茶の立枯症状に関する研究(第4報)*

愛知県西尾市における茶園土壌の pH の動向および茶の細根の腐敗

農林省茶業試験場 高屋 茂雄・広川 敢

Studies on the Root Rot Disorder of Tea (Part 4)

The Alteration of pH and Fine Root Deterioration in Nishio Tea Soils

By Shigeo TAKAYA and Susumu HIROKAWA

1 ま え が き

著者らはここ数年来、茶の立枯症状に関連して、茶の細根が腐敗する原因について検討を続けてきた。その結果、微生物的な¹⁾面のほかに、生理的な面、とりわけ土壌の物理性、化学性も細根の腐敗と深い関連を持つことが明らかとなってきた。

愛知県西尾市には1960年ころから成木園を中心に、他に類例をみない集団的な立枯症状の発生茶園がみられることは既報のとおりであるが、茶園全面がほぼ同時に衰弱すること、特定の耕作者の茶園に発生が著しい傾向があることなどから、肥培管理の方法と茶の細根の腐敗ひいては立枯症状の発生との間に関連性があるのではないかと思われた。

たまたま、茶の細根腐敗の原因を探る一環として肥料の濃度障害に関する試験を実施する過程で、西尾市の土壌の pH を測定したところ、茶園によって4~7程度の大きな開きがあり、また、同一茶園内でも場所や時期によって、かなり変動していることなどが判明した。

同一地域ではほぼ同じ母材に基因する土壌⁴⁾と思われる茶園におけるこのような pH の違いは、おそらく長い期間の管理作業によってもたらされたものであり、また、茶がむしろ酸性を好み、富士火山灰地帯などを除く各地の多くの茶園土壌の pH が4台であること⁵⁾などから推察して、高い pH は細根の腐敗をひき起こす原因ともなっており、茶の生育にとってむしろマイナスの要因として働くのではないかと考えられた。

このようなことから、立枯症状の発生が著しい西尾市の茶園土壌を対象として、(1)土壌の採取の場所、深さおよび時期による pH の変動の程度、(2) pH の変動をもたらしている原因、(3) pH と茶細根の腐敗との関連性などを明らかにすることが必要であると考えてこの調査研究を行なった。

2 試 験 方 法

2.1 調 査 茶 園

愛知県西尾市の立枯症状の発生程度の異なる9ヵ所の茶園、それに隣接する未耕地および参考として静岡県金谷町の茶試験場の茶園(やぶきた、15年生)から採取して持ち帰った土壌について、その pH とそこに埋めこんで生ずる茶の細根の腐敗状況を調査した。

西尾市における調査地点は寺山地区の A (未耕地-雑木林)、B (高須園)、C (石川和十園)、D (笹尾園)、E (杉浦園)、F (小林園)の6ヵ所、小間地区の G (石川園)、H (山田園)の2ヵ所およびニッ堀地区の I (近藤園)、J (杉田園)の2ヵ所の合計10ヵ所で、いずれも30~50年生の在来種で、一番茶期に被覆して、てん茶原料を生産している茶園である。

調査時における立枯症状の発生程度は B、E 園が最も激しく、枯死株が多数発生していた。次いで H、I 園およびやや発生程度の軽い C、J 園においても枯死株がかなり見られたが、F、G 園では、生育にムラが生じている程度で枯死株はほとんど発生していなかった。D 園は立枯症状の無発生園である。

また、細根の腐敗はいずれの茶園にも見られたが、特に B、J 園では時期によっては激しい腐敗を生じていた。

調査茶園の施肥その他の管理方法については、所有者に個別に面接し聞きとりを行なった。

2.2 土 壌 の 採 取

西尾市の茶園については施肥時期などを配慮し、1967年10月24~25日、1968年2月13~14日、3月26~27日、6月10~11日、9月12~13日および10月30~31日の計6回にわたり土壌を採取した。茶試の茶園については、9月を除く5回、いずれも西尾での採取日の約1週間後に採土した。

* 茶業技術研究 No. 40, 41~53 (1970) より転載

調査地点においては、原則としては対角線上に10個の穴を掘り、それぞれの穴について地表から10cm, 10～20cm, 20～30cm の三つの層に分け（便宜的にそれぞれ第1層, 第2層, 第3層と称することにする）、各層から3点ずつ計9点の土壌を採取した。したがって、1茶園につき1回に計90点採土することになる。なお、D園は面積が狭くしかも立枯症状が発生していないなどの理由から5ヵ所から、また、未耕地については場所による差がほとんどないと考えられたので4ヵ所に穴を掘り同様に採土した。

表 1 純水の添加量を変えた場合の生土の pH の変化および風乾土の pH との比較

土 壌 (10g)	試 料 水添 加量 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平 均
生 土	15 ml	5.59	4.77	4.69	5.40	4.32	4.59	4.40	5.25	4.72	4.859
	25	5.51	4.81	4.83	5.40	4.37	4.63	4.50	5.06	4.77	4.875
	35	5.50	4.82	4.79	5.42	4.43	4.71	4.51	5.17	4.75	4.900*
	45	5.54	4.83	4.79	5.42	4.48	4.70	4.52	5.21	4.80	4.921**
風乾土	25	5.35	4.92	4.70	5.20	4.32	4.55	4.69	4.92	4.70	4.817

注：l. s. d. (5%)=0.074 l. s. d. (1%)=0.091

表 2 水の添加から pH 測定までの経過時間と測定値の変化

水添加 後の時間	試 料 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平 均
直 後		4.89	4.74	5.09	5.18	4.90	4.90	4.52	5.21	4.80	4.914
30 分 後		4.90	4.82	5.01	5.35	4.65	4.80	4.60	5.23	4.80	4.907
17 時 間 後		4.83	4.80	5.00	5.46	4.54	4.62	4.47	5.57	4.80	4.899

数値について有意差検定を行なったところ、純水 35ml 以上を添加した場合の pH と風乾土を用いて測定した値との間には有意差があったが、15 および 25 ml 添加区には有意差は認められなかった。

以上のことから、条件によっては生土のまま pH の測定を行なっても常法による場合と差がないと判断し、pH の測定はすべて生土10g、純水の添加量 25 ml とした。

また、純水の添加から pH 測定までの経過時間と測定値との関係を検討した結果は表2のとおりで、17 時間を経過しても、測定値にはほとんど変化がなく、多少の測定時間のズレは問題にならないものと思われた。

得られた測定値については西尾の D 園と茶試園を除いて一括して電子計算機によりデータを処理し有意差検定を行なった。その際、既存のプログラム⁶⁾を利用するために、同じ時期に隣接する2穴の同一土層から採取した計6点の土壌の測定値について平均値を出し、これを入力データとした。

2.3 土壌 pH の測定と測定値の処理

採取した土壌は茶試に持ち帰り、採取後2～3日以内にガラス電極 pH メーターで pH を測定した。

土壌の pH は、風乾土 10g に純水 25 ml を加え、かく拌後ガラス電極 pH メーターで測定するのが常法であるが、測定点数が多い場合、風乾に多大の労力を要するので、生土のまま測定が可能であればきわめて能率的である。そこで、場内茶園の生土について、純水の添加量を変えて pH を測定し、風乾土についての測定値と比較してみた。その結果は表1に示すとおりで、これらの

2.4 茶の細根の腐敗

pH の測定に用いた試料から、各調査時期に1地点について4～9点、10地点の合計で50～60点の土壌を選び、それぞれの土壌中にやぶきたの長さ4～5cmの健全細根を10本ずつ埋めこみ、25℃に保持して、6日後に褐変の発生状況を調査した。

10本の細根の総合の褐変程度により次の腐敗指数を与えそれをもとに pH との関係を検討した。

細根の褐変の程度	腐敗指数
ほとんど褐変が生じないもの (褐変部の割合は10%以下)	0
褐変程度少 (" 11～30%)	1
褐変程度中 (" 31～50%)	2
褐変程度多 (" 51～70%)	3
褐変程度甚 (" 71～90%)	4
ほとんどの細根が褐変したもの (" 91%以上)	5

図 1 茶園別, 時期別の pH の分布

図 1 つづき (1)

図 1 つづき (2)

3 試験結果

3.1 土壌の pH の分布および施肥の状況

愛知県西尾市の未耕地 1 ヲ所、茶園 9 ヲ所および茶試験場の茶園 1 ヲ所から、深さ別にはほぼ 1 年間にわたり、6 回土壌を採取し pH の測定を行なったが、図 1 は土壌別、深さ別および時期別の測定値を度数分布図として示したものである。

図 1 からわかるように、第 1 層 (0~10cm) の pH は茶園によっては大きく変動するが第 3 層 (20~30cm) では D 園を除いていずれも pH の比較的低いところに集中的に分布していた。

第 2 層 (10~20cm) の pH は、図が複雑になるため省略したが、一般的には第 1 層と第 2 層の中間に位置し、両者の pH に著しい隔りがある時には、モード (最頻値) が両者の中間にある場合と、第 1 層および第 3 層のモードに近い二つのピークをもつ場合とがあった。

また、多少の例外を除き、各土壌の第 1~3 層の pH 分布の相対的な関係は、わずかなずれが認められるほかは、6 回の調査時期ともにほとんど変わらなかった。特に、第 1 層および第 3 層の pH の分布をみるとこの関係は明りょうで、年間を通じて、各土壌に個有の pH の分布型があることが認められた。

これらの土壌の pH の分布は基本的には表層土 (第 1 層または第 1、第 2 層) の pH が下層土 (第 3 層) に比べて著しく高いものと両者間にほとんど差異のないものの 2 型に大別されるが、さらに、細分すると次の 5 つに類型化できる。

① 標準型 (図 2-a) : 第 1~3 層ともに pH は比較的低く、せまい範囲に集中して分布しており、第 1 層のモードがわずかに pH の高いほうにずれる場合がある以外は、pH の値はほとんど変わらない。未耕地土壌がこのような分布を示すので標準型とした。未耕地、C、E、G、H および茶試験園がこの型に属する。

② B 園型 (図 2-b) : 第 1 層の pH は広い範囲にわたって分布し、ほぼ中間にピークをもつただらかなカーブを描く。時期によっては、二つのピークを持つ場合もある。第 3 層の pH はせまい範囲にまとまって分布し、モードは標準型より pH の高いほうにわずかにずれる程度である。第 2 層は第 1 層と第 3 層の中間かまたはやや第 3 層の分布に近く、二つのピークを描くことが多かった。この型は B 園のみである。

③ D 園型 (図 2-c) : 第 1 層~3 層ともに幅の広い pH の分布が認められる点で他の土壌ときわだって異なっていた。ただし、モードは深層の土壌ほど pH の低いところにある。第 2 層はむしろ第 1 層の分布に類似していた。この型も D 園のみである。

④ F 園型 (図 2-d) : 第 1 層の pH は広い範囲に

図 2 土壌 pH の分布型の模式図

わたって分布する。各調査時期ともに二つのピークを描いている点で B 園型と区別したが、両者はかなり類似している。第 3 層についても B 園型とはほぼ同様であった。第 2 層の pH は第 1 層に近い分布を示すことが多かった。この型には F 園が属し、調査の前半 (10月~6月) には I 園も近似の型を示した。

⑤ J 園型 (図 2-e) : 第 1 層の pH の分布は極端

に高いほうに片寄っており、B園型とはほぼ同様に第3層ときわだった対比をなしている。第2層のpHの分布は第1層と第3層のほぼ中間に位置する幅の広い分布がみられた。J園およびI園の後半(9~10月)がこの型に属する。

未耕地土壌などのpHから推察して、標準型以外の各型の存在は、いずれも第1層の土壌にpHを上昇させる要因が加わったため、その影響の程度によって、このような差異がもたらされたものと考えれば容易に理解される。

すなわち、F園型では、第1層に本来の低いpHの部分と高いpHに変化した部分がそのまま混在しているのに対し、B園型では両者のpHの均一化がある程度進んでいると考えられる。J園型では第1層のpHはどの部分も高くなっており、D園型も、やや分布の型がくずれてはいるがpHの高い部分が多い。また、D園型では上層の影響が比較的深層にまで及んでいた。

このように、愛知県西尾市の一部の茶園で上層部の土壌のpHが著しく上昇していることは、茶園の肥培管理、特に、施肥の影響が考えられるので、pHの調査期間中の各茶園の施肥について聞きとり調査を行なった。

施肥時期は8~9月および2~3月に元肥、4~5月に芽出し肥として追肥を行なう慣行法が比較的良好に守られていた。

元肥として有機質肥料を多量に施用しているところはC、D、GおよびI園で、なたねかすおよび鶏ふんが多く使用されていたが、そのほか魚かす、骨粉、“どち”(繭紡くず)、乾燥人ふんなども施用されていた。有機質肥料を全く用いない茶園はE園だけであった。

化学肥料は単肥よりも化成または配合肥料として多く用いられ、それらのうち窒素成分としてはアンモニアまたは硝酸系のものが多く、尿素系のものはごくわずかであった。ただし、石灰窒素は単肥としてかなり用いられ、また、石灰類を投与している茶園もあった。

未耕地には肥料が投入されることがないのは当然であるが、B園も立枯症状のため茶園の荒廃が激しく、1967年3月に多量の鶏ふんを施して以来、管理いっさいを放任した状態となっていた。場内は場の施肥は、有機質肥料は鶏ふんのみで化学肥料が主体となっており、窒素の形態はアンモニア、尿素が回数としては多く使用され硝酸系も使用されていた。その他苦土石灰は毎年秋に施用されている。

これらのうち、土壌のpHの上昇に影響を及ぼすと思われる石灰窒素、石灰類および鶏ふんの施用状況は次のとおりであった。(いずれも10a当りに換算)

石灰窒素を施用していた茶園：D('67年8月，'68年8月ともに60kg)，F('68年2月，?)，H('67年9月，'68年9月ともに60kg)，I('67年9月，'68年8月とも

に80kg)

石灰類を施用していた茶園：C('67年9月，硅酸カルシウム160kg)，F('68年9月，種類不明240kg)，G('67年12月，種類不明90kg，'68年4月，種類不明54kg)，J('67年9月，苦土石灰150kg，'68年9月，苦土石灰160kg)，茶試('67年9月，苦土石灰100kg，'68年9月，苦土石灰120kg)。

鶏ふんを施用していた茶園：C('67年9月，半生700kg)，D('67年9月，乾90kg，'68年4月，生1500kg)，F('67年10月，生1200kg)，G('67年8月，生700kg)，H('68年9月，生400kg)，J('67年9月，生2000kg，'68年9月，生1000kg)，茶試('68年9月，半生300kg)。

これらの肥料がpHに及ぼす影響は必ずしも測定値に鋭敏に現われているとはいえなかったが、個々の茶園について検討してみると、D、F、H、Iおよび茶試の各園では、多少ともこれらの施用が上層部の土壌のpHの変動と関連があるように思われた。しかし、その程度は茶園によって異なった。G園は石灰、鶏ふんが施用されているが、pHへの影響は認められなかった。J園も上層部土壌のpHが各時期を通じて高いせいか、石灰窒素および鶏ふんの施用の影響は測定値には現われなかった。また、C園では、これらの肥料を施用していない1968年9月~10月に第1層のpHが上昇しているが、この時期に“どち”を200kgずつ、2回にわたって施用しているので、あるいはその影響かもしれない。また、約半年間施肥がなされていないB園の上層部の土壌のpHが高かったこともきわめて興味深い。その他、6月に未耕地の第1層のpHの分布が他の時期とかなりかけ離れていたことも目についた。

3.2 土壌のpHの時期および地表面からの深さによる変動

西尾市の未耕地1ヵ所、茶園9ヵ所および茶試場内の茶園1ヵ所から経時的に土壌を採取してpHを測定した。それらの平均値を時期別、深さ別にとりまとめた結果は図3および表3に示すとおりである。

西尾市のD園を除いた9地点のpHの平均値は(図3—西尾平均、表3)いずれの深さにおいても6月および9月がほかの時期に比べてやや低い傾向が認められた。

個々の調査地点についてみても、西尾市の10ヵ所中、第1層ではG、I園を除く8ヵ所、第2層ではG園を除く9ヵ所、第3層ではH園および未耕地を除いた8ヵ所において、6月あるいは9月に年間のpHの最低値を示した。また、参考のために調査した茶試の茶園においても、同様に各層ともに6月にpHが最も低かった。

西尾地方の施肥の状況から考えて、pHの低い6月と9月(大部分は施肥前に採土している。)は最も肥料の影

図 3 西尾および茶試茶園における pH の時期的変動

響の少ない時期と推定される。

なお、6月のD園における急激な pH の低下がどのような原因に基づくのかは明らかでないが、ほかの茶園に比べて表層にきわめて多量の粗大有機物が施用されていること、6月の採土がかなりの降雨時に行なわれたことなどが影響しているのかもしれない。

次に、地表面からの深さについて比較すると、図3、4に明らかなように、未耕地以外はいずれも地表面に近いほど pH が高くなる傾向が認められた。

第1層の土壌の年間を通じての pH は高いほうから J, D, I, B, F, E, C, H, 未耕地, G, 茶試の順序で、J から F までの 5 ヶ所とそれ以下の 6 ヶ所との

表 3 西尾市における時期別、深さ別の
土壌の pH (Dを除く 9 ヲ所の平均)

調査時期	地表面から の深さ	第 1 層 cm (0~10)	第 2 層 cm (10~20)	第 3 層 cm (20~30)	平 均
年 月					
1967. 10		5.26	4.96	4.61	4.94
1968. 2		5.31	4.90	4.54	4.92
" 3		5.42	4.89	4.49	4.93
" 6		4.90	4.55	4.30	4.58
" 9		4.97	4.67	4.42	4.69
" 10		5.25	5.08	4.66	5.00
平 均		5.18	4.84	4.50	4.84

注: 1. 各数値は未耕地は12点, その他 8 ヲ所の茶園
は30点, 合計252点の土壌についての平均値。

2. *l. s. d.*

	(5%)	(1%)		(5%)	(1%)
時期(平均)	0.08	0.10	深さ(平均)	0.05	0.07
(第1層)	0.14	0.19	(10月)	0.07	0.09
(第2層)	0.14	0.18	(2月)	0.10	0.13
(第3層)	0.11	0.14	(3月)	0.10	0.13
			(9月)	0.10	0.14
			(9月)	0.07	0.09
			(10月)	0.11	0.14

間には、はっきりした差が認められ、茶園を pH によって 2 群に分けることができる。pH の高い群に属する J 園では常に 6 以上, I, B, F 園においても常に 5 以上で、時期によっては 6 以上の高い pH を示した。また、D 園は時期による変動が大きく、6 月には 5 以下、9 月には 6 以下に下がっているが、それ以外の時期にはいずれも 6 以上の高い pH となっている。

これに対して、第 3 層土壌では高いほうから、J, B, D, 未耕地, I, F, C, H, E, 茶試, G の順で、J, B, D 園以外は、常に pH が 5 より低く、未耕地と同程度かそれ以下であり、茶園間の差が第 1 層に比べると小さいため、pH の高い茶園群と低い茶園群とを明確に区分することはむずかしい。この結果は、西尾市の茶園のようにち密度の高い土壌においては、地表からわずか 20~30 cm の深さになると、もはや管理作業の影響が及びにくくなることを示すものであろう。

中間の第 2 層については pH もやはり両者の間で、図 4 にみられるようにはほぼ第 1 層と第 3 層との平均値に近い値が得られたが、D, F 園ではやや第 1 層に近く、逆に E, I 園および茶試園では第 3 層に近い pH を示した。このような関係は中耕や施肥方法などに関連してもたらされたものと考えられる。

地表面からの深さ

図 4 各調査地点における土層別の pH (年平均)

調査の 1 年前から耕作を放棄し、1967 年 3 月に鶏ふんを施用して以降いっさい施肥を行っていない B 園では、時間の経過とともに第 1 層の pH の下降が顕著で、しだいに深さによる pH の差が小さくなる傾向が認められたが、隣接の未耕地に比べると、なお、1 程度 pH が高かった。

未耕地土壌では茶園土壌とは逆に、第 1 層の pH がそれ以下の層に比べて、わずかに低かった。

3.3 土壌の pH と茶細根の腐敗

西尾市の未耕地 および茶園から採取し、pH の測定に用いた土壌の一部に茶の健全細根 (品種、やぶきた) を

埋めこみ、そこに生ずる細根腐敗と pH との関係について検討した。

10ヵ所の調査地点、6回の採土時期合わせて321点の土壤について試験を行なったが、各調査時期における1茶園からの土壤は、多くても9点で、なるべく pH や、深さの異なる土壤を選ぶようにしたので、供試土壤は必ずしも各茶園の pH の平均値なり、分布なりを代表するものではない。

供試した全土壤の pH と茶の細根腐敗との関係は図5および図6に示す。

図 5 土壤の pH と茶細根の腐敗（全茶園）

図から明らかなように、pH 3～4台では腐敗指数が低いものの頻度が大きく、指数0～2のものがほとんどを占めている。pH 5台になると指数4～5のものもかなり多くなるが、やはり指数の低いものの割合が大きい。しかし、pH 6以上になると指数が高いものと低いものとがほぼ同程度に出現した。

すなわち、全体としては pH の低い土壤（4.9以下）では概して細根の腐敗が起こりにくく、pH が高くなるに伴って細根の腐敗が起こりやすくなる傾向がうかがわれた。

個々の茶園について、これらの関係を検討した結果は次のとおりである。

(1) 未耕地土壤における腐敗指数の最高は2であったが、茶園土壤ではいずれも3以上の細根腐敗が生じた。

(2) 腐敗指数の高い土壤がしばしば出現したのは B, I および J 園で、これらは土壤の pH が高い茶園である。D, F 園も土壤の pH が高い茶園であるにもかかわらず、激しい細根腐敗は生じなかった。

(3) 同一茶園内において、個々の土壤の pH と細根腐敗との関係を見ると、腐敗指数の低いものが多い F およ

図 6 pH 別細根腐敗指数の出現頻度

び G 園土壤では pH が高くなるに従って細根腐敗も著しくなるような傾向がうかがわれたが、それ以外の茶園では両者の間に一定の傾向は認められなかった。他の茶園に比べて pH および腐敗指数がともに高い傾向にある B, I および J 園においても、pH の高い個々の土壤中における腐敗指数は高いもの、低いものまちまちであった。

(4) 6月に採取した土壤中では、いずれも細根の腐敗がきわめて生じにくかったが、他の時期については茶園間に共通した傾向は認められなかった。

以上のように 高い pH=細根の腐敗 とはならなかったが、各茶園ごとに6回の調査を通じての供試土壌の pH の平均値と腐敗指数の平均値との関係を見ると、図7に示すように、 $r=0.679^*$ の有意の相関関係が得られ、個々の土壌についてはバラツキがあっても、pH の高い茶園の土壌では低い茶園の土壌に比べ細根の腐敗は起こりやすい傾向が認められた。

ちなみに、pH が高い割には細根の腐敗が少ない D 園を除いて相関係数を計算すると、 $r=0.903^{***}$ となり、きわめて高い相関関係が得られた。

図 7 土壌の pH と茶細根の腐敗 (茶園別)

4 考 察

愛知県西尾市の茶園 9 ヲ所および未耕地 1 ヲ所について、土壌の pH を調査した結果、そのうち 5 ヲ所の茶園については、上層部の土壌の pH が各時期ともに、一般の茶園に比較してきわめて高かった。残りの 4 ヲ所の茶園については、時期によって多少の pH の変動は認められたが、同一茶園内での採土場所や土壌の深さによる pH の変動は小さく、未耕地土壌の場合と同様に、いずれも pH は比較的低かった。

ここで問題となるのは前者の茶園であるが、後者をこのあたりの土壌の標準として、比較しながら考察を加えたい。

上層部の土壌の pH が高かった 5 ヲ所の茶園は、pH の分布の相対的な関係から 4 型に分かれることは前述したとおりであるが、さらに、調査時期による変動の幅、下層土壌の pH の上昇程度などの点から 2 群に分けること

ができる。すなわち、B 園は調査開始の約半年前から施肥が行なわれていないにもかかわらず、上層部土壌の pH は高いままで推移していたが、調査の後半になって下降線をたどるようになり、深さによる差異が小さくなっている。しかし、第 3 層 (20~30 cm) の pH は、なお、未耕地に比較してかなり高く、各層の土壌とも pH の高い J 園と同様に、pH が高くなったまま下降しにくい条件にあると推定された。これに反して、D および F 園は、第 1 層 (0~10 cm) でも採土の時期、場所による pH の変動が大きく、第 3 層の pH は未耕地に比較的近似することから、ともに第 1 層の pH が変わりやすい条件下にあるものと思われた。また、I 園は調査の前半と後半で pH の分布にかなりの変動がみられ、D、F のグループから B、J のグループにしたいに移行しているものと思われる。

土壌の pH を上昇させる最も主要な原因として考えられることは施肥、なかでも石灰窒素、石灰類、鶏ふんなどの施用である。これらの肥料は、調査期間中にもかなりの茶園で使用されていたが、土壌の pH に及ぼす影響は必ずしも測定値に鋭敏に現われているとはいえず、いずれかの肥料が施用された後でも、土壌の pH がほとんど変化しない茶園もあった。

施肥が土壌の pH に及ぼす影響については肥料の種類、施用量、施用回数、土壌の種類、かく拌の程度、さらに気象条件、特に、降雨の状況などによって大きく異なることが予想され、少なくとも過去数年間の施肥法と対比して検討したが、記録がほとんどなく、耕作者の記憶も明らかでなかった。しかし、西尾市では、かつて鶏ふんを多量に茶園に施用した時期があったようであり、第 1 層の土壌の pH が高い D、F、J の各茶園では鶏ふんの施用量は多く、加えて石灰または石灰窒素も使用されていることから、これらの過用が土壌の pH の上昇をもたらしている第一の原因と推定して大過ないものと思われる。

pH 測定のために採取した土壌の一部について、pH と切断した茶細根の腐敗との関係を検討した結果、全体としてみる限りにおいては pH の低い土壌 (pH 4.9 以下) では細根の腐敗は概して起こりにくく、pH が高くなるにつれてしだいに起こりやすくなる傾向は認められたが 高い pH=細根の腐敗 とはならなかった。

茶園ごとにみると、細根の腐敗はいずれの茶園土壌でも多少は生じたが、特に、激しい腐敗を生じたのは B、I、J 園で、これらの 3 茶園はいずれも標準型の茶園に比べて pH が上昇していた。一方、D、F 園では土壌の pH が上昇しているにもかかわらず細根腐敗が比較的しじにくかった。このような差異の生じた原因は明らかでないが、この両茶園では pH の季節的変動が大きいこと、つまり pH が高いところで固定化していないとみら

れることが細根腐敗の少ないことと何らかの関連を持つのではないと思われる。

このように、個々にみるとかなりの例外はあるが、茶園ごとの供試土壌の pH の平均値と腐敗指数の平均値との間には $r=0.679^*$ のかなり高い相関関係があり、西尾市の茶園に限っていえば、現象的には pH の高い土壌では細根が腐敗しやすい条件にあるといえよう。

土壌の pH と立枯症状の発生との関係は明確ではなかったが、茶園によって発生の経過が一樣ではなく、激しい細根の腐敗が生じてから、地上部に被害が現われるまでには、相当の期間を要するものと考えられるので、短期間での検討は無理である。しかし、B 圃および J 圃では、採土の際の観察でも他の茶園に比較して腐敗した細根が多く、切断細根の埋めこみによる試験結果と合致していた。

5 要 約

1. 立枯症状の発生が著しい愛知県西尾市の茶園の一部には pH のきわめて高い土壌があることが判明したため、茶園間および同一茶園内でも土壌の採取場所、深さおよび時期による pH の変動の程度、pH の上昇をもたらしている原因および pH と細根腐敗との関連性を明らかにする目的で、本調査研究を行なった。

2. 各土壌とも深さ別の pH の分布の相対的な関係は、6 回の調査時期ともにほとんど変わらず、各土壌は個々の pH の分布型を持っていることが認められた。これらは基本的には上層部の土壌の pH が下層部に比べて著しく上昇しているものと、両者間にほとんど差異のないものの 2 型に大別されるが、前者はさらに 4 型に類型化できる。

3. 土壌の pH の上昇に関係がある石灰窒素、石灰類および鶏ふんの施用が pH に及ぼす影響は、必ずしも測定値に鋭敏に現われるとはいえず、茶園によってその反応が異なったが、上層部の土壌の pH が高い茶園では、これらの肥料が多量に施用されている傾向がうかがわれた。

4. 各土壌とも、いずれの深さにおいても 6 月および 9 月は、他の時期より pH がやや低い傾向が認められ、また、茶園土壌においてはいずれも地表面に近いほど pH が高くなる傾向が認められた。これらの事実は、施肥との関連からもうなずける。第 2 層 (10~20 cm) の土壌の pH は第 1 層 (0~10 cm) に近いものと、第 3 層 (20~30 cm) に近いものがあったが、中耕や施肥方法によってこのような差異がもたらされたものと思われる。

5. 個々の土壌についてみると、高い pH=細根の腐敗とはならなかったが、細根の腐敗は pH の低い土壌 (pH 4.9 以下) では概して起こりにくく、pH が高くなるにつれて、しだいに起こりやすくなる傾向がうかがわれた。

茶園ごとの土壌の pH の平均値と腐敗指数の平均値との間には $r=0.679^*$ の相関関係が得られ、pH が高い割には細根の腐敗が生じにくい D 圃の結果を除くと、 $r=0.903^{***}$ となり、きわめて高い相関関係が得られた。また pH の低い 6 月には、細根の腐敗が著しく少なく、西尾市の茶園に限れば、現象的には、pH の高い土壌では細根が腐敗しやすい条件にあるといえよう。

終わりに、土壌採取に格別のご配慮をいただいた西尾茶業組合の宮村技師、ならびに研究の遂行にご便宜をいただいた笠井病害研究室長に深く感謝する。

6 文 献

- 1) 広川 敢, 高屋茂雄: 茶技研, No. 36, 32~42 (1968).
- 2) 広川 敢, 高屋茂雄: 茶技研, No. 37, 18~25 (1969).
- 3) 広川 敢, 高屋茂雄: 茶技研, No. 37, 48~51 (1969).
- 4) 石垣幸三: 茶技研, No. 35, 70~75 (1967).
- 5) 河合惣吾: 茶試研報, No. 2, 1~233 (1965).
- 6) 野中舜二: 農林研究計算センター報告 A, No. 2, 89~119 (1968).

Summary

1. In a preliminary survey of soil, high level of pH of tea soils was sometimes encountered in Nishio district where the root rot disorder of tea was severely occurring. Studies were initiated to obtain informations concerning (1) variation of pH among tea fields in relation to the depth of soil and the seasons, (2) cause of the increase of soil pH, and (3) correlation between soil pH and deterioration of tea fine root.

2. The distribution patterns of soil pH from 3 depths, 0~10 cm., 10~20 cm. and 20~30 cm., were shown to be generally unchanged in every soil at 6 times throughout a year, and it seemed that every soil had a characteristic pattern of soil pH. These patterns were divided essentially in 2 types; i. e. the pH of upper soil increased markedly than those of lower soil and significant difference of pH was not observed among the soils from each depth. Further, the former was classified into 4 types

in details.

3. Though applications of calcium cyanamide, limes and chicken manure were not reflected sharply on the soil pH, there found a trend that a great deal of these materials increased pH of upper soil.

4. Soil pH decreased to some degree at June and September in every soil. In the same field, the soil pH increased as came nearer to the soil surface. These results could be recognized in relation to the fertilization. The pH of the second layer soils (10~20 cm.) was closely resemble to that of the first layer (0~10 cm.) in some soils and in the others to the third (20~30 cm.). The trend was

presumably affected by the cultivation technique, i. e. ploughing and fertilizing.

5. There was a tendency that the buried tea fine root in soils having various pH deteriorated severer as the soil pH increased, though the soil pH itself could not be directly connected to the damage. Correlation coefficient of $r=0.679^*$ was calculated between the soil pH and the Deterioration Index. The deterioration of fine root occurred generally poor in soils in June. It was found apparently that a high level of soil pH was a condition in which the deterioration of fine root was apt to occur in the Nishio tea soils.

(Jan., 27, 1970)

原子吸光分光分析による茶葉および茶園土壌の分析法*

農林省茶業試験場 石垣 幸三・高柳 博次

Analytical Method of Tea and Tea Soils by Atomic Absorption Spectrophotometry

By Kôzô ISHIGAKI and Hirotugu TAKAYANAGI

1 ま え が き

原子吸光分光分析法は、1953 年、オーストラリアの WALSH¹⁾ が、原子の蒸気がその元素特有の波長の光を吸収する原理を金属元素の分析に応用してから、近年、急速に発展しつつある分析法である。わが国でも、近年、農作物や土壌の分析などに広く利用されるようになって注目されるようになった。^{3~10)}

われわれは、土壤肥料に関する研究の推進に当たり、植物体や土壌の分析を多量に、かつ、迅速に行なわねばならない。ことに、近年微量元素の分析の必要度が多くなってきたが、微量金属元素についての従来の分析法はきわめて多くの時間、労力、経費を要する。しかし、原子吸光分光分析法は、これらの点で従来の分析法にまさり、微量要素の定量に適しているように思われる。そこで、著者らは、日立 139 型分光光度計に原子吸光付属装

置を取り付け、それが、茶葉および茶園土壌の分析にどの程度利用できるかについて検討した。もちろん、これまでの他の分析法との比較、共存イオンの影響など、詳細な検討が必要であるが、これらについては、すでに、各方面で種々検討されているので、これらを参考に供することとし、ここではどの程度の供試量で、いかなる成分の測定が可能であるかについて検討した。なお、茶葉の分析において特に問題になると思われる Ca と Mn については、従来の方法と比較して検討した。

2 各種元素の検量線の検討

Ca-Mg 複合ランプ、Fe-Cu-Ni 複合ランプ、Mn および Zn の各ランプを用いて、Ca, Mg, Fe, Cu, Ni, Mn および Zn の各元素について、それぞれの標準液を用いて検量線を求めた。原子吸光分光分析法においては、いずれの成分も、その濃度がある限度以上に増大す

* 茶業技術研究 No. 40, 53~58 (1970) より転載