茶園土壤の形態別磷酸含量と 磷酸吸収能について*

農林省東海近畿農業試験場茶業部 河合 惣吾・高柳 博次

On the Phosphorus Contents of Various Forms and the Phosphorus Absorptive Power in the Tea Soils

By Sôgo KAWAI and Hiroji TAKAYANAGI

1. ま え が き

磷酸はわが国の畑作物の生育に対しては重要な成分で、これが肥効をいかに増大させるかは畑土壤の生産力に関する重要な課題である。

一般に施肥磷酸は土壤中において大部分不可給態となり、作物による吸収率はきわめて低いものとされている。したがって、いかにして施肥磷酸の不可給態化を防止するかが、すなわちその肥効を高める方法ともなるわけである。

従来、茶樹の生育に対する磷酸の肥効は、一般茶園ではかならずしも顕著とはいえないが、しかし最近の試験の結果によれば、施肥磷酸の形態あるいは土壤の性質によつては、かなりの影響を及ぼすことが明らかになってきた。

そこで、まず、茶園土壤中の磷酸がいかなる形態で存在するか、また、土壤の性質の相違によつて 磷酸吸収能がいかに異なるかを知ることが、今後、茶樹に対する施肥磷酸の肥効を検討する場合に必要なことと考え、二、三の実験を行つたので報告する。

2. 母材を異にする茶園土壤の 形態別磷酸含量

一般に茶園土壤の性質を検討するに当つては、いわゆる作土のみならず下層土についてもあわせて考察する必要があると思われるので、供試土壤としてはいずれも層位別に採取したものをを用いた。

供試土壤の由来と断面形態の特徴は第1表のとおりであり、pH・腐植含量および 磷酸吸収係数を示すと第2表のとおりである。

第1表 供試土壤の由来と断面形態の特徴

土 壤 番 号	地 質	層 名	層 厚 cm	断 面 形 態 の 特 徴	摘 要
1-1	火山灰	1	0~33	黒褐色の腐植に富む粗粒状の埴壤土	富士山麓にて採取、茶樹の生育やや不良
" 2	"	2	33~65	黒褐色の腐植に富むやや緊密な埴壤土	
" 3	"	3	65~	暗褐色の腐植を含む粘質な埴壤土	
3-1	"	1	0~12	黒褐色の腐植に富む粗粒状の埴壤土	富士山麓にて採取、茶樹の生育良好
" 2	"	2	12~42	黒褐色の腐植に富むやや緊密な埴壤土	
" 3	"	3	42~56	黒色の腐植に富む粘潤な埴壤土	
" 4	"	4	56~	同 上	
22-1	第三紀層	1	0~17	黄褐色の腐植を含む粒状の埴壤土	周智郡森町一之宮にて採取、茶樹の生育やや不良
" 2	"	2	17~47	淡黄褐色の粘潤な埴壤土	
" 3	"	3	47~	明黄褐色の緻密で堅硬な埴壤土	
2-1	"	1	0~15	黄褐色の粗鬆な砂壤土	周智郡森町一之宮にて採取、茶樹の生育普通
" 2	"	2	15~40	同 上	
" 3	"	3	40~	淡黄褐色の粗鬆な砂壤土	
57-1	"	1	0~13	暗黄褐色の腐植を含む粒状の埴壤土	周智郡森町一之宮にて採取、茶樹の生育比較的良好
" 2	"	2	13~32	黄褐色のやや緻密な埴壤土	
" 3	"	3	32~	淡黄褐色の頁岩の小礫を含む埴壤土	
牧之原-1-1	洪積層	1	0~22	暗褐色の腐植を含む粒状の埴壤土	静岡県立茶業試験場圃場の三要素区の土壤
" 2	"	2	22~49	黄褐色のやや緻密な埴壤土	
" 3	"	3	49~73	同 上	

* 茶業技術研究 No. 17, 36~41 (1957) より転載

土 壤 番 号	地 質	層 名	層 厚	断 面 形 態 の 特 徴	摘 要
牧之原-2-1	洪 積 層	1	0~20 ^{cm}	暗褐色の腐植を含む粒状の埴壤土	同じく無磷酸区の土壤
〃 2	〃	2	20~42	黄褐色のやや緻密な埴壤土	
〃 3	〃	3	42~70	同 上	
五和-1	〃	1	0~28	灰褐色の腐植を含む果粒状の埴壤土	五和村長者原にて採取
〃 2	〃	2	28~52	黄褐色のやや粘稠な埴壤土	
〃 3	〃	3	52~82	淡黄褐色の緻密で粘稠な埴土	
坂部-1	〃	1	0~15	黄褐色の埴壤土	坂部村吉峠にて採取
〃 2	〃	2	15~30	淡黄褐色の緻密で粘稠な埴土	
黒ボク-1	〃	1	0~20	黒褐色の腐植に富む粗鬆な埴壤土	茶業部内園場三要素区の土壤
〃 2	〃	2	20~40	黒褐色の腐植に富むやや緻密な埴壤土	
〃 3	〃	3	40~	黒褐色の腐植に富む粗鬆な埴壤土	

第 2 表 供試土壤の pH・腐植含量および磷酸吸収係数

土 壤 番 号	地 質	層 名	層 厚	pH (H ₂ O)	腐 植	磷酸吸収係数
			cm		%	
1-1	火 山 灰	1	0~33	4.3	19.07	2790
〃 2	〃	2	33~65	5.3	13.67	3266
〃 3	〃	3	65~	5.7	2.88	2497
3-1	〃	1	0~12	6.1	8.78	2174
〃 2	〃	2	12~42	6.4	6.89	2235
〃 3	〃	3	42~56	6.8	17.32	2632
〃 4	〃	4	56~	6.0	18.71	2983
22-1	第三紀層	1	0~17	4.9	6.60	1069
〃 2		2	17~47	4.9	1.16	808
〃 3		3	47~	5.1	1.00	742
2-1	〃	1	0~15	5.0	2.03	360
〃 2	〃	2	15~40	4.7	0.76	416
〃 3	〃	3	40~	4.8	0.84	361
57-1	〃	1	0~13	4.6	6.14	778
〃 2	〃	2	13~32	4.9	3.88	958
〃 3	〃	3	32~	5.5	2.77	907
牧之原-1-1	洪 積 層	1	0~22	4.9	6.65	1700
〃 2	〃	2	22~49	4.8	2.13	1700
〃 3	〃	3	49~73	4.9	1.97	1900
牧之原-2-1	〃	1	0~20	4.7	5.68	1400
〃 2	〃	2	20~42	4.7	2.68	1440
〃 3	〃	3	42~70	4.9	1.81	1700
五和-1	〃	1	0~28	4.6	5.31	1060
〃 2	〃	2	28~52	4.7	3.24	1450
〃 3	〃	3	52~82	4.8	3.05	1150
坂部-1	〃	1	0~15	4.2	4.62	1250
〃 2	〃	2	15~30	4.2	1.72	950
黒ボク-1	〃	1	0~20	4.3	16.89	1440
〃 2	〃	2	20~40	4.1	16.03	1900
〃 3	〃	3	40~	4.3	16.99	1950

第 1 表および第 2 表に示されたごとく、火山灰に由来する茶園土壤は黒色あるいは黒褐色の腐植に富み、しかも磷酸吸収係数（2000~3000）のきわめて大なる土壤

で、第三紀層に由来する茶園土壤は黄褐色の腐植の少い、しかも磷酸吸収係数（300~1000）の小なる土壤である。また、洪積層に由来する茶園土壤は褐色あるいは黄

褐色の腐植を含み、しかも磷酸吸収係数(1000~2000)はほぼ火山灰と第三紀層に由来する茶園土壌の中間に位する土壌である。すなわち、これらの由来と性質を異にする3種類の土壌は、おそらく施肥磷酸に対する response も異なるであろうと想像されるものである。

次にこれらの土壌について形態別磷酸含量を開けたのであるが、有機態および無機態磷酸含量については林・滝島¹⁾のカセイソーダ抽出法により、有効態磷酸については通常用いられる 0.002 N 硫酸、0.2 N 塩酸および 1% クエン酸を抽出剤として常法により定量した。なお磷酸の定量はすべて比色法²⁾によつた。これらの結果は第3表および第4表に示すとおりである。

第3表 有機態および無機態磷酸の含量
(P_2O_5 mg%)

土 壤 番 号	全磷酸	有機態 磷酸	無機態 磷酸	全磷酸に対 する比率	
				有機態	無機態
				%	%
1-1	305	160	145	52	48
// 2	185	149	36	81	19
// 3	125	59	66	47	53
3-1	405	180	225	44	56
// 2	340	187	153	55	45
// 3	240	144	96	60	40
// 4	250	189	61	76	24
22-1	77	56	21	73	27
// 2	28	tr.	28	0	100
// 3	31	tr.	31	0	100
2-1	142	45	97	32	68
// 2	48	tr.	48	0	100
// 3	28	tr.	28	0	100
57-1	300	152	148	51	49
// 2	110	48	62	44	56
// 3	58	21	37	36	64
牧之原-1-1	587	167	420	28	72
// 2	48	3	45	6	94
// 3	48	tr.	48	0	100
牧之原-2-1	137	69	68	50	50
// 2	30	6	24	20	80
// 3	32	tr.	32	0	100
五和-1	132	20	112	15	85
// 2	62	7	55	11	89
// 3	67	tr.	67	0	100
坂部-1	112	27	85	24	76
// 2	31	tr.	31	0	100
黒ボク-1	670	155	515	23	77
// 2	220	157	63	71	29
// 3	195	167	28	86	14

腐植質の火山灰に由来する茶園土壌においては、有機態磷酸が多く全磷の半分あるいはそれ以上を占めている。また、層位別にみても同じ黒褐色の土層ではいずれ

第4表 有効態磷酸の含量 (P_2O_5 mg%)

土 壤 番 号	0.002N 硫酸可 溶 磷酸	0.2N 塩酸可 溶 磷酸	1%クエン 酸可溶磷酸
1-1	0.2	9.3	43.0
// 2	0.2	2.3	24.3
// 3	0.2	2.5	15.8
3-1	0.3	7.8	37.5
// 2	0.2	3.2	25.0
// 3	0.3	2.9	17.8
// 4	0.2	3.2	19.5
22-1	1.2	19.0	19.8
// 2	0.9	10.0	11.3
// 3	0.3	4.5	5.3
2-1	1.3	65.0	68.8
// 2	1.1	30.5	32.0
// 3	0.5	17.7	15.8
57-1	1.9	96.5	107.5
// 2	0.6	30.5	30.5
// 3	0.7	14.9	16.5
牧之原-1-1	1.8	68.5	156.0
// 2	1.0	8.3	17.0
// 3	1.0	9.0	18.5
牧之原-2-1	1.2	13.8	31.0
// 2	0.9	4.2	11.3
// 3	0.8	4.5	11.0
五和-1	2.5	21.6	52.5
// 2	2.3	6.0	22.5
// 3	2.3	4.5	16.0
坂部-1	14.0	23.8	48.5
// 2	2.4	8.8	19.5
黒ボク-1	1.6	25.1	112.5
// 2	1.0	14.6	42.0
// 3	0.7	4.5	16.0

の層にもほとんど同程度含まれている。無機態磷酸は第1層には多いが、第2層から急激に減少している。したがって全磷に対する有機態磷酸の含有比率は、一般に表層が小さく下層が大きくなっているが、無機態磷酸では表層が大きく下層が小さくなっている。これらの関係は洪積台地にみられる黒ボクにおいても同様である。第三紀層および洪積層に由来する茶園土壌では、腐植含量の比較的多い第1層には有機態磷酸がわずかにあるが、第2層以下ではきわめて少く、ほとんど無機態のみである。したがって全磷に対する有機態磷酸の含有比率は、表層が大きく下層ほど小さい。無機態磷酸ではこの関係が逆である。供試したすべての茶園土壌を通じ、土壌中の有機態磷酸の含量は一般に腐植含量の多少に影響される傾向がみられる。土壌中の有機態磷酸は動植物の遺体に由来し、そのうち核酸、グリセロ磷酸塩などは容易に無機態化するが、無機化の最も困難なフィチンがいつまでも残留するものといわれている。DYER および

3) WRENSHALL によれば表層土壤⁴⁾の有機態磷酸は全磷の30~85%を占めるといわれ、佐伯は兵庫県下の各種土壤の表層(10~20cm)における有機態磷酸の含量を調べ、有機態磷酸は全磷の平均35%を占めるといつている。また、腐植質火山灰土壤⁵⁾に有機態磷酸がきわめて多いことは江川も認めており、土壤有機磷の無機化と作物による利用⁶⁻¹⁰⁾については、林・滝島がかねてより研究し、土壤中のフィチンの無機化の困難なことを報告している。とにかく、腐植質火山灰土壤における有機態磷酸の無機化利用は、今後研究すべき重要な課題であるといわれている。

茶園土壤においても腐植質火山灰に由来する茶園土壤はもちろん、洪積層においても黒ボクあるいはこれらが混った茶園土壤の分布はかなり広い面積を占めるので、これら茶園土壤中の有機態磷酸の無機化利用は、茶園の磷酸問題として追求すべき課題の一つではなからうか。

次に第4表に示した0.002N硫酸、0.2N塩酸および1%クエン酸に可溶の有効態磷酸をみると、火山灰に由来する茶園土壤では、0.002N硫酸および0.2N塩酸に可溶の磷酸はきわめて少く、1%クエン酸に可溶の磷酸はやや増加しているが、これを無機態磷酸の全量に比するといずれもその量少く、大半は不可給態として固定さ

れているものと推察される。第三紀層に由来する茶園土壤では0.002N硫酸に可溶の磷酸は少いが、0.2N塩酸および1%クエン酸に可溶の磷酸は多く、しかもほぼ同程度の含量を示している。したがってこれを無機態磷酸含量に照してみるとその可溶の割合は大きく、比較的溶け易い形態で存在しているものといえよう。また、洪積層に由来する茶園土壤では、やはり0.002N硫酸に可溶の磷酸は他の土壤の場合と同様に少いが、0.2N塩酸および1%クエン酸に可溶の磷酸は第三紀層のものより少いが、火山灰に比すればかなり多いものである。したがって無機態磷酸全量に対する可溶の割合も、ほぼ火山灰と第三紀の両茶園土壤の中間に位している。

3. 茶園土壤の磷酸吸収能

これまでに記した茶園土壤の性質から、これらの土壤の磷酸吸収能がかなり異なることが想像されるが、さらにこれを確かめるため、腐植質火山灰・第三紀層および洪積層に由来する茶園土壤に放射性磷 P^{32} を用いてその磷酸吸収能を比較検討した。

供試した茶園土壤の化学性は第5表に示すとおりである。

第 5 表 供試茶園土壤の化学性

茶園土壤の種類	pH (H ₂ O)	置換酸度 (Y ₁)	置換容量	0.002N硫酸 可溶磷酸	1%クエン酸 可溶磷酸	磷酸吸収係数
腐植質火山灰土壤	5.4	2.6	59.1 mc	0.5 mg%	20.4 mg%	2300
洪積層褐色土壤	4.1	23.9	31.5	1.1	30.6	1800
第三紀層黄褐色土壤	4.0	10.0	17.5	1.0	28.4	920

これらの供試土壤各50gに磷酸溶液(P_2O_5 として300mg, P^{32} として約200 μ cを含む KH_2PO_4)100ccを添加し、24時間放置後濾過し、メタノール洗浄して過剰の磷酸を除去し風乾した。この磷酸吸収土壤を一定の放置日数後に、0.002N硫酸、0.2N塩酸および1%クエン酸で浸出し、浸出液の放射能強度を測定し、これを20%塩酸に浸出される放射能強度との比較によつて浸出割合を算出した。その結果は第6表に示すとおりである。

第6表によれば添加された磷酸の浸出割合は、土壤と浸出剤の種類によつて異なることが認められる。すなわち、火山灰に由来する茶園土壤では、いずれの浸出剤によつてもその浸出割合が低く、次が洪積層に由来する茶園土壤で、第三紀層に由来する茶園土壤は最も浸出割合が高い。浸出剤の種類では、いずれの土壤においても、0.002N硫酸に可溶の磷酸が最も少く、次が0.2N塩酸に可溶の磷酸で、1%クエン酸に可溶の磷酸が最も多い。これらの関係は前述の有効態磷酸含量を調べた際に推察されたことと一致するものである。

第 6 表 茶園土壤の磷酸吸収能

浸出液の種類	磷酸吸収 後 の 放置日数	火山灰 土 壤	洪 積 層 土 壤	第三紀層 土 壤
0.002 N 硫酸	1	4.2%	5.2%	13.1%
	3	4.2	5.1	14.7
	7	3.8	4.7	13.0
	14	3.9	4.2	12.7
	28	5.0	4.9	10.7
0.2 N 塩酸	1	5.4	29.9	59.2
	3	5.4	30.3	59.1
	7	4.8	26.7	61.8
	14	4.9	28.8	61.2
	28	5.1	29.3	57.0
1%クエン酸	1	29.5	42.9	62.8
	3	29.1	43.7	66.1
	7	29.7	37.1	64.8
	14	21.3	38.0	65.1
	28	23.3	42.3	65.1

すなわち、火山灰に由来する茶園土壤が最も磷酸に対する吸収能が大きく、次が洪積層に由来する茶園土壤で、第三紀層に由来する茶園土壤が最も磷酸に対する吸収能が小さいと言うことができる。かかる磷酸の吸収能が土壤のいかなる性質によつて異なるのか、さらに検討を要するが、とにかく茶園土壤の種類によつて施肥磷酸の肥効がかなり異なるのではないかと考えられる。

4. 茶樹による磷酸の吸収

土壤の性質の相違によつて、茶樹による磷酸の吸収状態も異なるであろうという想定のもとに、次のごとき予備的な実験を行った。

すなわち、前述の3種類の茶園土壤を小さなガラスポットにつめ、これに幼茶樹を植え、土壤水分をほぼ同一にして放置し、幼芽の始めた時を見はからつて、土壤に P_2O_5 として 20, 10, 5 mg (放射能強度としてそれぞれ 40, 20, 10 μ c) を含む KH_2PO_4 溶液を注入して、1週間後にこれを抜き取り、葉と茎・根の二つに区分してその放射能強度を測定した。その結果は第7表に示すとおりである。

第7表 土壤の相違による茶樹の磷酸吸収

土 壤 の 種 類	磷酸の 添加量	葉の放射 能 強 度	茎と根の 放射能強度
腐植質火山灰土壤	mg 5	cpm 105	cpm 212
〃	10	105	241
〃	20	128	996
洪積層褐色土壤	5	110	531
〃	10	116	1202
〃	20	130	1622
第三紀層黄褐色土壤	5	102	311
〃	10	120	1598
〃	20	150	3427

すなわち、茶樹による磷酸の吸収も土壤の性質によつて異なり、施用磷酸の吸収は、火山灰・洪積層および第三紀層と漸次大きくなる傾向が認められる。この実験は予備的で、しかも cpm から推察したものではあるが、前述の土壤の性質を茶樹に反映しているものと思われる。

5. 摘 要

腐植質火山灰・洪積層および第三紀層に由来する茶園土壤の磷酸含量を形態別に調べてみた。さらにこれら土壤の磷酸吸収能を P^{32} を用いて比較検討した。また、予備的ながら土壤の種類による茶樹の磷酸吸収の相違を、やはり P^{32} を用いて調べてみた。これらの結果を要約すると次のごとくである。

1. 茶園土壤における有機態および無機態磷酸の含量をみると、土壤の種類によつて異なり、腐植質火山灰に由来する茶園土壤ではいずれの土層にも有機態磷酸が多く、無機態磷酸は主に表層に集積している。洪積層および第三紀層に由来する茶園土壤では表層には有機態磷酸がかなりあつても、下層にはほとんどなく、無機態磷酸のみである。しかし、表層に無機態磷酸の多いことは火山灰の場合と同様である。

2. 有効態磷酸として 0.002 N 硫酸、0.2 N 塩酸および 1 % クエン酸に可溶の磷酸をみると、いずれの茶園土壤においても、0.002 N 硫酸に可溶の磷酸が最も少く、次が 0.2 N 塩酸可溶の磷酸で、1 % クエン酸に可溶の磷酸が最も多い。また、土壤別では、火山灰に由来する茶園土壤では 0.002 N 硫酸可溶の磷酸はもちろん、0.2 N 塩酸および 1 % クエン酸可溶の磷酸も他の洪積層・第三紀層の両茶園土壤に比して著しく少い。

3. 磷酸を吸収させた土壤を用い、0.002 N 硫酸、0.2 N 塩酸および 1 % クエン酸による磷酸の浸出割合をみると、いずれの土壤においても 0.002 N 硫酸による浸出割合が最も低く、0.2 N 塩酸・1 % クエン酸の順である。また、土壤別にみると火山灰に由来する茶園土壤が最も低く、次が洪積層で、第三紀層に由来する茶園土壤が最も高い。

4. 茶樹による施用磷酸の吸収も、土壤の種類によつて異なり、第三紀層・洪積層および火山灰に由来する茶園土壤の順に磷酸の吸収が低下する傾向が認められた。

6. 参 考 文 献

- 1) 林武, 滝島康夫: 土肥誌, **23**, 257 (1953).
- 2) TRUOG, E. and A. H. MEYER: *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.*, **1**, 136 (1929).
- 3) DYER, W. J. and C. L. WRENSHALL: *Soil Sci.*, **51**, 235 (1941).
- 4) 佐伯秀章, 東順三: 兵庫農大研究報告 **1**, 27 (1953).
- 5) 江川友治, 他: 農技研報告 **B 7**, 31 (1957).
- 6) 林武, 滝島康夫: 土肥誌, **24**, 17 (1953).
- 7) 林武, 滝島康夫: 土肥誌, **26**, 135 (1955).
- 8) 林武, 滝島康夫: 土肥誌, **26**, 215 (1955).
- 9) 林武, 滝島康夫: 土肥誌, **26**, 440 (1955).
- 10) 林武, 滝島康夫: 土肥誌, **27**, 15 (1955).

Summary

Phosphorus contents of various forms and phosphorus absorptive power of the tea garden soils, derived from the volcanic ash, diluvial and tertiary soils were examined.

Furthermore, some preliminary experiments on the phosphorus uptake by the tea plant were performed with radioactive P^{32} .

The results were summarized as follows:

1. Organic phosphorus was contained abundantly in the volcanic ash soil, but less in other two soils. Its content seemed to increase with the humus content in respective soils.

2. The content of available phosphorus ($0.002N$ H_2SO_4 , $0.2N$ HCl -, and 1% citric acid-soluble) in the volcanic ash soil was

apparently lower than those of the other soils.

3. The volcanic ash soil possessed the strongest absorptive power of phosphate ion and the tertiary soil had the lowest one.

4. The phosphorus uptake by tea plant was measured with radioactive P^{32} and it was raised in the following order due to the characteristics of respective soils in which the test plant grew; in the volcanic ash, diluvial and tertiary soils.

(Aug. 29, 1957)

土壌の置換性石灰・加里・苦土の飽和度と

茶樹生育との関係について (第1報)*

富士火山灰に由来する茶園土壌について

農林省東海近畿農業試験場茶業部

河合 惣吾・石垣 幸三・池ヶ谷賢次郎

Relation between the Degree of Calcium, Potassium and Magnesium Saturation of Soil and the Growth of the Tea Plant (Part 1)

On the Soil Derived from the Fuji Volcanic Ash Soil

By Sôgo KAWAI, Kôzô ISHIGAKI, and Kenjirô Ikegaya

1. は し が き

石灰・加里および苦土の塩基成分は、植物灰分中に含まれる必要元素のうち大なる部分を占め、しかもこれら3成分はそれぞれ固有の植物生理機能にたずさわりのいずれが欠けても植物の生育は著しく阻害されるものである。また、これら3成分の間には拮抗作用ならびに相助作用が存在することが指摘されている。

このような生理作用の機作の追求とあいまつて、近年これら塩基成分の吸収状況、あるいはこれに關与する土壌中の置換性塩基成分と作物の生育との関係、およびその無機成分に及ぼす影響などについて多くの研究がなされている。そして、J. P. MARTIN^{1, 9)}らは果樹の生育に好適した置換性塩基飽和度およびその比率などについて研

究している。

これら塩基の飽和度が植生に及ぼす畑土壌の化学性の主要因であるとするのは早計かも知れないが、pH問題と直接関連を持つ大きな要因であることは見逃すことができない。同一土壌でpHが同一であるならば置換性塩基飽和度は同一である。同一pH値でも置換性塩基成分の比率が植生に影響する。たとえば苦土が非常に少ない場合は植物生育は阻害される。なお、茶樹が生育するためには土壌中に相当大きな場所を要することから、一般作物の場合よりも下層部の状態を重要視しなければならない。

われわれはその第一段階として概観的ではあるが、富士火山灰に由来する富士宮市・富士市・吉原市・鷹岡町の茶園土壌のうち、比較的生育良好な茶園と不良な茶園

* 茶業技術研究 No. 17, 41~47 (1957) より転載