

傾斜地ハウスミカン園土壌の実態解析

峯 浩昭・小田真男^{*}・清末義信

I 緒 言

大分県におけるハウスミカンの始まりは、1974年杵築市に於て、数棟の加温ハウス栽培が開始されたのを嚆矢とする。その後、露地ミカン価格の低迷と不振に対して、経営の安定をはかるためにハウス栽培を取入れる農家が多くなった。そしてハウスミカンの安定した多収生産と高品質・高価格に支えられ、面積が急速に増大していった。

1986年8月現在で、加温ハウスミカン園の面積は49.37 ha、生産量は3,002.5 tの実績を示し、今後も増加の趨勢にある

ハウス栽培では、1年の大半を自然降雨のない特殊な環境下に置き、これが毎年繰返されることのために、土壌条件が露地栽培とは大きく相違してきていると考えられる。しかし、この点に関するデータは乏しく、わずかに1976年から1977年当時のハウス栽培初期時代のデータが、ハウス19棟分についてあるに過ぎなかった。このような経緯の中にあつて、1985年時点でハウス栽培が10年を経過した園もみられることから、今後のハウスミカン園の施肥改善と土壌改良対策推進のために実態調査を行なった。調査結果の取纏めと共に若干の成果が得られたので報告する。

なお、本調査を進めるにあたって、大分県日出農業改良普及所、県果実連、杵築市農協、柑橘農協、開拓農協の技術員の方々には、現地調査で大変お世話になり厚く感謝申し上げます。研究報告の作成にあたっては、いろいろと御指示・御校閲を賜った秋田忠夫柑橘試験場長・渡辺豊研究部長、並びに英文の御校閲を賜った伊藤三郎鹿児島大学教授の方々に深甚なる謝意を表する。

II 調査方法

1 ハウスミカン園の選定とサンプリング方法

調査対象地域は、県下最大のハウスミカン園面積(40.2 ha、県面積の81.4%、1986年8月1日現在)を持つ杵築市を選定した。ハウスミカン園はほとんどが緩傾斜園地であり、ビニール被覆年数の違いによって3区分し選定した。ビニール被覆8年以上のグループ、4~7年グループ、1~3年グループの3区分とし、全部で62園を選んだ。この

数は杵築市のハウス栽培農家戸数の約1/3(1985年当時)に相当する。杵築市農協、杵築柑橘農協、杵築開拓農協の3農協が存在しているが、それぞれの農協に所属しているハウス栽培戸数から、比例配分して園をピックアップした。

土壌母材別には、安山岩土壌36園、火山灰土壌21園、安山岩と火山灰の混じり4園、花崗岩土壌1園であった。

土壌は化学性を対象とし、各ハウスとも地表面より深さ10cm、30cmの層の土壌をサンプリングした。

採土は早期加温の園が1985年7月17日、後期加温の園が同年9月9日及び11日に実施した。採葉は早期及び後期加温の園ともに同年6月4日に一斉にサンプリングした。1ハウス当たり中央部中庸の樹3本から100葉を採葉した。

2 分析方法

土壌の化学性分析は、pH(1:2.5)、EC(1:5)、全窒素はケルダール法、全炭素はチューリン法、有効態リンサンは0.002 N硫酸抽出法、陽イオン交換容量はセミマイクロ・ショーレンベルガー法、 NH_4^+ の定量はホルムアルデヒド法(ホルモル法)、置換性塩基は1 N酢酸アンモニウム浸出液を原子吸光法によって測定した。葉分析は、Nはセミマイクロ・ケルダール法、Pはバナドモリブデン酸法、K・Ca・Mg・Mn・Cu・Zn・Feは原子吸光法、Bはクルクミン法によった。

3 調査項目とデータ解析

分塊の化学性については、pH($\text{H}_2\text{O} \cdot \text{KCl}$)、EC、腐植、T-N、C/N比、CEC、置換性Ca・Mg・K・Na、有効態 P_2O_5 、塩基飽和度、石灰飽和度、Ca/Mg比、Mg/K比について検討し、葉分析はN・P・K・Ca・Mg・Mn・Cu・Zn・B・Feについて調査した。更にハウス別の土壌と被覆年数、1985年収量と過去の平均反収についても検討した。

分析データは、FACOM・M 1360R 電算機により多変量解析した。主成分分析・因子分析・数量化理論第Ⅲ類の計算を行なったが、比較的すっきりした結果が得られた因子分析を中心に取纏めをした。プログラムはANALYST、因子分析は、共通性を反復推定する主因子法によった。因子の回転は、バリマックス直交回転法によった。

* 現大分県庁営農指導課専技

Ⅲ 調査結果

1 表層土壌の化学性の特徴

深さ10cm層の土壌の化学性と樹体に関する計測値より因子分析を行ない、寄与率の高い因子を抽出した。その結果、第1・2因子には、樹体成分は含まれず、すべて土壌の化学性に関する成分だけであった(第1図)。

即ち、第1因子は、腐植、全窒素、電気伝導率、置換性ナトリウム、陽イオン交換容量の寄与率が高く、有機物と有機物集積に関連した因子で、これがハウスミカン園の表層土壌における第1の特徴となった。

よく管理されたハウスでは、稲わらや堆肥等が毎年投入され、腐植の集積をもたらした。腐植の増加は、全窒素、置換性ナトリウム、電気伝導率及び陽イオン交換容量の上昇をもたらした。そして全窒素及び置換性ナトリウムの増加もまた電気伝導率の上昇をもたらした(第2～5図)。

腐植と全窒素との相関は、第1因子の中では最も大きく $r = 0.882$ を示した。腐植は84%の園が2～6%の範囲にはいり、腐植の最高含量は火山灰土壌のハウス園で10.88%であった。全窒素は87%の園が0.1～0.3%の範囲にはいり、その最高は腐植最高値を示した同じ園で0.422%であ

った。

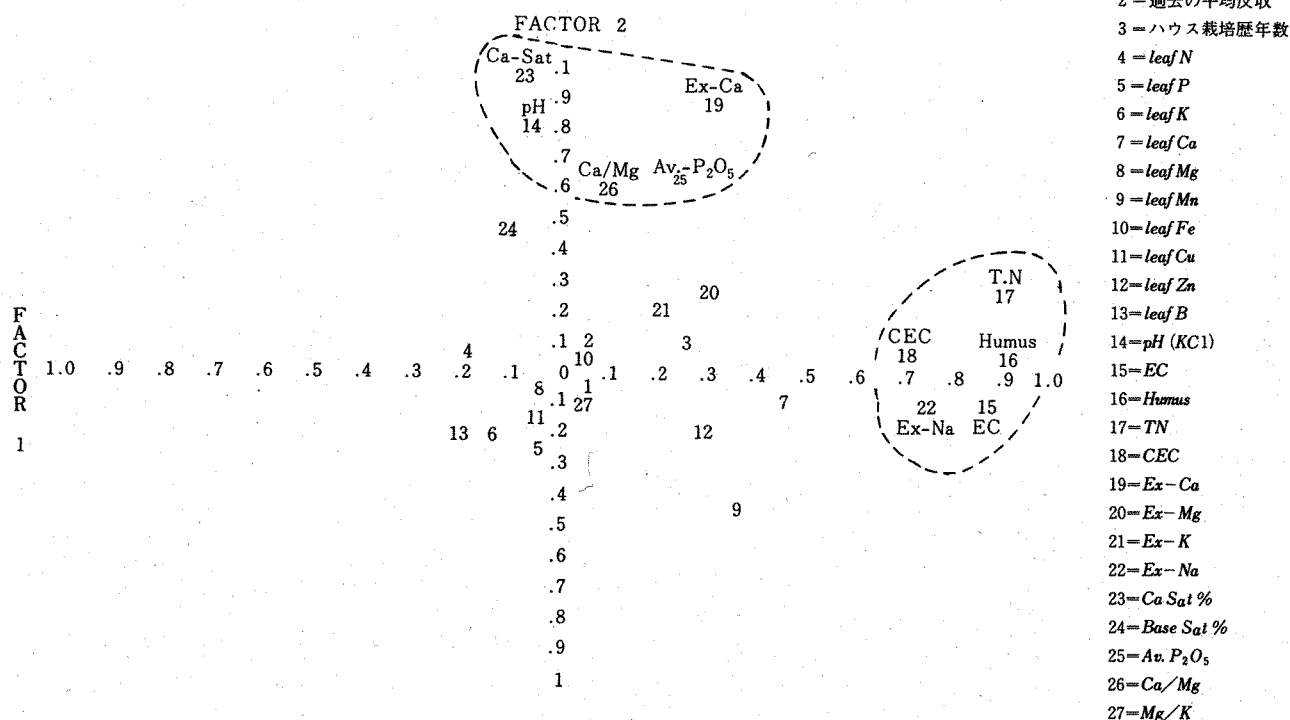
置換性ナトリウムは、93%の園が0.2～0.7meの範囲にあった。この値を露地の1例と比較してみると、オガクズ入り発酵鶏ふん堆肥を安山岩土壌の園に5年間連用した時の置換性ナトリウム含量は0.1～0.4meであったことからして、ハウス園での集積が大きいことがわかる。なお、置換性ナトリウムの最高値は、火山灰土壌のハウス園で1.14meであった。

電気伝導率は、90%の園が0.1～0.8mS/cmの範囲にはいり、その最高は火山灰土壌の1.175mS/cmであった。0.6mS/cm以上の値を示す園が全体の18%であった。どの程度の電気伝導率の時に、根傷みや濃度障害が発現するかは、今のところ明らかでないが、0.6mS/cm以上の値を示す園では注意しておく必要がある。

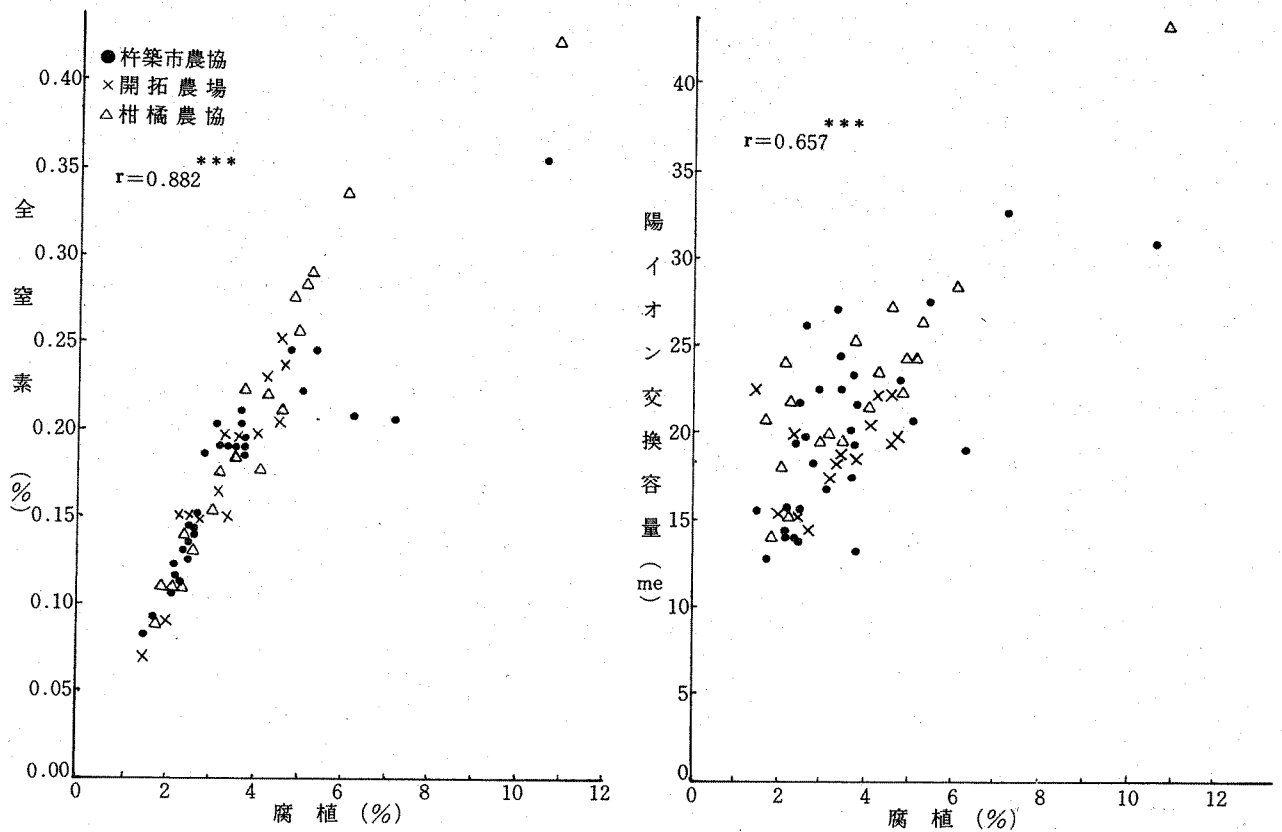
陽イオン交換容量は、土壌の違いによってその値を異にするが、12meから30meの間に95%の園がはいった。そして腐植の増加と比例して、陽イオン交換容量も増大する傾向を示した。最高値は火山灰土壌の43.5meであった。腐植、全窒素、置換性ナトリウム、電気伝導率、陽イオン交換容量について、それぞれ相互間での農協別の違いはみられず、混在していた。

第2因子は、石灰飽和度、置換性カルシウム及びpH(KC1)の寄与率が高く、続いてやや寄与率は低かった

*** PLOT OF FACTOR PATTERN (FACTOR 1 WITH FACTOR 2) ***



第1図 表層土壌における因子パターンプロット図



第2図 腐植と全窒素及び陽イオン交換容量との関係 (表層0~10cm土壌)

が Ca/Mg 当量比と有効態リンサンが第2因子の範疇にはいった。第2因子は主として石灰の集積とこれに起因する土壌の反応に関連した因子ということができ、これがハウスミカン園の表層土壌における第2の特徴となった。

置換性カルシウムの増加は、石灰飽和度の上昇 ($r = 0.764^{***}$) と pH の上昇をもたらした (第6図)、石灰飽和度の増加は pH の上昇をもたらした (第7図)。

置換性カルシウムは、87%の園が5 meから20 meの間に存在し、20 meを越え29 meまでの範囲にある園が13%あった。最高値は29.0 meで火山灰土壌の園であった。

石灰飽和度は、最小値の38.5%から60%までの範囲にはいる園が29%、60%を越えて90%までの範囲にはいる園が57%、90%を越えて最高の158.3%までの高石灰飽和度の園が14%あった。高石灰飽和度の園は、杵築市農協管内の園がほとんどであった (第2~5図)。

pH (KC1) は、5.0から6.0の適正範囲にはいる園が全体の59%を占めた。6.0を越える園は8%で最高は6.63であった。5.0を下まわる園は33%と多く、最低は4.06であった。5.0を下まわる園は開拓農協と杵築市農協管内の園に多かった。

有効態リンサンは、第2因子の中では寄与率がやや小さかった。有効態リンサンが150 mg/100 g 以上ある園は、全体の約50%を占め、そのうち500 mgを越える園が4園で

最高は624 mgで火山灰土壌の園であった。100 mg以下の園は23園の37%であった。

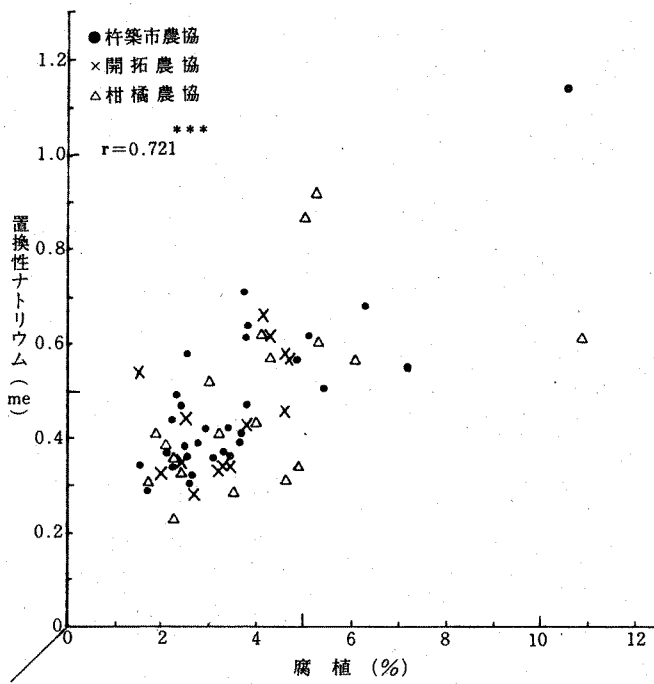
以上のように第2因子についても、表土では置換性カルシウム及び有効態リンサンの集積が大きいことがわかる。第2因子までの累積寄与率は47.6%となり、内訳は第1因子が27.3%、第2因子が20.3%であった。

第3因子は、主として土壌及び樹体のマグネシウムに係した因子と言うことが出来、置換性マグネシウムと Ca/Mg 当量比、それにやや寄与率は低いが葉中マグネシウムと過去の平均反収及びハウス栽培年数が該当し、これの寄与率は13.1%であった (第1表)。

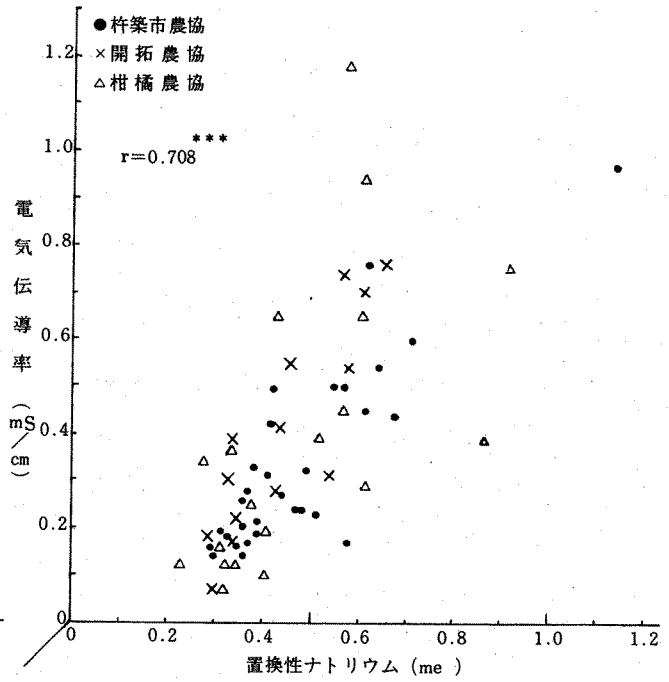
置換性マグネシウムは、1園を除くすべての園で2 me以上の値を示し、最高は8.85 meで火山灰土壌の園であった。6 meを越え8.85 meまでの範囲にある高含量の園は23%あった。

第4因子は置換性カリウムに係した因子で、置換性カリウムと Mg/K 当量比が該当し、その寄与率は10.2%で小さかった。

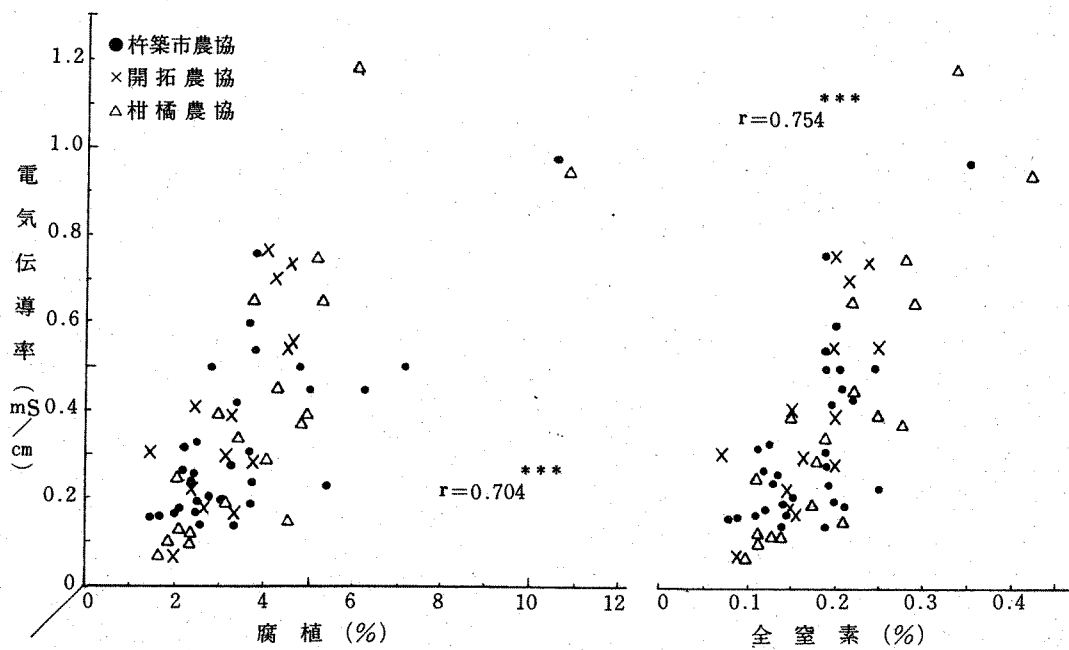
置換性カリウムは、0.7 meから4.2 meまでの範囲を示し、すべての園が九州土壌診断基準の上限値を上まわった。2 meを越える園は、全体の約60%を占め、最高値4.2 meの園は安山岩土壌の園であった。



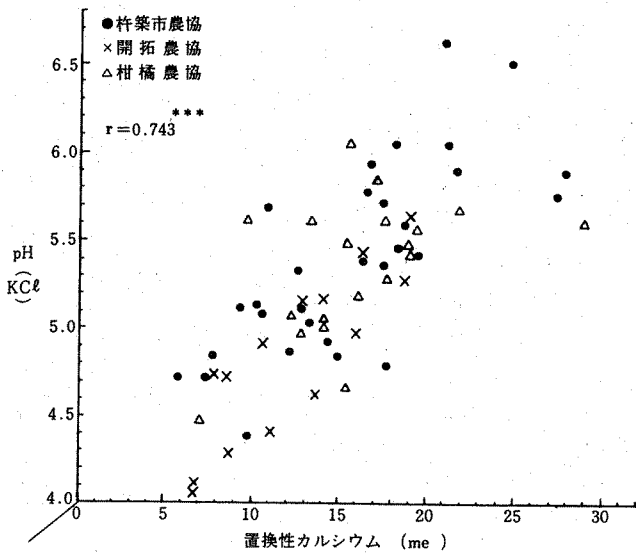
第3図 腐植と置換性ナトリウムとの関係 (表層0~10cm土壌)



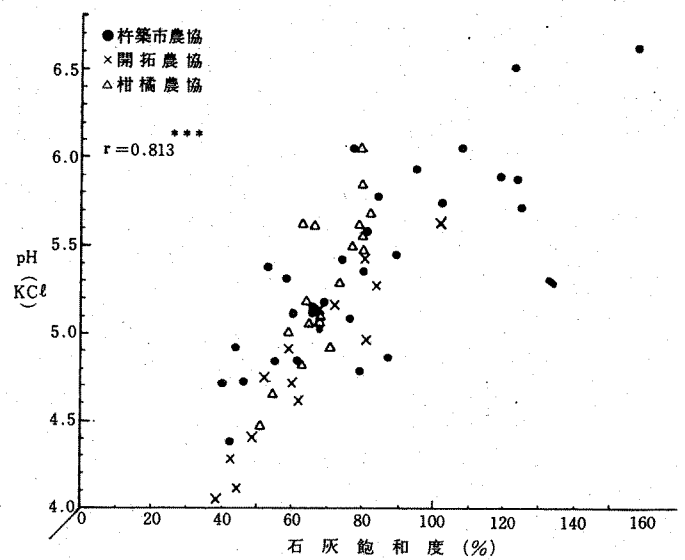
第4図 電気伝導率と置換性ナトリウムの関係 (表層0~10cm土壌)



第5図 電気伝導率と腐植及び全窒素との関係 (表層0~10cm土壌)



第6図 pH (KCl) と置換性カルシウムとの関係 (表層0~10cm土壌)



第7図 pH (KCl) と石灰飽和度との関係 (表層0~10cm土壌)

第1表 バリマックス回転後ソート後の因子パターン

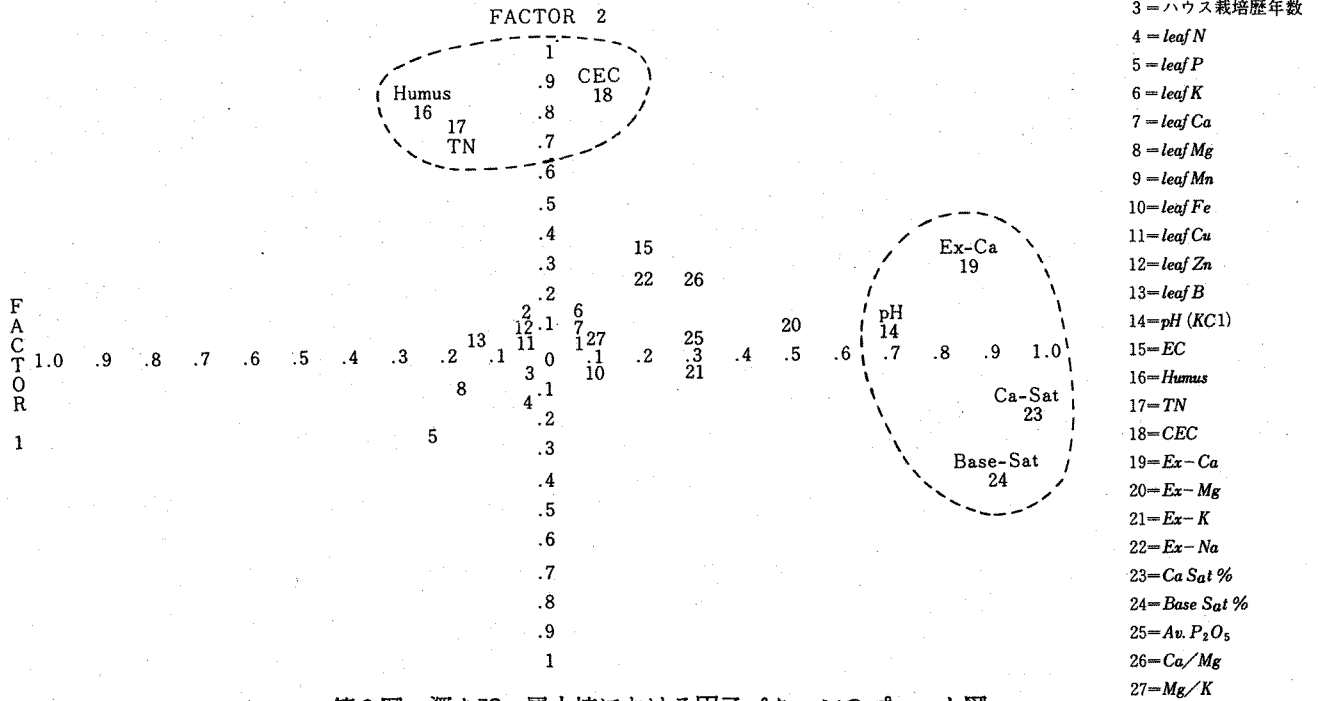
変 量	深 さ 10 cm 層 土 壌			深 さ 30 cm 層 土 壌		
	因子 1	因子 2	因子 3	因子 1	因子 2	因子 3
Humus	0.911	0	0	0	0.804	0
TN	0.886	0.273	0	0	0.748	0
EC	0.836	0	0	0	0.351	0
Ex. - Na	0.747	0	0	0	0.269	0
CEC	0.681	0	0.378	0	0.840	0
Ca 飽 和 度	0	0.958	0	0.935	0	0
Ex. - Ca	0.282	0.848	0	0.874	0.324	0
pH (KCl)	0	0.811	0	0.676	0	0
Ca/Mg 当量比	0	0.592	-0.701	0.311	0	-0.421
有効態 P ₂ O ₅	0	0.588	0	0.279	0	0
Ex. - Mg	0.311	0	0.743	0.485	0	0.623
葉 中 Mg	0	0	0.664	0	0	0
過去の平均反収	0	0	0.646	0	0	0
ハウス栽培歴年数	0.256	0	0.545	0	0	0
Ex. - K	0	0	0.388	0.280	0	-0.623
Mg/K 当量比	0	0	0	0	0	0.905
葉 中 P	0	-0.274	0	0	0	0
〃 N	0	0	0	0	0	0
〃 Fe	0	0	0	0	0	0
〃 K	0	0	0	0	0	0
〃 Zn	0.301	0	0	0	0	0
〃 Mn	0.348	-0.459	0	-0.288	0	0
S 60年収量	0	0	0	0	0	0
葉 中 B	0	0	0	0	0	0
〃 Cu	0	0	0	0	0	0
塩基飽和度	0	0.433	0	0.906	-0.377	0
葉 中 Ca	0.426	0	0	0	0	0.314
因子 寄 与	4.201	3.842	2.895	3.846	2.616	2.259

第3因子の置換性マグネシウム、第4因子の置換性カリウムもまた表土での集積が大きかった。以上第4因子までの累積寄与率は70.9%を示し、表土の化学性の特徴が把握出来た。

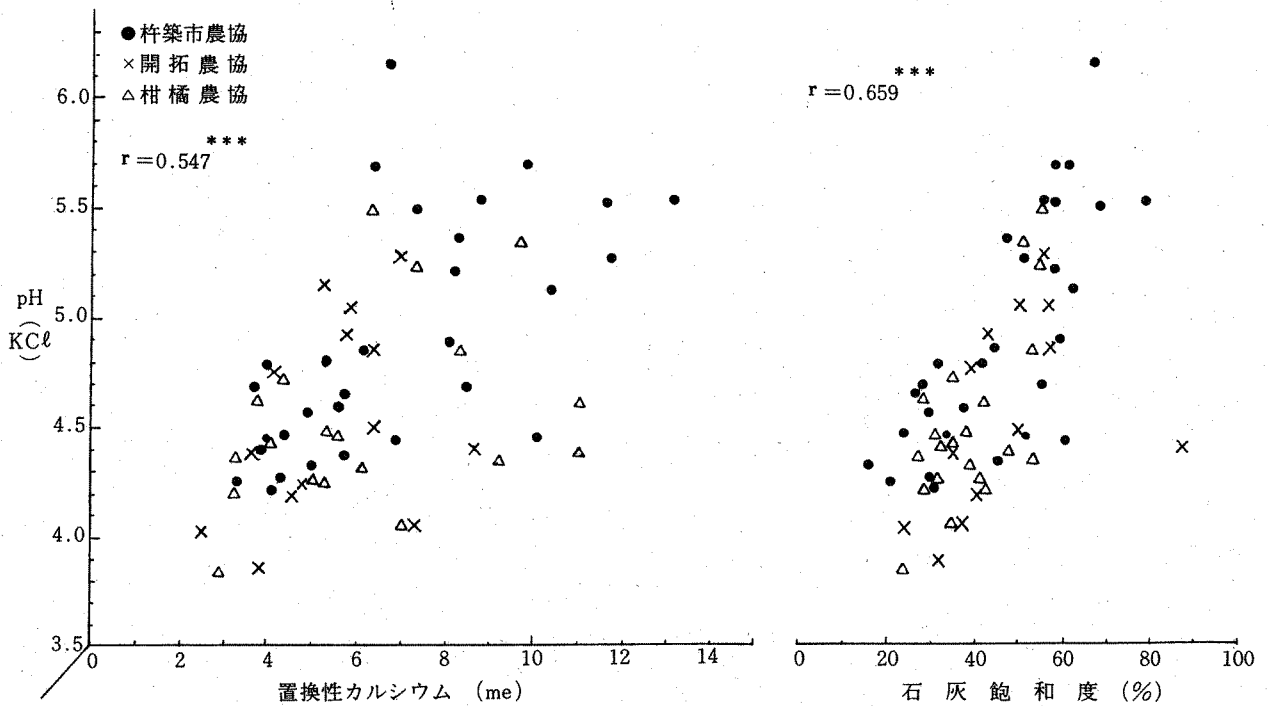
2 深さ30cm層土壌の化学性の特徴

深さ30cm層土壌の化学性は、表土と比較して、第1因子と第2因子の項目が逆転している点が特徴である。即ち、第1因子は石灰飽和度、塩基飽和度、置換性カルシウムの

*** PLOT OF FACTOR PATTERN (FACTOR 1 WITH FACTOR 2) ***



第8図 深さ30cm層土壌における因子パターンプロット図



第9図 pH (KCl) と置換性カルシウム及び石灰飽和度との関係 (深さ30cm土壌)

寄与率が高く、更にやや寄与率は低かったが、pH (KC1)がこの範疇にはいった。そして30cm層土壌では有効態リンサンの寄与率が低くなり、この範疇からはずれたのが、表土の場合と大きく相違した点である(第1表, 第8図)。

置換性カルシウムの増加は、石灰飽和度の上昇をもたらす($r=0.754^{***}$)。また塩基飽和度の上昇をもたらす($r=0.649^{***}$)。更にpH (KC1)を上昇させる傾向を示した(第9図)。

しかし、表土と比較してその値は小さかった。置換性カルシウムの平均値は、表土が14.81meであったのに対し30cm層の土壌では6.34meであった。同じく石灰飽和度は表土73.4%に対し、30cm層で44.8%、塩基飽和度は表土114.5%の過飽和に対し、30cm層では77.7%で適正であった。pH (KC1)は表土が5.25で適正值の範囲内にあるのに対し、30cm層の土壌は4.71で適正值よりもやや低かった(第2表)。

第2表 表層及び30cm層土壌の化学性の比較

項 目	表 層 土 壌		深 さ 30 c m 層 土 壌	
	平 均	標 準 偏 差	平 均	標 準 偏 差
pH (KC1)	5.25	0.55	4.71	0.52
電 気 伝 導 率	0.35 mS/cm	0.23	0.23 mS/cm	0.20
腐 植	3.55 %	1.56	2.14 %	1.81
全 窒 素	0.18 %	0.06	0.08 %	0.05
陽イオン交換容量	20.4 me	4.50	14.4 me	3.97
置 換 性 Ca	14.81 me	5.00	6.34 me	2.47
置 換 性 Mg	4.65 me	1.60	3.15 me	1.47
置 換 性 K	2.26 me	0.85	1.07 me	0.49
置 換 性 Na	0.47 me	0.17	0.40 me	0.14
石 灰 飽 和 度	73.4 %	23.34	44.8 %	14.93
塩 基 飽 和 度	114.5 %	49.68	77.7 %	21.01
有 効 態 P ₂ O ₅	189.7 mg	156.01	13.9 mg	19.87
Ca/Mg当量比	3.38	1.18	2.19	0.84
Mg/K 当量比	2.31	1.11	3.59	2.62

このように30cm層土壌の化学性の第1の特徴は、置換性カルシウムとそれに関連した土壌の反応が中心になった。これの寄与率は21.1%で、表土の第1因子の寄与率27.3%よりも小さかった。

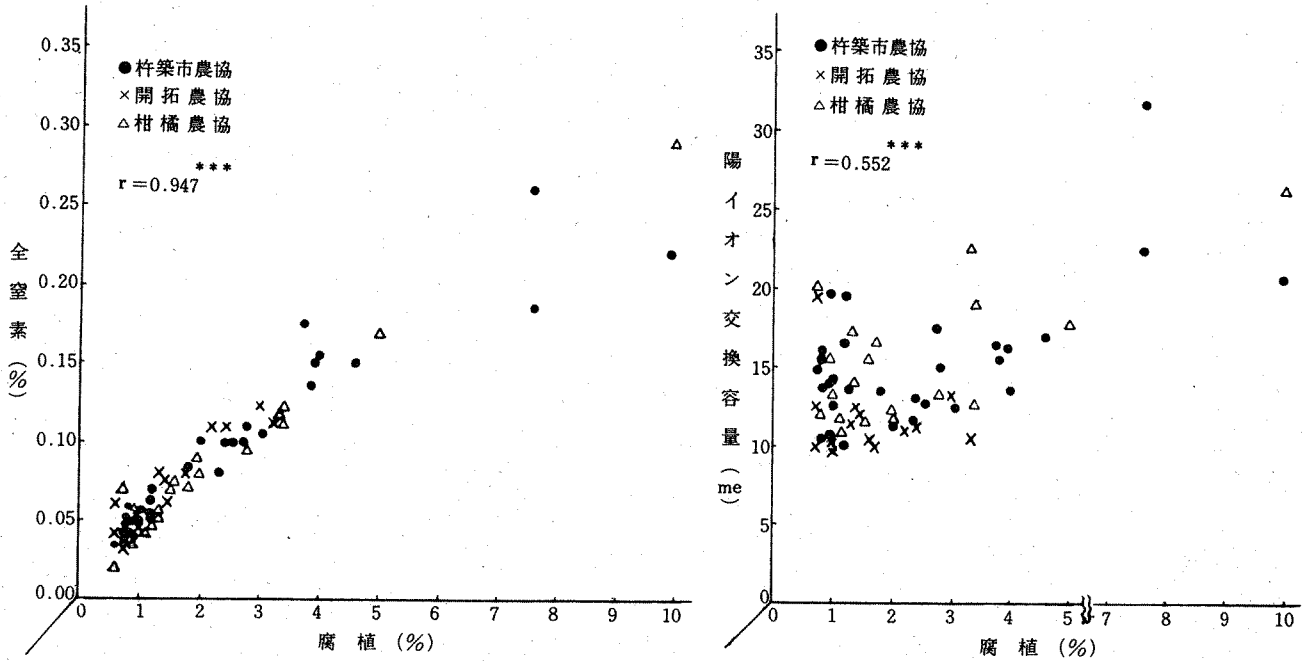
第2因子は、腐植に関連した因子で、陽イオン交換容量、腐植、全窒素の寄与率が高かった。しかし、電気伝導率と置換性ナトリウムがこの範疇からはずれた点は、表土の場合と大きく相違した(第1表 第8図)。

30cm層土壌に於ても、腐植の影響は、置換性カルシウムの及ぼす影響に次いで大きく、腐植の増加は、全窒素の増加と陽イオン交換容量の増大傾向をもたらした(第10図)。

しかし、その数値は表土の場合に比べて小さかった。即ち、腐植は表土の平均値が3.55%に対し、30cm層土壌で2.14%、全窒素は同じく表土で0.18%に対し30cm層で0.08

%と小さく、陽イオン交換容量は表土で20.4meに対し、30cm層の土壌で14.4meであった。

第2因子の寄与率は20.2%で、第2因子までの累積寄与率は41.3%となった。第1・第2因子とも、農協別違いはみられず混在していた。第3因子はMg/K当量比と置換性マグネシウムと置換性カリウムの寄与率が高かった。しかし、その数値は表土と比べて小さかった。特に置換性カリウムが2meを越える園は表土の約60%に対し、30cm層土壌では6.5%に過ぎず、逆に1me以下の園が56%を占め、表土と対比的であった。第3因子の寄与率は15.8%であり、第3因子までの累積寄与率は57.1%となった。30cm層土壌は表土に比べて、数値も小さくなるので、第3因子までを取上げれば、ほぼ大要が説明出来、特徴がつかめた。



第10図 腐植と全窒素及び陽イオン交換容量との関係 (深さ30cm土壌)

3 ハウスの経歴年数と土壌の化学性

ハウスでは栽培年数(ビニール被覆年数)を重ねると、土壌養分が富化する傾向を示したが、その顕著なものを次に示す。

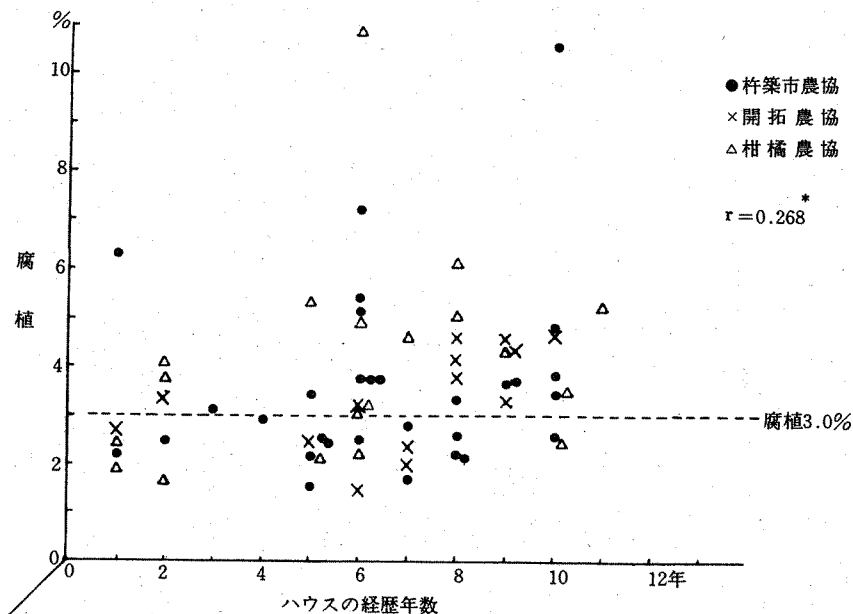
有機物のハウス内持込みによって、腐植含量が増加するが、腐植3%以上の園はハウス経歴5年以上の園で多く、全体の50%強であった(第11図)。

また、有機物の持込みによって、置換性カリウムも当然増加した。置換性カリウムが2 meを越える園は全体の約

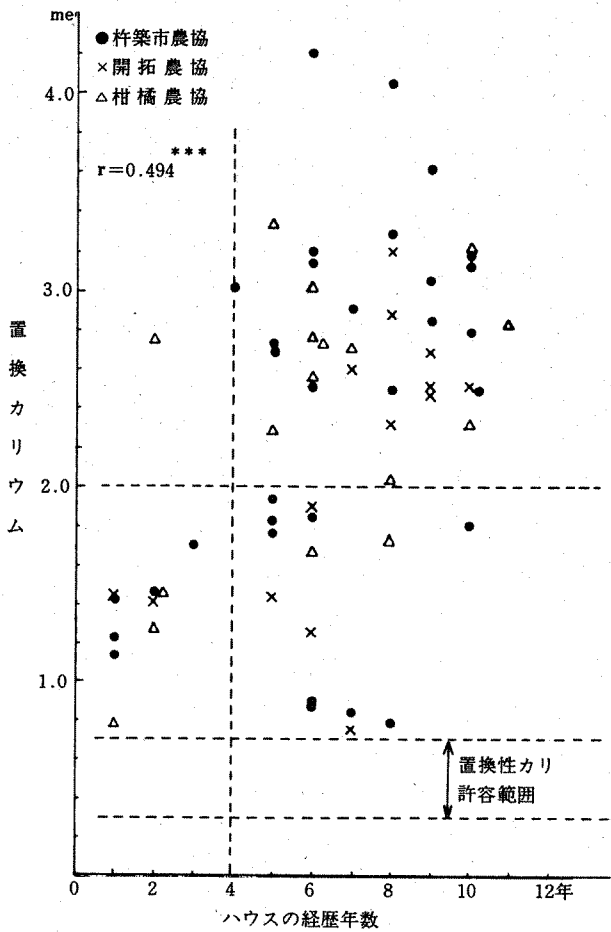
60%を占めたが、このうちの95%がハウス経歴5年以上の園であった(第12図)。

有効態リンサンが150mg/100g以上ある園は、全体の約50%を占め、ハウス経歴5年以上の園がほとんどであった、ハウス経歴2年以下の園にはなかった(第13図)。

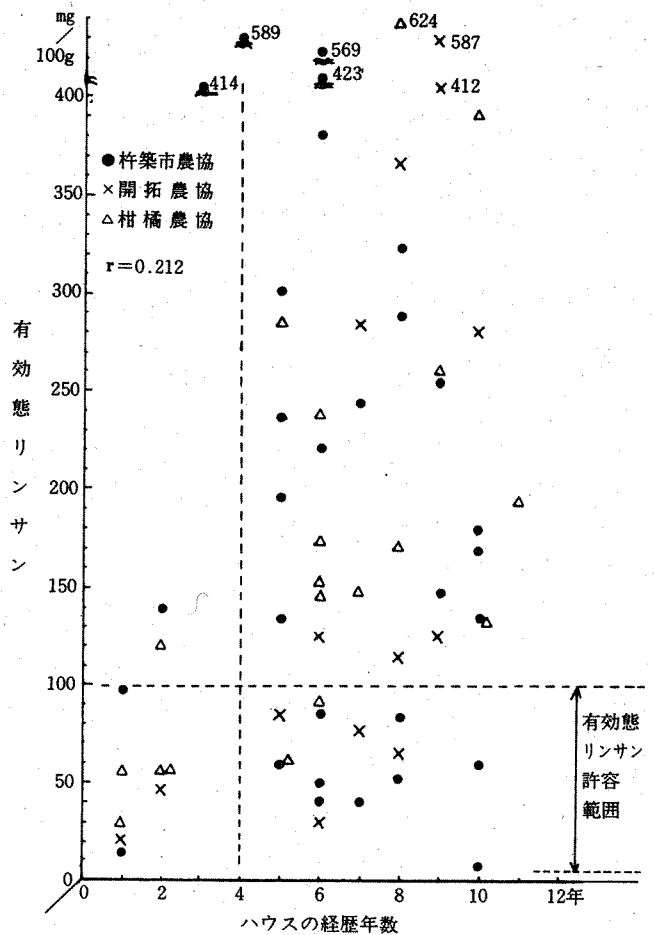
置換性カルシウム、マグネシウム、pH、電気伝導率については、ハウスの経歴年数との関係はみられなかった。ただし、置換性カルシウムが20meから30meまで高含量含まれる園は13%あり、それらの園はすべてハウスの経歴年数が5年以上の園であった。



第11図 ハウスの経歴年数と腐植含量との関係 (0~10cm土壌)



第12図 ハウスの経歴年数と置換性カリウム (0~10cm土壌)



第13図 ハウスの経歴年数と有効態リンサン (0~10cm土壌)

また、置換性マグネシウムを6meから9meまで高含量含む園は23%あり、それらの園はほとんどハウス経歴5年以上の園であった。更に電気伝導率が0.6mS/cm以上の値を示す園は、ハウス経歴5年以上の園がほとんどであった。塩基の当量比、即ちCa/Mg比、Mg/K比についてはハウスの経歴年数とは関係がなかった。以上のことから、ハウス内の表層土壌の養分集積傾向は、栽培年数と関係が深いものとそうではないものとに分かれた。

土壌養分の集積が顕著になる成分は、主にハウス栽培5年目前後から増加の傾向を示した。

4 ハウス内における土壌の違いと特性

調査ハウス園の土壌は、安山岩土壌が36園、火山灰土壌が21園、安山岩と火山灰の混合土壌が4園、花崗岩土壌が1園であった。このうち主体となる安山岩土壌の園と火山灰土壌の園について検討した。

腐植は搬入される有機物の影響を受けるが、安山岩土壌と火山灰土壌について若干の相違がみられた。表層土壌では、腐植2%以下の園が安山岩土壌で6園の16.7%あった

のに対し、火山灰土壌ではみられず、腐植10~11%の高含量の園が、火山灰土壌で2園みられた点である。深さ30cm層土壌では、腐植1%以下の園が、安山岩土壌で13園の36.1%に対し、火山灰土壌では2園の9.5%にすぎなかった。

有効態リンサンは、表層土壌と30cm層土壌でのアンバランスな分布が顕著にみられた。表層では150mg以上の高含量の園が安山岩土壌で18園の50.0%と多くみられ、火山灰土壌では6園の28.6%であった。これに対して30cm層土壌では、両土壌ともほとんどの園が20mg以下の園であった。

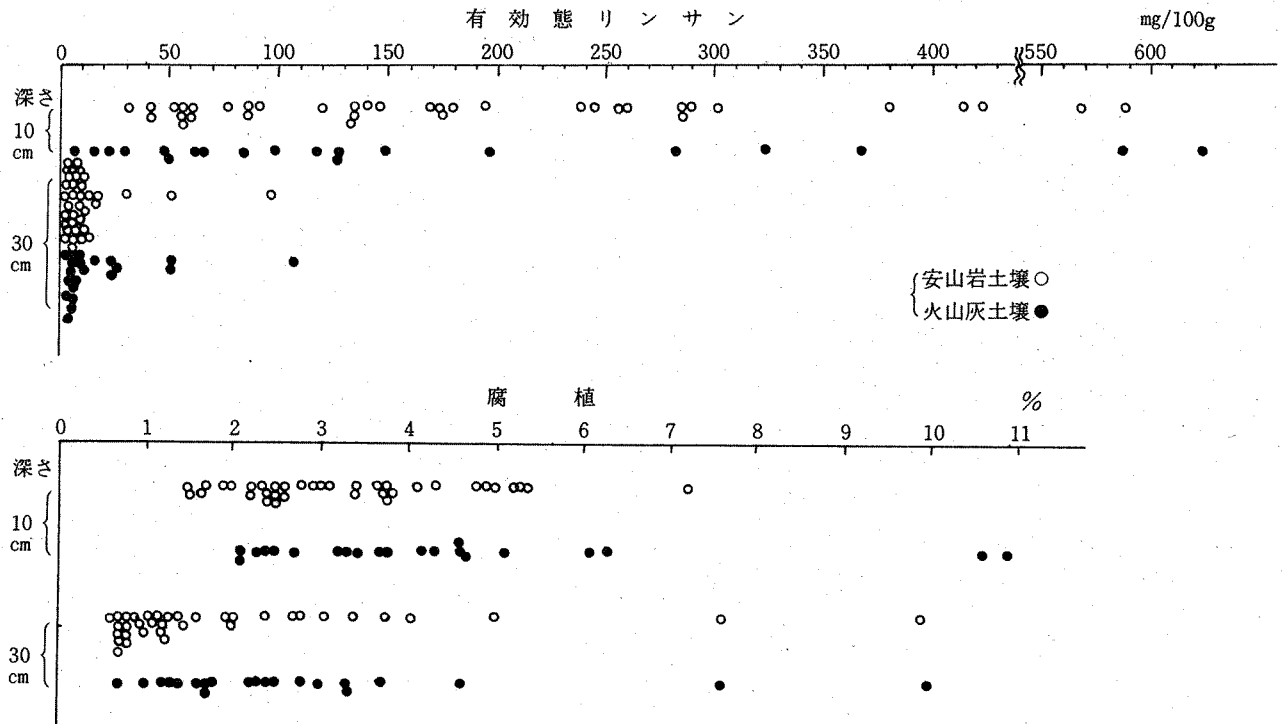
電気伝導率が0.6mS/cm以上の高い値を示す園は火山灰土壌の園に多かった。即ち、表層の安山岩土壌の場合3園の8.3%に対し、火山灰土壌では7園の33.3%でやや多く、30cm層では安山岩土壌が1園の9.3%に対し、火山灰土壌では4園の19.0%でやや多かった。

陽イオン交換容量については、両土壌ともほぼ同じ分布をしているが、診断基準に照らしてみると、安山岩土壌では表層はすべて12me以上で診断基準にマッチしているが、火山灰土壌の20me以上の基準には、11園の52.4%が達しなかった。30cm層の火山灰土壌では、18園の85.7%が

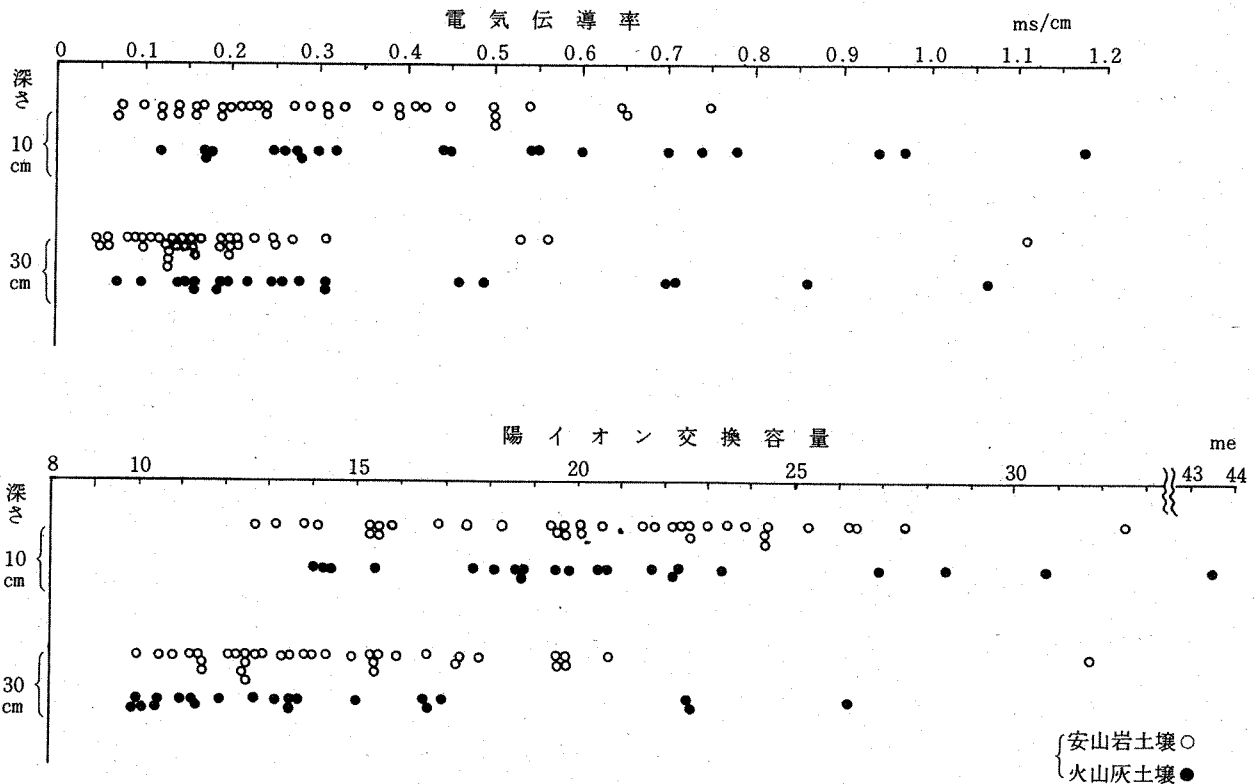
20me以下であった(第15図)。

pH (KCl) が5.8以上の値を示す園は、表層の場合火山灰土壌にはなく、安山岩土壌で9園の25.0%みられた。

30cm層は安山岩土壌の1園のみであった。pHが5.0以下の園は、表層の場合、安山岩土壌で10園の27.8%、火山灰土壌で10園の47.6%であった。深さ30cm層の場合、安山岩土



第14図 土壌の違いと有効態リンサン及び腐植の分布

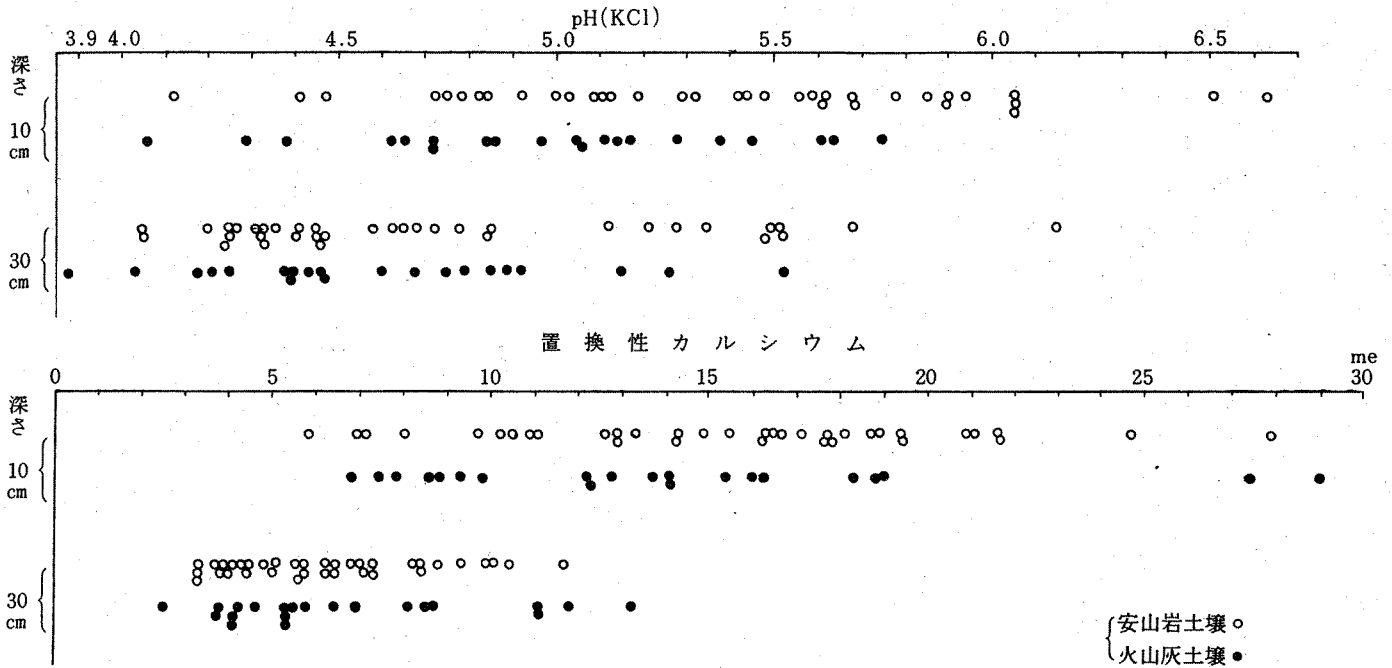


第15図 土壌の違いと電気伝導率及び陽イオン交換容量の分布

壤で26園の72%、火山灰土壌で18園の85.7%で、両層とも火山灰土壌の方が酸性の比率が高かった。

置換性カルシウムは、両土壌とも同じ分布を示し特に問題はなかった。しかし、30cm層土壌の場合、置換性カルシ

ウム含量の少ない園が多かった。安山岩土壌で診断基準の5 me 以下の園は13園の36.1%みられ、火山灰土壌の基準6 me以下の園は12園の57.1%、5 me以下で7園の33.3%存在した(第16図)。

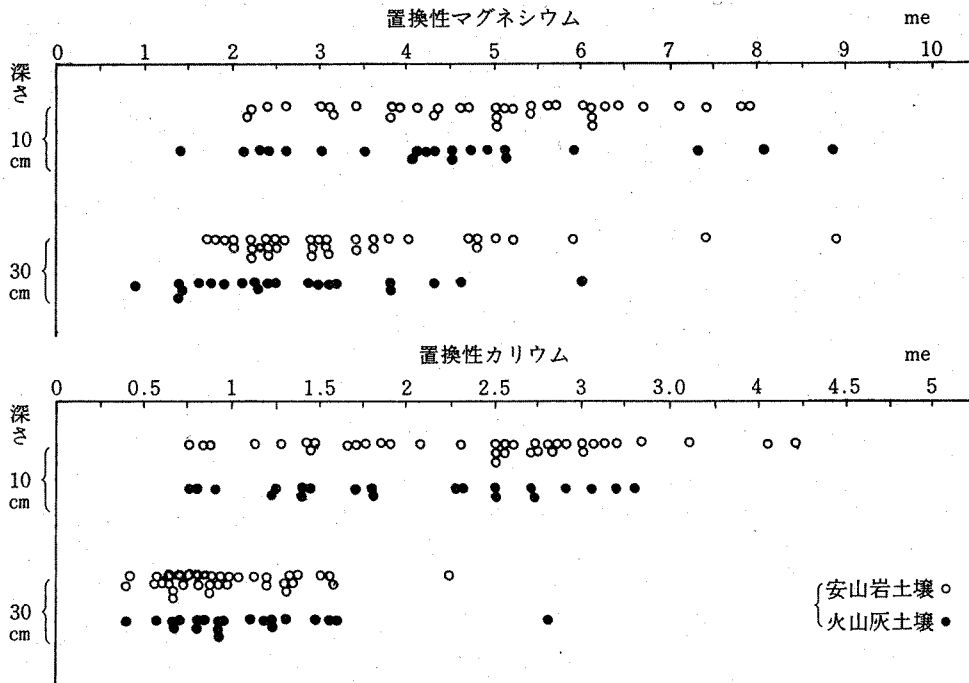


第16図 土壌の違いとpH及び置換性カルシウムの分布

置換性マグネシウムは、両土壌ともほぼ類似の分布を示し、1園を除き、表層及び30cm層とも1 me以上の値を示し診断基準を満足している。6 me以上の高含量の園は、

表層の安山岩土壌で11園の30.6%と多かったが、火山灰土壌では3園の14.3%であった。

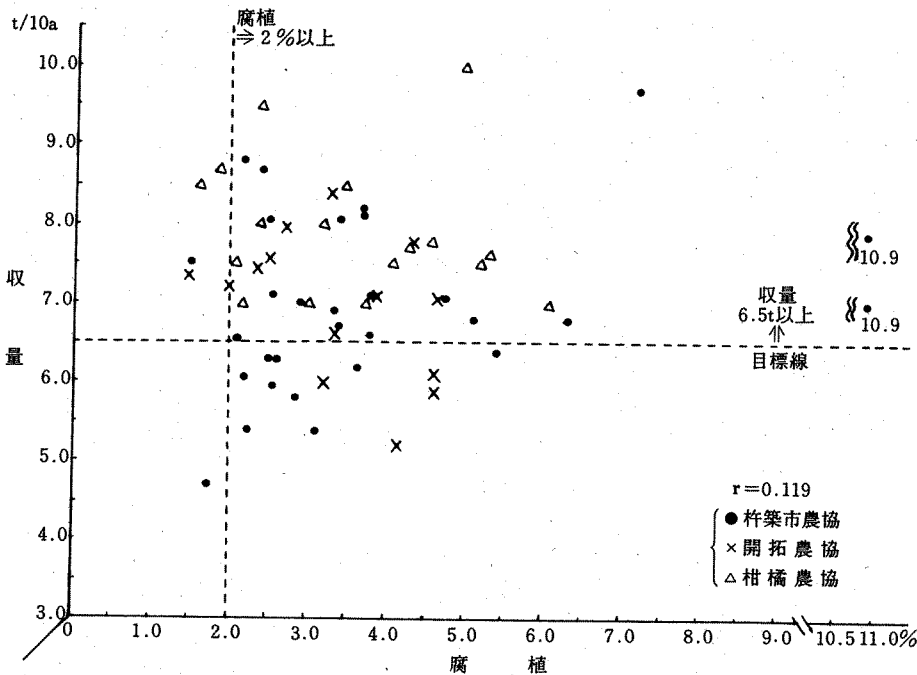
置換性カリウムは、表層では両土壌とも診断基準の上限



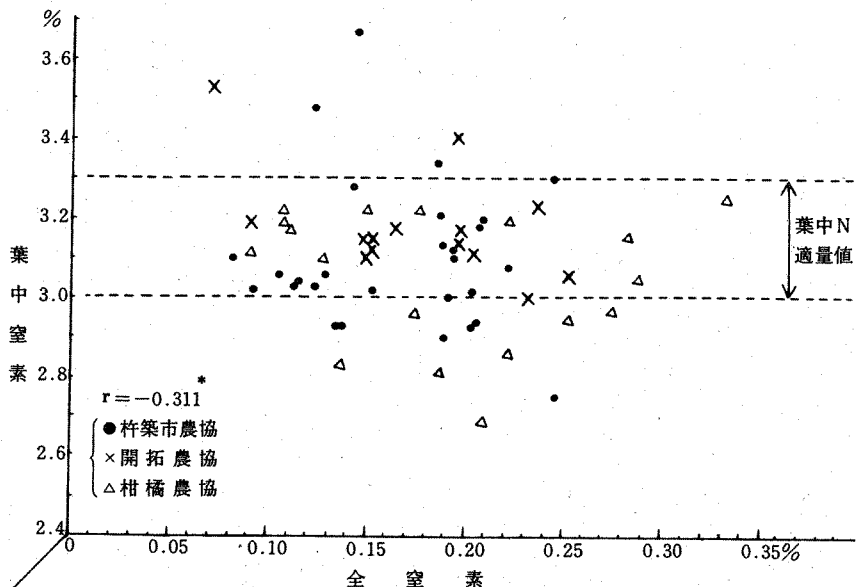
第17図 土壌の違いと置換性マグネシウム及びカリウムの分布

第3表 土壌の違いと葉中成分

土 壤	平均・最大 値・最小 値	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Cu	Zn	B	Fe
安山岩土壌	\bar{x}	% 3.16	% 0.130	% 1.25	% 3.14	% 0.416	ppm 52.5	ppm 4.2	ppm 15.8	ppm 65.0	ppm 59.0
	Max	3.67	0.149	1.58	3.67	0.595	100.8	10.3	19.8	196.6	75.8
	Min.	2.75	0.106	0.94	2.32	0.273	19.1	2.5	12.5	27.1	43.9
火山灰土壌	\bar{x}	3.09	0.131	1.26	3.49	0.402	72.9	4.3	18.0	69.1	56.3
	Max.	3.40	0.150	1.56	4.72	0.544	160.2	7.4	23.9	142.6	76.8
	Min.	2.46	0.100	0.70	2.49	0.246	23.5	2.8	12.6	37.6	45.7



第18図 土壌中の腐植含量と収量との関係(0~10cm土壌)



第19図 土壌中の全窒素と葉中窒素との関係(0~10cm土壌)

値0.7meをすべて上まわっている。2me以上の高含量の園は、安山岩土壌で24園の66.7%と多く、火山灰土壌も10園の47.6%と大半近くを占めた。深さ30cm層土壌では、逆に2me以下の園がほとんどであった(第17図)。

次に土壌の違いと葉中成分の関係であるが、大きく相違したのはマンガンであった。安山岩土壌の園の平均値は52.5ppm、最大値は100.8ppmに対し、火山灰土壌のそれは72.9ppmと160.2ppmで、いずれも火山灰土壌の園の方が高い値を示した。

葉中マンガンとpH(KCl)との関係について、両土壌を込みにした時の相関は、表層土壌で $r = -0.419^{**}$ 、深さ30cm層土壌で $r = -0.289^{*}$ で低い値を示した。

葉中ハウソについては、100ppmを越える園は両土壌についてそれぞれ4園ずつみられたが、その中で150ppmを越える園は2園あり、安山岩土壌の園であった。

他の葉中成分については、土壌の違いは認められなかった。

5 土壌成分と収量及び葉中成分との関係

収量及び葉中成分と土壌の化学成分との関係について検討した。まず収量との関係であるが、ハウス表層土壌の第1因子であった腐

植との関係を第18図に示した。大部分のハウスが腐植2%から6%の間に、収量では6tから9tの間にはいった。反収8t以上の高収量園も腐植含量は、ほとんど2%から6%の間にあった。このように収量の増加は、土壌中の腐植含量の増加と比例しなかった。他の土壌の化学成分についても、収量との相関は認められなかった。

次に土壌中の全窒素と葉中窒素の関係を第19図に示した。全窒素の多少にかかわらず、葉中窒素は全ハウスの71%が3%から3.3%の適量の範囲内にあり、土壌中の全窒素の増加と葉中窒素の増加とは比例しなかった。ここで葉

中窒素が3%を割ったハウスについて検討するために、収量との関係を第20図に示した。葉中窒素が3%を割っているハウスの収量は6tから10tであり、そのうち7tから9tのハウスが最も多かった。このように幾つかのハウスは、高収量とハウス内の土壌乾燥も加わって葉中窒素が低下したものと考えられ、連年安定生産が危ぶまれる。

土壌中の有効態リンサンと葉中リンサンの関係も、比例しなかった。有効態リンサンが土壌中に十分あるにもかかわらず、葉中リンサンは適正な0.15~0.18%の値よりもすべて低く0.10~0.15%の間にあった(第21図)。

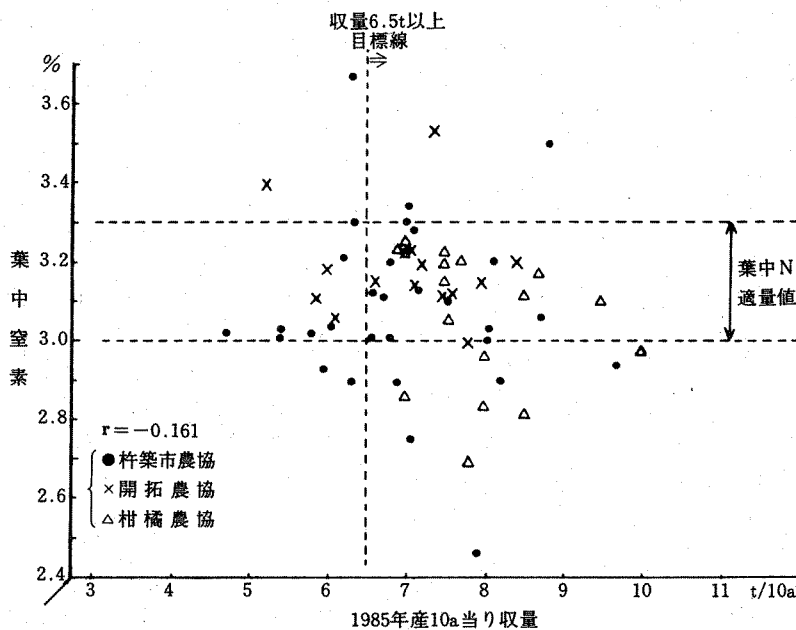
置換性カリウムと葉中カリウムの関係も同様で、置換性カリウムの多少にかかわらず葉中カリウムは1%から1.6%の間の適量域内にあった。ただ2園だけ1%を割り、そのうちの1園は0.7%で特に低い値を示した(第22図)。

葉中カリ含量は、窒素と同様収量と関係が深いので第23図に示したが、相関は認められなかった。葉中カリが0.7%と低かったハウスでは、約8t近くの高収量を得ており、これと土壌乾燥が原因と考えた。連年安定して6.5t以上の収量をあげるためには、葉中カリレベルは最低1%以上は必要と思われた。

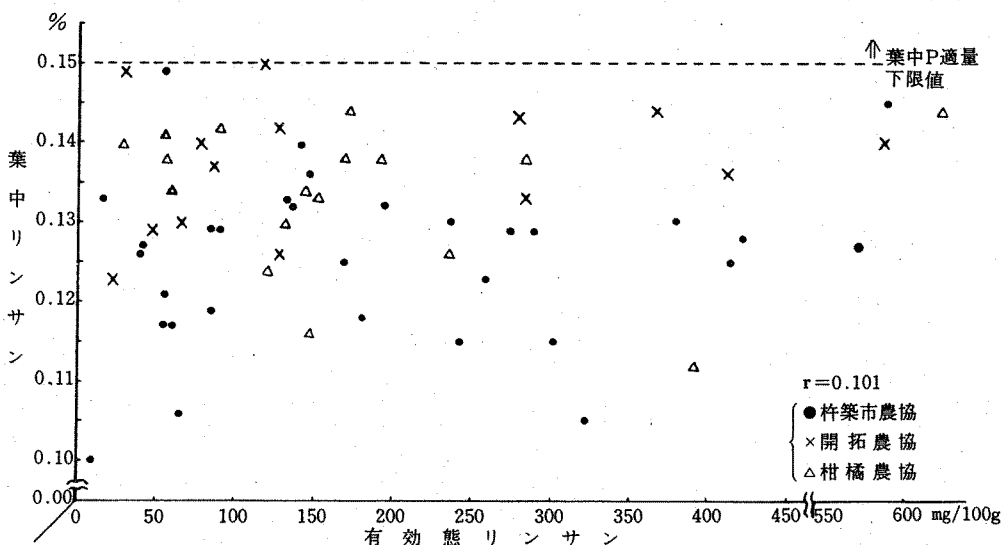
置換性カルシウムと葉中カルシウムの関係は、置換性カルシウムの多少にかかわらず、葉中カルシウムがすべて2~5%の適量の範囲内にあった(第24図)。

置換性マグネシウムと葉中マグネシウムについて、同じく置換性マグネシウムの多少にかかわらず、葉中マグネシウムは、全ハウスの79%が0.30~0.50%の適量の範囲内にあった。

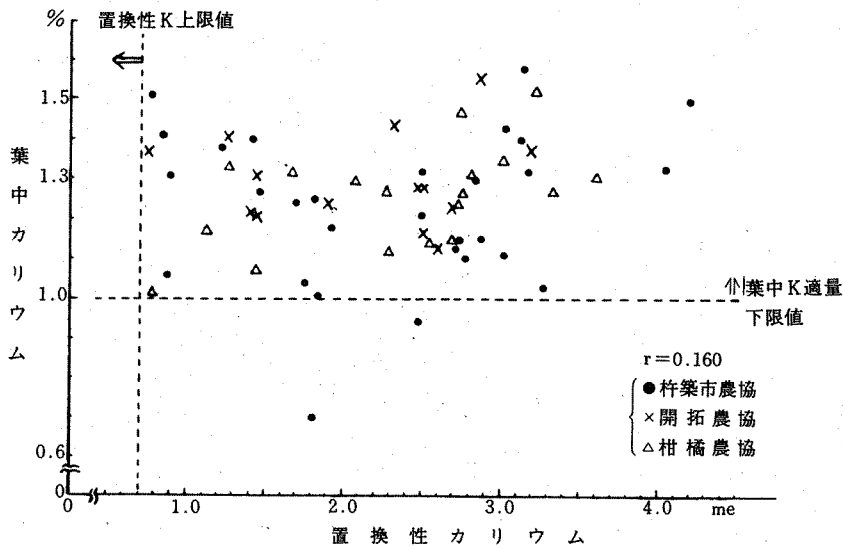
以上のことから、ハウス



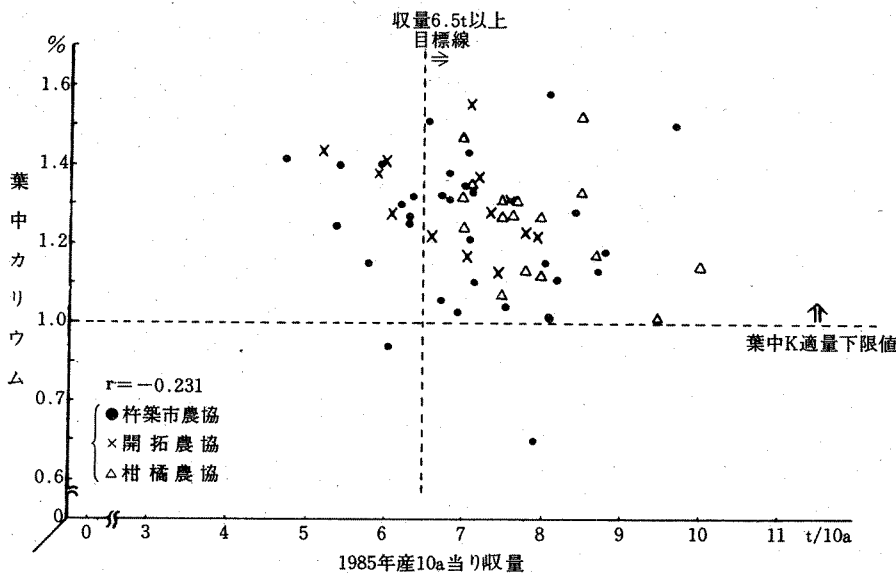
第20図 1985年産収量と葉中窒素との関係



第21図 土壌中の有効態リンサン含量と葉中リンサンとの関係(0~10cm土壌)



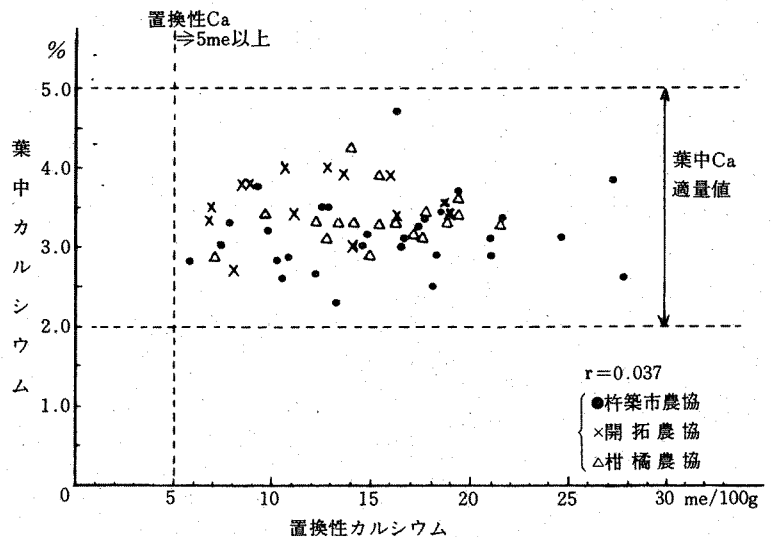
第22図 土壌中のカリ含量と葉中カリ濃度との関係 (0~10cm)



第23図 1985年産収量と葉中カリ成分含量との関係

た。葉中マンガンは、適量値の30~100ppmの間にはいる園が全ハウスの81%あった。100ppm以上の園と30ppm以下の園が、それぞれ同数の6園ずつみられた(第28図)。葉中ホウ素は、適量値30~100ppmの間にはいる園が、全ハウスの82%を占めた。100ppmを上まわった園は9園で、このうちの7園が柑橘農協管内の園であった。ただし、150ppmを越える園は2園だけで、最高値は196ppmであった。2園については、ホウ素過剰に注意する必要がある。

以上のことから、葉中成分については、微量元素、特に銅と亜鉛の欠乏症に注意すると共に、早急に対策を講じる必要を認めたので、現地と打合せの上処置した。



第24図 土壌中の石灰含量と葉中カルシウムとの関係 (0~10cm土壌)

内では、土壌養分の過剰集積にもかかわらず、樹体内には比例的に多くは吸収されていないかった。

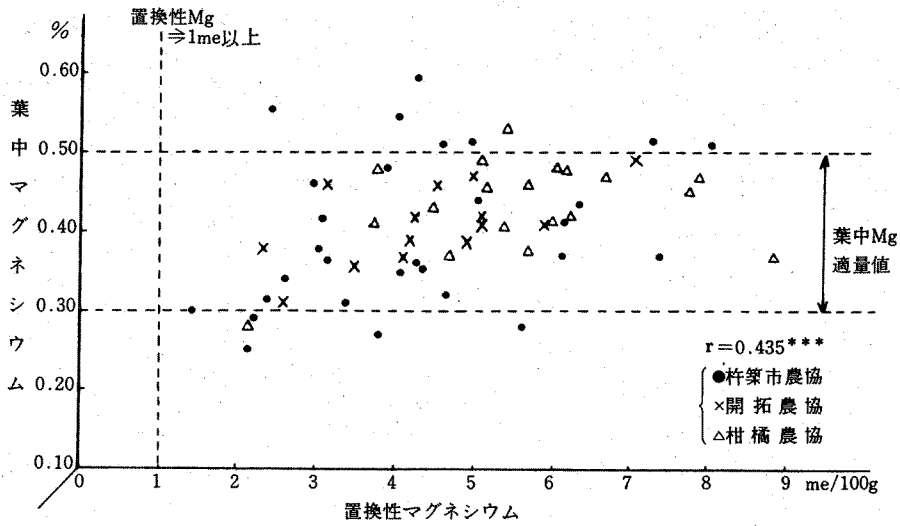
次に葉中成分の相互関係についてみる。第4表に農協別の葉分析結果を示した。多量要素については、葉中窒素と葉中リンとの間に正の相関がみられた。露地では一般に拮抗関係がみられることが多いのに対して、ハウスでは相助関係がみられた(第26図)。

葉中リンがすべて適量値を下まわった点についてはすでに述べた通りである。

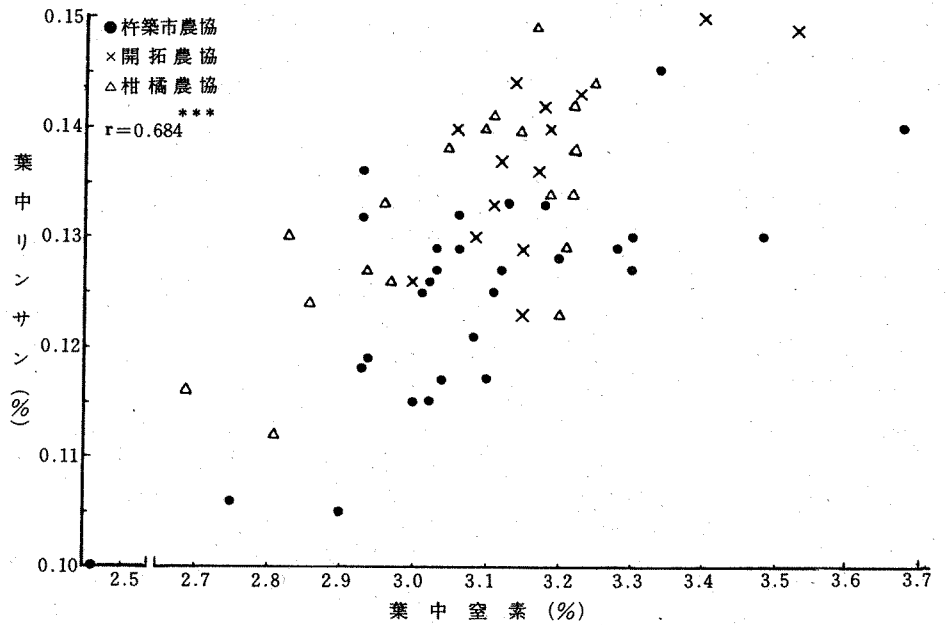
微量元素については、留意しなければならない点が多かった。第27図に葉中銅含量と亜鉛含量の関係を示した。銅及び亜鉛ともそれぞれ適量値を下まわり要注意状態の園が多かった。葉中銅含量が5ppmを下まわった園は、全ハウスの79%を占めた。葉中銅含量の最小値は2.5ppmであった。葉中亜鉛含量が適量下限値20ppmを下まわった園は、全ハウスの87%を占めた。葉中亜鉛含量の最小値は12ppmであった。

葉中銅と亜鉛が共に適量下限値以下の値を示した園は、全ハウスの73%を占めた。

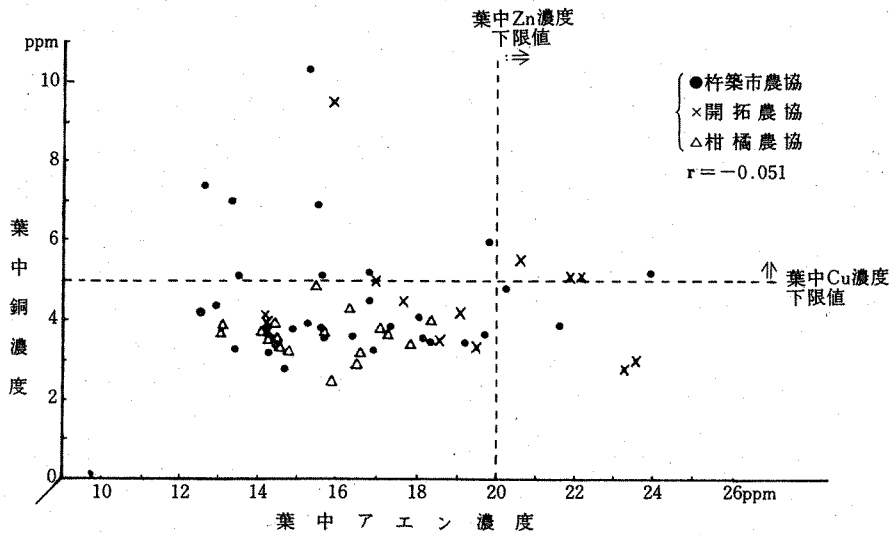
葉中亜鉛は、葉中マンガンの増加に伴ってやや増加する傾向を示し



第25図 土壌中の交換性マグネシウムと葉中マグネシウムとの関係 (0~10cm土壌)



第26図 葉中窒素と葉中リンサンとの関係

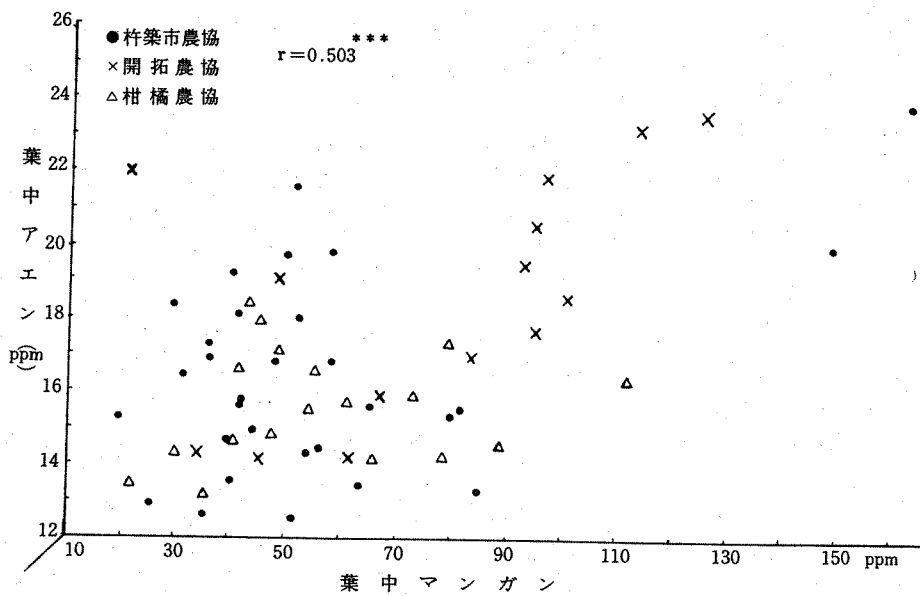


第27図 葉中銅及びアエン濃度の関係

第4表 収量及び葉分析結果

農協	平均・最大値・最小値	収量	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Cu	Zn	B	Fe
		kg	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
杵築市農協	\bar{x}	6,969	3.09	0.125	1.24	3.13	0.401	55.3	4.6	16.4	57.2	61.2
	Max.	9,669	3.67	0.145	1.58	4.72	0.595	160.2	10.3	23.9	119.6	76.8
	Min.	4,709	2.46	0.100	0.70	2.32	0.246	19.1	2.8	12.5	27.1	46.9
開拓農協	\bar{x}	6,972	3.18	0.137	1.31	3.51	0.410	77.4	4.5	18.7	65.7	54.9
	Max.	8,414	3.53	0.150	1.56	4.00	0.493	126.0	9.5	23.6	142.6	70.3
	Min.	5,177	3.00	0.126	1.13	2.71	0.308	23.5	2.8	14.2	46.4	47.6
柑橘農協	\bar{x}	7,933	3.05	0.133	1.25	3.34	0.435	56.3	3.6	15.6	81.6	55.8
	Max.	10,000	3.25	0.149	1.47	4.24	0.526	111.8	4.9	18.4	173.3	75.8
	Min.	7,000	2.69	0.112	1.01	2.87	0.281	21.4	2.5	13.1	29.7	43.9

(注) 平均値 \bar{x} は、杵築市農協30点、開拓農協14点、柑橘農協18点の平均を示す。



第28図 葉中アエンとマンガンの関係

IV 考察

本調査対象地域のハウスミカン園は、ほとんどが傾斜7度以内の緩傾斜園地であり、一部平坦地がみられた。水田転換園はなかった。調査した62園のうちブル開墾が38園の61.3%、手開墾が24園の38.7%であった。土壌別では、安山岩土壌が36園の58%と火山灰土壌が21園の約34%で、この2つの土壌が主体となった。

今回の調査で概括的結論を先に述べると、ハウス内の表層には、土壌養分が過剰集積されているにもかかわらず、

重大な栄養的生理障害は、見られなかった点である。しかし、要注意しなければならない点はかなりあった。

因子分析の結果から得られた結論は、過去の成績及び経験上から感知していた結果とほぼ一致し、多変量的に関わっている中での総合化と寄与率による順位づけが出来た点で、有効な手法であったと考える。

表層土壌での第1因子が、腐植を中心とした因子であったことは、経験上からも一致するところである。腐植の増加と相俟って、全窒素、電気伝導率、置換性ナトリウム、陽イオン交換容量の値が増大したが、この中で電気伝導率

の上昇は、根傷みなどの障害が心配された。0.6mS/cm以上の値を示す園が18%あり、最高が1,175 mS/cmであった。この値を露地と比較してみると、オガクズ入り鶏ふん堆肥を毎年4 tから8 tを7年間投入して、その時の値が0.15 mS/cm以下であったことからして、如何にハウス内での電気伝導率が高いかがわかる。今の所、根傷み等の障害発生がどの程度の電気伝導率の時に発現するかは明らかでないが、いずれにしても高電気伝導率の園では注意する必要がある。

また、腐植の増加と比例して置換性ナトリウムが増加している。0.6 me以上の園が6園の9.7%みられ、最高が1.14 meと高い値を示している。電気伝導率の場合と同じく露地では、堆肥の5年間連用でも置換性ナトリウムの最高は0.4 me以下であったことからして、ハウスでの値の大きいことがわかる。

この置換性ナトリウムの増加は、堆肥などの有機物施用に起因するもので、傾斜地の場合、かんがい水からの影響はほとんどないものとする。

表層土壌の第2番目以降の因子については、石灰、苦土、カリの置換性塩基が中心となった。この中では、置換性カリウムがハウスの被覆年数と最も関係が深く、ハウスの被覆年数を重ねるほど置換性カリウム含量が増加する傾向を示した。すべての園が、九州の土壌診断基準の上限値である0.7 meを上まわっており、2 me以上の園は、1園を除き、37園の58.7%が被覆年数4年以上の園であり、最高は4.2 meを示した。一方、置換性カルシウムとマグネシウムは、カリウムほど明瞭ではなかったが、置換性カルシウムが19 me以上の園は12園の19%、置換性マグネシウムが6.5 me以上の園は8園の12.7%で、いずれも被覆年数が5年以上のハウスであった。

このように高含量の置換性塩基は、ハウスの被覆年数が長くなるに従って増加している。この結果塩基バランスが特異的となっている。Mg/K比で2以下の園が、表層で32園の50.8%と大半を占め、カリの値が大きいことがわかる。ただし、Mg/K比が1以下の園は1園だけであった。Mg/K比2~6の適正域の園が30園の47.6%であった。一方、Ca/Mg比については、4以下の園が50園の79.4%と多くを占め、その中Ca/Mg比1~3の間にはいる園が27園の42.9%を占めた。残りの13園は、Ca/Mg比が4~7の範囲にはいった。Cg/Mg比が1~3の小さい値を示す園が多いとはいえ、石灰飽和度についてみると、40%以下の園は2園だけの3.2%に過ぎなかった。残りの園はすべて適正か又は過剰であった。関東土壌保全・養分基準検討会では、畑土壌の適正な塩基組成を陽イオン交換容量と各塩基の飽和度及び全体の塩基飽和度によって設定し

ている。これと九州の土壌診断基準値から勘案してみると、石灰飽和度の過剰が17園の27.0%で、残りの44園の69.8%が適正域にはいった。このことからCa/Mg比が小さい値を示したのは、置換性カルシウムの不足というよりも、置換性マグネシウムの絶対量が多かったことによるものである。

Mg/K比についても同様で、置換性カリウムの絶対量の多いことによるものであった。

深さ30cm層土壌については、腐植の影響が弱まり、石灰を中心とする成分が第1因子となった点が特徴で、第1因子の中からは、表層と違って有効態リンサンがはずれている。この点実際の有効態リンサンの分布からみても明らかである。

また、第2因子の腐植グループについても、表層と違って、電気伝導率及び置換性ナトリウムがグループからはずれている。

両者とも、30cm層では、値が小さくなり影響が弱まったものとみられる。このように30cm層土壌では、各土壌成分とも数値が小さくなり、表層土壌とのアンバランスが目立ったので、表土との混層耕による土壌養分の均一化をはかる必要がある。

ハウスの被覆年数との関係については、各土壌成分及び葉中成分とも相関係数で0.5以上の値を示す成分は1つもなかった。最も高い値を示したもので置換性カリウムの $r=0.494^{***}$ であった。ただし、相関関係がなくても、高含量の成分に着目すると、被覆年数との関係がはっきりした。その項目としては、置換性カリウム、腐植及び有効態リンサンをあげることが出来る。これらの成分では、ビニール被覆5年目頃から急激に増加しており、この点リンサン、カリの施肥量削減時期について参考にしてよいと思われる。

土壌の違いとハウスの関係については、特に安山岩土壌と火山灰土壌が中心となったが、安山岩土壌では、中粒質から細粒質の土壌が多かった。火山灰土壌は、淡色黒ボク土から表層腐植質黒ボク土、厚層腐植質黒ボク土まで含み、更に安山岩土壌と火山灰土壌の混じりもみられ変化に富んでいた。

安山岩土壌のハウスでは、火山灰土壌のハウスに比べて腐植が少なかった。特に腐植が2%以下の園が多かった。そのかわり、有効態リンサンが150 mg/100 g以上の高含量の園が多かった。

これに対し、火山灰土壌では、0.6 mS/cm以上の高い電気伝導率を示す園が多く、また酸性の園が多かった。すべての園は、ビニール被覆中の施肥前に採土されたものであるから、施肥の影響によるものではなかったと考えてよ

い。高い電気伝導率は、腐植の影響によるものと考えた。

更に火山灰土壌と安山岩土壌の顕著な違いの1つに葉中マンガン含量の違いがみられた。平均値の差が、火山灰土壌の方が20.4 ppm も高い値を示した。両土壌の最大値の差をとってみると、火山灰土壌の方が59.4 ppm も高く、最大値は160.2 ppm であった。

ただ、pHと葉中マンガンの相関をとってみると、相関関係はみられなかった。しかし、葉中マンガンを90 ppm を越えるような園については、おおむね酸性が強い園であった。

当柑橘試験場の1966年度の試験結果⁸⁾では、葉中マンガンを100~150 ppm 以上になると異常落葉症が発生してくる傾向を認め、土壌pHと関係があることを報告している。

石原²⁾は、葉中マンガンの含量と土壌pH(H₂O)の間には $r = -0.86^{**}$ の負の強い相関関係があり、100 ppm を越すと異常落葉の傾向があることを報告している。

以上のことからみると、葉中マンガンを100 ppm を越える園については注意が必要である。安山岩土壌では最大値が100.8 ppm であったのでまず心配ないが、火山灰土壌の園では注意する必要がある。

次に、土壌養分と葉中成分の関係であるが、表層の土壌養分は過剰にあるにもかかわらず、樹体には比例して多くは吸収されず、葉中空素、カリウム、カルシウム、マグネシウムは、ほとんど適量の範囲内にあり、葉中リンサンは適量値をやや下まわった。

岩切³⁾らの調査した水田転換ハウスミカン園¹¹⁾では、葉中カリウムが1%を割った園が多く、また土持¹⁾らが黒ボク土で調査した園も1%を割っていた。これに対して原田¹⁾らの調査では、1%を越えていた。本調査では、葉中カリウム含量は2園を除き、すべて1%を越えていた。

水田転換園では、葉中カリウムと置換性カルシウム、マグネシウム、ナトリウムと負の相関がみられ、塩類の含量が増えるほど葉中カリウム濃度が低下することを報告しているが、本調査ではこの傾向が認められなかった。これは傾斜地ハウスと、排水不良な水田転換園の違いが最も大きく、更に採葉時期も相違していたことが主な原因と考えられる。

土壌養分が過剰にあるにもかかわらず、樹体内に比例して多く吸収されなかったのは、ハウス内の土壌水分調節のための水切りにあると考える。

採土時点では、満開後165~175日前後にあたり、pF 2.6前後に土壌水分管理をしており、それ以前の満開後100日から160日の期間は、pF 2.7~3.0に管理されており、採土以前から土壌は相当長く乾燥状態にあり、養分吸収が抑制された結果と考える。

微量元素については、葉中銅と亜鉛が適量下限値を下まわり、欠乏症発生の一步手前であった。やはり水切りによる吸収阻害が主な原因と考える。

原田¹⁾らによると、pH(H₂O)が7.29に上昇した年に亜鉛及びマンガンの欠乏症がみられ、その時の濃度は葉中亜鉛が15 ppm、葉中マンガンを22 ppm と低く、更に銅欠乏発生園の葉中銅含量は3.1 ppm であったと報告している。

また、土持¹⁾らは、銅欠乏症発生の危険性が極めて高い園は、葉中銅含量が2 ppm 以下であると報告している。

このようなことから、本調査園でも銅及び亜鉛欠乏症発生の可能性が十分あると考えられたので、現地と打合せの上、これの防止策を講じたところである。

葉中ホウ素については、ホウ素含量が150 ppm を越える園が2園みられ、最高が196 ppm であった。原田¹⁾らはハウスミカンで、葉先が褐変し落葉する症状は、葉中ホウ素が175 ppm 以上で発生がみられるとし、また石原²⁾は、ミカンの葉中ホウ素含量が176 ppm 以上になると、ホウ素過剰症発生の恐れがあることを報告しており、武井¹⁰⁾は、ハウスミカンで軽微な黄化落葉症がみられる葉中ホウ素濃度は、201~300 ppm としており、更に高木⁹⁾らは、宮内伊予柑で160 ppm 以上、川野ナツダイダイで100 ppm 以上になると明確な葉先黄化症が発生したことを報告している。

以上のことからみて、本調査園の2園については、ホウ素過剰症発生の一步手前で、要注意状態にあると考えてよい。

収量と土壌成分及び葉中成分との関係については、どの成分とも相関が低く、他の要因がたくさん関与していることが伺われた。

今回は、土壌の化学性を中心として調査を行なったが、土壌の物理性についても調査の必要がある。特にハウスの水分管理に関しては、土壌の物理性が重要なポイントとなる。更に安定生産を期するためには、根群形成の問題や客土に関する問題についても、今後検討を要するものと思われる。

V 摘 要

ハウス栽培を毎年繰り返すと、露地栽培とは土壌条件が大きく相違してくると考えられ、今後の施肥改善と土壌改良推進のために、施設栽培の中心である杵築市の緩傾斜ハウスミカン園の土壌実態調査を行なった。

1 因子分析の結果、表層土壌の化学性の特徴は、第1が腐植、第2が石灰と有効態リンサン、第3が苦土、第4

- がカリに関連した因子であった。
- 2 ハウス内の腐植の増加は、全窒素、置換性ナトリウム電気伝導率及び陽イオン交換容量の上昇をもたらした。
 - 3 電気伝導率が 0.6mS/cm 以上の高い値を示す園は、表層で18%あり、根傷み等の注意が必要であった。
 - 4 置換性カルシウムの増加は、pHの上昇をもたらした。pH (KCl) は6以上の園が表層で8%に対し、5以下の園が33%で酸性土壌の園が多かった。
 - 5 有効態リンサンは表層集積が著しく、最高は $624\text{mg}/100\text{g}$ であった。 $150\text{mg}/100\text{g}$ 以上の園が約50%を占めた。
 - 6 置換性カリウムの表層集積も著しく、 2me 以上の園が約60%を占め、最高は 4.2me であった。
 - 7 深さ30cm層土壌の化学性の特徴は、表層土壌と逆転して、第1が石灰と土壌pH、第2が腐植、第3が苦土とカリに関連した因子であった。
 - 8 深さ30cm層の土壌の化学性は、各成分とも数値が小さくなり、表層土壌とのアンバランスが目立ったので、表土との混層耕による土壌養分の均一化をはかる必要を認めた。
 - 9 ハウスでは栽培年数を重ねると土壌養分が富化する傾向を示した。ハウス栽培5年目前後から、置換性カリウム・腐植・有効態リンサンなどの集積が顕著になった。
 - 10 ハウス内の主要な土壌、特に安山岩土壌と火山灰土壌について、化学性及び葉中成分の違いを検討した。
 - 11 安山岩土壌は火山灰土壌に比べて、腐植2%以下の低含量の園が多く、また有効態リンサン $150\text{mg}/100\text{g}$ 以上の高含量の園が多かった。
 - 12 火山灰土壌は、安山岩土壌に比べて、 0.6mS/cm 以上の高電気伝導率を示す園が多く、また酸性の園が多かった。更に葉中マンガンの濃度が 100ppm を越す園がみられ、異常落葉に対して注意が必要であった。
 - 13 収量と土壌成分及び葉中成分との相関関係はみられなかった。
 - 14 ハウス内では、土壌養分の過剰集積にもかかわらず、樹体内には比例的に多くは吸収されず、葉中成分の多くは、適量の範囲内にあった。
 - 15 微量要素については、葉中銅と葉中亜鉛が適量値を下

まわり、要注意状態の園が73%みられたので、防止策を講じた。

VI 文 献

- 1 原田豊・板井義春 (1981) .
ハウスミカンの栄養に関する研究.
昭56果樹土肥試研・打合せ会議資料.
- 2 石原正義 (1982) .
果樹の栄養生理. 農文協
- 3 岩切徹・新堂高広 (1986) .
ハウスミカン園の土壌特性と栄養生理障害.
農業及園芸, 61 (4), 529~534.
- 4 川野信寿 (1984) .
早生温州の加温ハウス栽培における土壌水分管理に関する研究.
大分柑試研報, No. 2, 11~37.
- 5 関東土壌保全・養分基準検討会編 (1988) .
畑土壌の適正塩基組成〔3〕.
農業及園芸, 63 (1), 39~43.
- 6 峯浩昭・小田真男 (1984) .
温州ミカン園における表層及び下層土改良 (第1報) .
大分柑試研報, No. 2, 51~68.
- 7 峯浩昭・小田真男 (1986) .
ミカン園における表層及び下層土改良 (第5報) .
九州農業研究, 48, 288.
- 8 大分県国東柑橘指導所 (1967) .
昭和41年度業務報告, 77~84.
- 9 高木信雄・赤松聡 (1980) .
宮内イヨカンと川野ナツカンの葉先黄化 (ホウ素過剰症) について.
愛媛果試研報, No. 8, 9~16.
- 10 武井昭夫 (1987) .
ハウスミカンの黄化落葉症対策 .
園学東海支部33回シンポジウム資料, 13~15.
- 11 土持武男・佐野憲二 (1981) .
早生温州ハウス栽培の樹体栄養に関する試験.
昭56果樹土肥試研・打合せ会議資料.

Actual Analysis of Soil Conditions of Wase Satsuma Mandarin under Plastic Greenhouse in Slope Orchard

Hiroaki MINE, Shinoh KODA* and Yoshinobu KIYOSUE

Summary

It may be predicted that soil conditions will vary greatly as compared with open culture, when plastic greenhouse culture of Wase satsuma mandarin has been continued repeatedly every year. We carried out soil survey in order to promote the improvements of fertilizer application and soil condition of Wase satsuma mandarin under plastic greenhouse of gentle slope orchard in Kitsuki city which is the center of protected cultivation.

(1) As a result of factor analysis, soil chemical properties of topsoil were in connection with following factors, that is, the first factor was humus, the second was exchangeable calcium and available phosphoric acid, the third was exchangeable magnesium, the fourth was exchangeable potassium.

(2) Accumulation of humus in plastic greenhouse culture has brought on the increase of total nitrogen, exchangeable sodium and the rise of electric conductivity, cation exchange capacity.

(3) 18% orchards at plastic greenhouse culture showed high values of electric conductivity such as 0.6 mS/cm or more in topsoil.

We always needed to observe against root wounding etc. at their orchards.

(4) Accumulation of exchangeable calcium has brought on the rise of pH.

As 8% of orchards showed the values of pH (KCl) 6 or more in topsoil, 33% of it showed the values of pH (KCl) 5 or less, that is, severe acid soil was observed at many orchards.

(5) Accumulation of available phosphoric acid was marked in topsoil. The maximum value showed 624mg/100g. Approximately 50% orchards showed the values of 150mg/100g or more.

(6) Accumulation of exchangeable potassium was marked in topsoil too. Approximately 60% orchards showed the values of 2 me or more. The maximum value was 4.2me.

(7) Contrary to topsoil, chemical properties of a 30cm depth of soil layer were in connection with next factors, that is, the first factor was exchangeable calcium and soil pH, the second was humus, the third was exchangeable magnesium and potassium.

(8) The chemical properties of a 30cm depth of soil layer showed lower values on each soil composition, and showed remarkable unbalance to topsoil.

* Oita prefectural office.

We needed to promote the uniformity of soil nutrient between 30cm layer soil and topsoil by soil-layer mixing tillage.

(9) Soil nutrient showed a tendency to enrich, when plastic greenhouse culture of Wase satsuma mandarin has been continued repeatedly every year.

Accumulation of exchangeable potassium, humus and available phosphoric acid etc. increased remarkably before and after 5 years of plastic greenhouse culture.

(10) Regarding to the main soils in plastic greenhouse, especially andesite soil and volcanic ash soil, we examined a difference of soil chemical properties and leaf composition.

(11) Many orchards of andesite soil showed low level of humus, 2 % or less, and were high level of available phosphoric acid, 150mg/100g or more, as compared with volcanic ash soil.

(12) Many orchards of volcanic ash soil showed high values of electric conductivity, such as 0.6mS/cm or more and were severe acid soil, as compared with andesite soil.

And also, concentration of leaf manganese was more than 100ppm at some orchards.

We always needed to observe to abnormal defoliation.

(13) High correlation was not observed among chemical properties of soil, leaf composition and yield.

(14) In spite of excess accumulation of surface soil nutrient in plastic greenhouse, Wase satsuma mandarin trees did not absorb out of proportion to their soil nutrient.

Almost of leaf composition were within the limits of suitable concentration.

(15) As for the micronutrients, concentration of copper and zinc in leaf were below the suitable values. 73% of the orchards were observed as the state of taking care, therefore we took the preventive measures to deficiency symptom.