1・2区)の土壤については認知されるほどの測定量が得られなかった。

実験2 りん酸施与後1か年経過した土壤について得られた結果は第4表の通りであった。

桑のりん酸吸収と土壤りん酸との量的な対応は土壤中のりん酸量が多くなるほど上昇する傾向がみられたので、検討を容易にするため、それぞれの方法で測定された土壤中のりん酸量の常用対数を求め、これと桑のりん酸吸収量との相関を求めた。その結果は第1図の通りであった。

すなわち、BRAY II法及び0.2N-塩酸法の場合はそれぞれ $r=0.944$ 及び $r=0.838$ で、これら2方法で測定されたりん酸量は桑のりん酸吸収量との間に相関の高いことが認められた。重炭酸ナトリウム法の場合にも比較的高い相関が認められたが、土壤中のりん酸が少ない段階では2.5%酢酸法と同じく、りん酸は測定され得なかった。2.5%酢酸法の相



第1図 土壌中のりん酸含量と桑のりん酸吸収量との関係
注：×印は定量できなかった

関は他の3方法に比べ、かなり低いようであった。

察 考

土壌の有効態りん酸測定法の第1条件は、その測定法で測定されたりん酸量と植物による土壌りん酸の吸収量とが高い相関々係にあることで、必ずしも絶対量において両者が一致する必要はない。この点、最も高い相関を示した測定法は BRAY II 法及び 0.2N-塩酸法であった。このことは試験したそれぞれの測定法によって抽出測定される土壌りん酸の形態的な違いを示唆しているように思われる。

すなわち、関谷⁷⁾は 2.5% 酢酸法によって抽出測定されるりん酸は、りん酸三石灰をふくめた Ca 型-P のみであって、Al 型-P や Fe 型-P は含まれないことを明らかにして

第5表 跡地土壤中のりん酸の形態別存在割合（実験2）

試料	存在割合 (%)					全 P ₂ O ₅ 含量 (mg/100g)
	Ca 型-P	Al 型-P	Fe 型-P	難溶性-P	全-P	
1	tr	3.0	22.3	74.7	100.0	46.3
2	0.6	15.2	33.6	50.6	100.0	109.9
3	1.2	27.7	31.0	40.1	100.0	199.3
4	tr	2.7	20.3	77.0	100.0	51.3
5	1.6	13.3	35.9	49.2	100.0	114.1
6	2.3	26.7	32.2	38.8	100.0	206.1
7	tr	4.1	16.5	79.4	100.0	56.3
8	tr	20.5	30.1	49.4	100.0	117.3
9	1.6	32.0	30.5	35.9	100.0	197.0
10	tr	6.3	18.6	75.1	100.0	58.6
11	tr	23.1	31.5	45.4	100.0	123.7
12	0.4	27.9	32.4	39.3	100.0	113.1
13	2.2	45.6	12.5	39.6	100.0	237.3
14	3.2	45.0	11.7	40.1	100.0	242.8
15	2.3	41.0	11.5	45.2	100.0	259.3
16	2.2	41.6	11.8	44.4	100.0	229.9

注：昭和49年10月採取

いる。この2.5%酢酸法との比較から推察すると、BRAY II法及び0.2N-塩酸法ではCa型-Pの外にAl型-P及びFe型-Pをも抽出測定されたものと考えられ、TRUOG法、乳酸石灰法、1%クエン酸法及びBRAY I法ではCa型-Pのうちでも、より易溶性の一石灰あるいは二石灰の形態のりん酸のみが抽出測定されたものと考えられる。一方、潮田ら¹⁰⁾など⁸⁾は、桑はCa型-Pの外に結晶度の低いAl型-P及びFe型-Pをも吸収利用し得ることを示唆している。また、実験2の土壤について無機態りん酸の形態別定量を行ったところ、第5表に示したごとく、Al型-P及びFe型-Pが難溶性りん酸に次いで多く、Ca型-Pはほとんど存在していないことが認められ、本実験の場合、桑はりん酸源としてAl型-P及び、Fe型-Pをもかなり吸収利用したことが推察される。本実験において、桑のりん酸吸収量との相関がBRAY II法及び0.2N-塩酸法の場合に高く、TRUOG法、乳酸石灰法、1%クエン酸法及びBRAY I法の場合に低かったのはこれらの点に原因するものと考えられる。

一方、2.5%酢酸法の場合には比較的溶解度の低いりん酸三石灰を含めた大部分のCa型-Pを抽出測定し得るので⁷⁾、桑のりん酸吸収量との相関もやや高かったものと考えられ、

第6表 赤黄色土型桑園土壌中のりん酸の存在形態の一事例 (P_2O_5 mg/100g)

試料	Ca 型-P	Al 型-P	Fe 型-P	難溶性-P	全-P
三重-1	—	6.3	15.6	61.5	83.4
島根-3	—	15.9	19.0	48.5	83.4
島根-4	—	19.0	31.2	21.3	71.5
岐阜-1	11.5	38.1	37.4	127.0	214.0
徳島-1	—	9.5	14.0	12.2	35.7
兵庫-2	—	12.8	34.3	60.2	107.3
兵庫-4	6.9	25.4	21.8	65.2	119.3
愛知-6	—	15.9	21.8	45.7	83.4

重炭酸ナトリウム法の場合には Ca 型-P の外に土壌表面吸着態りん酸の約 1/2 を抽出測定することになるといわれている²⁾ことから、2.5%酢酸法の場合よりも高い相関が得られたものと考えられる。しかし、この2方法の場合にもその相関はそれほど高くはない。このことは上述したごとく、本実験に用いた土壌中には Ca 型-P の存在がほとんど認められず、そのため、桑が Ca 型-P 以外にその給源を求めたことに起因すると推察される。

結局、桑がその土壌においてりん酸給源として吸収利用する割合が量的に多い形態のりん酸に対する抽出性の高い測定法の場合ほど、桑のりん酸吸収量との相関が高いといえるであろう。赤黄色土型桑園土壌においては第6表に示したごとく、本実験で用いた土壌の場合と同様に Al 型-P と Fe 型-P の存在割合が大きい。このため、桑もまたこれらの形態のりん酸を吸収利用する割合が多くなるものと考えられ、赤黄色土型桑園土壌の場合には本実験で得られたごとく、Al 型-P 及び Fe 型-P に対する抽出性の高い測定法が桑のりん酸吸収量との間に高い相関を示すことになるであろう。従って、赤黄色土型桑園土壌の有効態りん酸測定法としては、Al 型-P 及び Fe 型-P に対する抽出性が比較的高いと考えられる BRAY II 法及び 0.2 N-塩酸法が、現在一般的に用いられている方法のうちでは優れているものと考えられる。

摘 要

赤黄色土型桑園土壌に適合する有効態りん酸測定法を選定するため、ポット試験の規模で既往の8種の方法について検討した。その結果

1. TRUOG 法、乳酸石灰法、1%クエン酸法 (DYER 氏法) 及び BRAY I 法によって測定されたりん酸量はきわめて微量で、桑のりん酸吸収量と対応しなかった。

2. 2.5%酢酸法及び重炭酸ナトリウム法による場合は施与りん酸量の多い場合にのみりん酸を測定し得たが、桑のりん酸吸収量との相関は高くなかった。

3. BRAY II 法及び 0.2 N-塩酸法で測定されたりん酸量は最も多く、桑のりん酸吸収量との相関も最も高かった。

4. それぞれの方法で測定された有効態りん酸量と桑のりん酸吸収量との相関は各方法の Al 型-P 及び Fe 型-P に対する抽出性に支配されるものと推察された。

以上の結果から、現在、有効態りん酸測定法として一般に用いられている方法のうちで、赤黄色土型桑園土壌に適合する方法は BRAY II 法及び 0.2 N-塩酸法であろうと考える。

謝辞 本報告のとりまとめにあたり有益なご助言をいただいた蚕糸試験場、前関西支場長（現同場、化学部長）東野正三氏に深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) BINGHAN, F.J., 1962. Chemical soil tests for available phosphorus, *Soil Sci.*, **94**: 87-95.
- 2) 土壤養分測定法委員会, 1970. 土壤養分分析法, P225. (養賢堂).
- 3) FITTS, J.W. and W.C. NELSON, 1956. Soil test, *Advances in Agronomy*. VIII, 260-262.
- 4) 船引真吾・青峰重範, 1953. 土壤実験法, P117 (養賢堂).
- 5) 伊東正夫・森 信行, 1966. 本邦桑園の土壤類型と施肥改善に関する研究, 蚕試験報, **21(1)**: 1-371.
- 6) 串崎光雄, 1959. 北海道農試農芸化学部昭和34年度成績書, P67.
- 7) 農技研土壤化学第2研究室, 1959. 土壤磷酸の形態分類に関する研究, 畑土壌の生産力に関する研究 (農林水産技術会議研究協会分担研究報告: 農技研土壤第1科編): 39-58.
- 8) 蚕糸試験場肥料研究室, 1965. 桑に対するリン酸塩の肥効に関する研究——難溶性リン酸塩の肥効——, 昭和39年度土壤肥料関係試験研究中央会議資料 (成績及び計画), (農林水産技術会議事務局編): 401.
- 9) 植物栄養学実験編集委員会, 1959. 植物学栄養実験書, P24. (朝倉書店).
- 10) 潮田常三・黒瀬 邁, 1958. 放射性磷による磷酸肥料の肥効に関する研究 (VI) (要旨), 日蚕雑 **27**: 154, アイソトープ利用年報 (33年度): 290-301.