

セミノール虎斑症発生園の土壤条件解明に 関する統計的解析

峯 浩昭 ・ 小田眞男 ・ 佐藤 隆 ・ 佐藤瑞穂

白石利雄* ・ 高田勝重** ・ 沢本敬男** ・ 津野林士**

I 緒 言

1972年の全国的なミカン生産量の増大に伴うミカン価格の大暴落を契機として、ミカン品種の多様化が叫ばれ、温州ミカン以外の雑柑類ならびに導入外国種に関心が寄せられ、各県挙って有望品種の収集に血眼となった。大分県も例外にもれず、導入外国種セミノール・ヤラハ・カラ等を穂木又は苗木から導入し、各地域毎に独自に試作した。その結果津久見市を中心とする大分県の南部地域では、主として温州ミカンの高接更新によるセミノールの一大産地が短期間に完成された。

即ち、1974年頃から産地化が始まり、1981年の栽培面積は212ha、1980年産の果実生産実績は1,118tに達した。現在「サンクィーン」という商品名をつけて販売中の段階である。

しかるに果実が結果し始めた1977年以降、毎年樹上及び貯蔵中に生理障害果が発生し、著しく品質を低下させ、販売上致命的な問題を惹起し、その対策に苦慮しているところである。この生理障害果を通常虎斑症と呼ぶことにしているが、これの原因解明は、産業的に急を要する問題のために、津久見分場を中心とし、本場、農技センター、果試興津支場の応援を仰ぎ、プロジェクトチームを編成して、栽培、貯蔵、環境の各方面から、総合的に検討することとした。

本報では、その一担として環境面、特に土壤条件の面から、虎斑症発生との関連性について検討した結果を報告する。

現地では、一般的に「乾燥する園地で虎斑症の発生が多い」と言われており、今回の調査の主な目的も、これら虎斑症発生園での土壤条件の解明をはかり、発生園に共通する要因を明らかにすることにある。

現地土壤調査から得られた多くの物理化学的特性値の取扱いは特性値間に全く相関関係がなければ、従来の1特性値毎に、即ち1変量毎に検討すればよかったのであ

るが、特性値間に強度の相関がある今回の場合には、それらの相関関係を考慮に入れて、同時に解析する方法、即ち多変量解析の方法を適用することが望ましいと考えた。

果樹関係における多変量解析の適用例は、長谷氏が、葉分析結果からの樹幹肥大に関する指標の抽出に(3)、池田・小林両氏が、カンキツ葉の精油組成の主成分分析による品種分類に(5)、梶浦氏は、ナシ類の糖組成についての品種分類に(7)、川俣氏は、日本ナシのユズ肌果及び石ナシ果の発生原因解析に(8, 9, 10)、三田・白井両氏は、温州ミカンの貯蔵性の評価と産地区分に(16)、岡田氏は、ミカン産地の層化に(21)、小曾戸・飯野両氏は、市場ミカンの形質の解析に(24)、吉川氏は、国際食料供給パターン解析に(31)、等々数多くの研究が報告されている。土壤肥料分野においても、松尾氏は、土壤サンプリング法の適用に(11, 12)中田氏は長期圃場試験成績の解析に(13, 17)、中路氏は湖沼及び河川の水質解析に(18, 19)、若月氏は沖積及び洪積土壌の風化過程における諸元素の挙動解析に(29)、等々各分野とも多変量解析の適用例は枚挙にいとまがない。

本報告では、多くの土壤特性値の持つ特徴を要約し、虎斑症発生に関与する土壤要因を抽出するために、多変量解析のアプローチを試みたものである。特に主成分分析・判別分析により、いくつかの知見が得られたので報告する。

なお、本報告は、昭和55年度園芸学会九州支部第20回大会に於て、その一部を報告した。

II 調査方法

1979年8月28日に予備調査を行い、同年10月2～4日に津久見市四浦半島を中心とする現地調査を実施した。調査園は砂岩・粘板岩を母材とする古生層土壌(28)であり、土壤断面調査、土壤の物理化学性、根群分布、葉中成分及び園地条件について調査を行った。

*大分県園芸課

**大分県農業技術センター

第1表 土壤調査園のコード番号

地 区	コードNo.	少 発 園	コードNo.	多 発 園
津久見市千怒	1	村田 福勝	51	松下 茂夫
" "	2	"	52	"
" 日見	3	浜田 利一	53	増田九州男
" "	4	"	54	"
" "	5	山崎 暁	55	山本 公太
" "	6	"	56	"
" "	7	古川日出太	57	松本 金也
" 網代	9	山本 政人	59	柴下 誠喜
" "	10	"	60	"
" 荒代	13	府高 一人	63	浜田 光一
" "	14	"	64	"
" 鳩	17	下川 満人	67	松尾 重光
" "	18	"	68	"
" 長目			61	黒枝 義之 その1
" "			62	"
" "			65	黒枝 義之 その2
" "			66	"

1 園の選定とサンプリング法

調査園は、1978年産貯蔵果の虎斑症発生結果から、第1表のように多発園と少発園とに分け、各地区それぞれ同じ環境条件の所を選び、多発園と少発園とが対になるようにサンプリングした。

各園は2箇所宛土壤調査を進めたが、結果的には多発園が9園17箇所、少発園が7園13箇所を調査した。

土壤調査は、深さ1m、幅1mの断面調査、根群分布調査及び土壤の物理化学性の調査を行った。採土は層位別に行い2回反覆した。又採土地点近くの樹5本から採葉を行い葉分析に供した。

2 多発園・少発園の定義

初年目の多発園・少発園の区分は、貯蔵果実の虎斑症発生状況から判断して区分したもので、園地での発生状況を示しているものではない。それで土壤調査を行った園全部について、翌年虎斑症発生の追跡調査を行い、次式のような発生度によって多発園・少発園を区分した。

$$\text{発生度} = \frac{n_1 + 3n_2 + 7n_3 + 10n_4}{10N}$$

$$N = n_0(\text{無}) + n_1(\text{軽}) + n_2(\text{中}) + n_3(\text{多}) + n_4(\text{甚})$$

果実の商品性から見て、発生度15以上を多発園とし、15未満を少発園と定義する。

初年度の貯蔵果の虎斑症発生状況からみた区分と次年度の園地追跡調査による発生度にもとづく園地区分の対比を第2表に示した。

初年目と2年目で発生程度の相違する園も見受けられるので、これから以降の説明には、2年目の発生度による多発園・少発園の区分を基準として説明することとする。

3 使用した特性値

1) 化学的特性値

PH(H₂O), T-N, T-C, CEC, Ex-CaO, Ex-MgO, Ex-K₂O, 有効態P₂O₅, EC, NO₃-N, Ex-Mn, 易還元性Mn, Fe, Cuの14特性値

この外に PH(KCl), C/N比, 塩基飽和度, 石灰飽和度, Ca/Mg比, Mg/K比 の特性値も求めたが PH(H₂O)と PH(KCl)のように類似の数値を示すものや、塩基飽和度のように2次的に計算される数値のために、推定可能な特性値は、変数を出来るだけ少な

第2表 発生度にもとづく多発園・少発園の区分

コードNo.	1年目		2年目		発生度
	少発	多発	少発	多発	
63		○	○		2.9
64		○	○		2.9
3	○		○		4.7
4	○		○		4.7
59		○	○		5.9
60		○	○		5.9
67		○	○		8.7
68		○	○		8.7
5	○		○		9.1
6	○		○		9.1
57		○	○		9.3
13	○		○		13.4
14	○		○		13.4
53		○	○		14.7
54		○	○		14.7
17	○		○		14.9
18	○		○		14.9
7	○			○	18.2
1	○			○	21.2
2	○			○	21.2
9	○			○	28.2
10	○			○	28.2
55		○		○	31.6
56		○		○	31.6
51		○		○	34.2
52		○		○	34.2
65		○		○	62.5
66		○		○	62.5
61		○		○	66.6
62		○		○	66.6

くするために使用特性値の中からはずした。

2) 物理的特性値

現地容積重, 真比重, 固相率, 液相率, 気相率, 孔隙率, 粗孔隙, PF1.5水分, PF3.8水分, 有効水分の10特性値。

以上土壤特性値に関しては, 計24特性値を変数として計算に使用した。

なお葉中成分の特性値も次のように, N, P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, Fe, Bの10成分について求めたが, その成績は本報とは別に検討することとする。

4 分析方法

採取した土壤および葉の分析に関しては, 柑橘試験場が葉分析および土壤の物理性を, 農業技術センター化学部が, 土壤の化学性を分担し分析した。

土壤の物理性は, 実容積法による測定と共に各 PF 別土壤水分含量を求めた。PF 1.5は土柱法, PF 2.7は加圧板法, PF 3.8は遠心法により, 水分恒数を求め, 有効水分を算出した。

土壤の化学性は, PH (1:2.5), EC (1:5), T-N はサリチル硫酸分解によるケルダール法, T-C は Tyurin 法, NO₃-N はフェノール硫酸法, 有効態 P₂O₅ は0.002N硫酸抽出法, CECはセミマイクロ Schollenberger 法, NH₄⁺の定量はホルムアルデヒド法 (ホルム法), CaO・MgO・K₂O の置換性塩基は酢酸アンモニウム浸出液について原子吸光法及び炎光法, Fe 及び Cu は0.1NHCl 可溶・原子吸光法, 置換性 Mn 及び易還元性 Mn は, 1N酢酸アンモニウム及び0.2%ヒドロキノン含有1N酢酸アンモニウム抽出後原子吸光法によった。

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。

5 データの解析

得られたデータは, 土層別に集約を行った。即ち第1層土壤は, 表層より30cmまでの深さを主体とし, 第2層土壤はそれ以下50~60cmまでの深さを主体として区分し集約した。

データの解析は, 多変量解析, 特に主成分分析, 判別分析により検討を行った。

使用した特性値, 即ち変数には単位が異なる変数が含まれているので, 全変数を平均値0, 分散1になるように基準化し, 特性値間の相関より得られる相関行列(R)を計算し, この行列の固有方程式

$$|R - \lambda I| = 0 \quad \text{から固有値} (\lambda_k) \text{と固有ベクトル}$$

(ϕ_{ki}) を計算した。ただし(I)は単位行列とする。

主成分分析して得た未回転の因子負荷量を第5主成分まで取り上げ, 共通因子の解釈を容易にするために, バリマックス法による直交回転を行った。

又, 発生度によって区分した多発園・少発園が, 測定した土壤の理化学性特性値でもって, どの程度うまく判別出来るかどうか判別分析を行った。

計算は大分県庁内の電子計算機 FACOM M160AD を使用し, プログラムは, FACOM OS/IV MULVA/Xを用いた。

III 調査結果

1 特性値間の相関行列

1) 第1層土壤について

第1層土壤の物理化学性の特性値24項目について相互の相関関係をみると, 全体的に土壤の物理性と化学性との間には, 強い相関関係がみられなかった。土壤の化学性相互の間には, 又物理性相互の間には, それぞれ正又は負の強い相関関係がみられている。このことは, 土壤の物理性・化学性それぞれ単独に検討してよいことを示唆している。

土壤の化学性の相互関係について, 相関係数が0.7以上を示す特性値は, PH と置換性石灰; T-CとCEC, 置換性苦土及び EC; CEC と置換性石灰・苦土及び EC; 置換性石灰と苦土; EC と NO₃-N であり, いずれも正の相関関係がみられた。

土壤の物理性に関して, 相関係数が0.7以上を示す特性値は非常に多く, 三相分布が土壤の物理性特性値の相互関係から算出されることからみて, 当然の結果を示していると言える。即ち現地容積重に関しては, 固相率と正の, 気相率・孔隙率及び粗孔隙と負の相関関係がみられ, 固相率については, 気相率・孔隙率・粗孔隙と負の相関関係がみられている。液相率は, 気相率・粗孔隙と負の, PF1.5水分・PF3.8水分と正の相関がみられ, 気相率は逆に孔隙率・粗孔隙と正の, PF1.5水分, PF3.8水分と負の相関がみられ, 孔隙率は粗孔隙と正の, 粗孔隙は PF1.5水分と負の相関がみられている。

第1層土壤の平均値に関して特徴的な点を拾ってみると, PH については6.52でほぼ正常, T-Cが5.68%と多く, 有効態リンサンは211.4mg/100gと特に多い値を示した。又 PF1.5における気相率即ち粗孔隙の値が30.0%と大きな値を示していることが特徴的なことである。

第3表 第1層土壌の特性値の平均、標準偏差および相関行列

特性値	平均値 \bar{x}	標準偏差 s	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14														15 16 17 18 19 20 21 22 23 24										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1 PH(H ₂ O)	6.52	0.78																									
2 T-N	0.32 %	0.24	25																								
3 T-C	5.68 %	2.48	14	43																							
4 CEC	18.7 me	6.66	31	45	90																						
5 置換性CaO	18.95 me	11.89	74	46	65	73																					
6 置換性MgO	4.10 me	4.00	44	37	71	73	72																				
7 置換性K ₂ O	0.82 me	0.49	29	23	56	61	44	26																			
8 有効態P ₂ O ₅	211.4 mg/100g	138.71	57	35	47	56	58	37	59																		
9 EC	0.14 mΩ/cm	0.09	11	43	76	76	54	62	32	33																	
10 NO ₃ -N	2.39 mg/100g	3.17	-09	31	61	62	27	36	28	22	92																
11 置換性Mn	5.3 ppm	4.08	-60	-24	-06	-17	-48	-21	-30	-36	-11	08															
12 易還元性Mn	168.2 ppm	120.09	-23	-16	00	07	-09	-10	09	-30	-13	-07	26														
13 Fe	83.6 ppm	64.83	-09	-12	-18	-23	-37	-26	04	14	-30	-19	01	-08													
14 Cu	21.9 ppm	22.51	34	44	-10	03	16	-12	06	49	-12	-18	-31	-15	16												
15 現地容積重	110.8 g/100ml	12.70	-01	-17	-27	-27	-22	-16	-13	-21	-28	-23	36	12	-01	-02											
16 真比重	2.64	0.05	-14	03	39	38	10	21	24	25	38	33	-21	14	-11	02	-27										
17 固相率	42.1 %	5.17	01	-17	-31	-31	-23	-18	-16	-24	-33	-26	38	09	01	-02	99	-41									
18 液相率	25.4 %	3.87	17	16	-24	-22	-03	-32	11	02	-13	-10	04	-08	-17	20	39	-57	46								
19 気相率	32.6 %	7.73	-09	03	33	32	16	28	06	15	28	23	-27	-02	08	-09	-86	56	-90	-80							
20 孔隙率	58.0 %	5.18	-00	17	32	31	23	18	17	24	33	27	-38	-09	-00	02	-99	41	-1.00	-45	89						
21 粗孔隙	30.0 %	7.70	-01	03	32	33	21	28	07	18	24	18	-31	02	08	-07	-85	53	-89	-78	98	89					
22 P F 1.5水分	28.7 %	3.73	02	13	-25	-27	-14	-36	11	-06	-09	-02	12	-14	-09	13	37	-58	43	93	-76	-43	-79				
23 P F 3.8水分	16.8 %	3.14	-01	09	-16	-09	-10	-29	12	-13	-32	-26	24	22	-03	22	48	-60	54	73	-73	-54	-68	67			
24 有効水分	11.9 %	2.84	04	07	-15	-25	-07	-15	02	07	23	26	-11	-43	-09	-07	-04	-11	-03	42	-19	03	-29	57	-22		

相関行列は小数2桁だけの数字で表した。

第4表 第2層土壤の特性値の平均、標準偏差および相関行列

特性値	平均値 \bar{x}	標準偏差 S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1 PH(H ₂ O)	5.51	0.78																									
2 T-N	0.12 %	0.05	-26																								
3 T-C	2.18 %	1.12	-15	86																							
4 CEC	11.4 me	3.01	-18	41	35																						
5 置換性CaO	4.58 me	2.49	82	-11	00	14																					
6 置換性MgO	1.28 me	0.72	70	-10	04	22	75																				
7 置換性K ₂ O	0.50 me	0.32	-04	45	49	12	05	10																			
8 有効態P ₂ O ₅	20.0 mg/100g	44.8	61	15	21	13	56	73	13																		
9 EC	0.10 mV/cm	0.06	-39	57	68	07	-25	-24	53	-02																	
10 NO ₃ -N	1.28 mg/100g	1.36	-33	54	58	16	-03	-07	42	04	78																
11 置換性Mn	5.3 ppm	5.65	-43	17	-01	-11	-40	-36	15	-21	11	01															
12 易還元性Mn	223.3 ppm	257.18	-19	16	-02	-14	-21	-28	29	-19	05	-03	80														
13 Fe	79.6 ppm	32.35	-21	18	16	16	-21	01	04	22	34	12	19	13													
14 Cu	6.5 ppm	12.03	49	22	30	18	46	66	23	90	10	02	-14	-12	25												
15 現地容積重	121.8 g/100ml	16.12	32	-43	-39	-32	22	26	-15	09	-32	-18	-08	-23	-33	-04											
16 真比重	2.66	0.05	-34	58	64	46	-20	-01	26	07	48	37	-02	-14	36	05	-59										
17 固相率	45.9 %	6.56	33	-47	-44	-34	22	23	-18	07	-36	-21	-07	-20	-34	-05	1.00	-66									
18 液相率	26.4 %	5.94	19	-39	-50	-13	19	09	-00	-22	-35	-22	15	33	-21	-21	36	-64	41								
19 気相率	27.8 %	10.50	-31	51	56	29	-24	-20	11	08	42	26	-05	-06	33	15	-82	77	-86	-82							
20 孔隙率	54.2 %	6.56	-33	47	44	34	-22	-24	17	-07	36	21	07	20	34	05	-1.00	66	-1.00	-41	86						
21 粗孔隙	25.7 %	9.83	-29	54	56	32	-21	-18	10	12	39	24	-02	-04	35	19	-79	75	-82	-85	99	82					
22 P F1.5水分	29.2 %	6.14	12	-38	-46	-16	10	03	02	-29	-28	-17	13	32	-23	-27	21	-55	27	97	-71	-26	-77				
23 P F3.8水分	18.2 %	6.27	11	-24	-38	11	18	10	01	-26	-35	-26	16	31	-11	-18	22	-49	27	94	-70	-27	-71	90			
24 有効水分	11.0 %	2.82	03	-29	-17	-58	-18	-17	02	-06	17	19	-07	01	-27	-18	-03	-11	-02	01	01	02	-10	18	-27		

相関行列は、小数2桁だけの数字で表した。

セミノール虎斑症発生園の土壤条件解明に関する統計的解析

2) 第2層土壌について

第2層土壌の物理化学性の特性値24項目について相互の相関関係をみると、第1層土壌の場合と同様に、土壌の化学性と物理性との間には、強い相関関係は認められず化学性特性値間で、又は物理性特性値間どうして強い相関関係がみられている。従って第1層・第2層土壌ともに、土壌の物理性・化学性それぞれ単独に検討してよいことを示している。

相関係数0.7以上の項目を拾ってみると、土壌の化学性では、PH と置換性石灰及び苦土; T-N と T-C; 置換性石灰と苦土; 置換性苦土と有効態リンサン; 有効態リンサンと Cu; EC と NO₃-N 置換性マンガと易還元性マンガがあげられる。

土壌の物理性については、相互に密接な関係が強く、現地容積重と固相率が正の、気相率、孔隙率、粗孔隙がそれぞれ負の相関がみられ、真比重に関しては、気相率及び粗孔隙と正の相関がみられた。

固相率は、気相率・孔隙率・粗孔隙と負の相関があり、液相率は、気相率・粗孔隙と負の、PF 1.5水分及び PF 3.8水分と正の相関があり、気相率に関しては、液相率とほぼ反対の傾向を示した。孔隙率は粗孔隙と正の、粗孔隙は PF 1.5水分及び PF 3.8水分と負の、PF 1.5水分は PF 3.8水分と正の相関を示した。

第2層土壌の物理性に関する相関関係は、第1層土壌の関係とはほぼ同様な関係を示している。

第2層土壌の物理化学性特性値の平均値については、特に化学性に関して、第1層土壌よりもほとんど平均値が小さくなっている。PH は5.5とやや酸性が強くなっており、T-C, CEC, 置換性石灰, 有効態リンサン等は低い値を示した。

土壌の物理性に関しては、現地容積重が第1層の場合よりもやや重くなり、固相率もやや増加した。粗孔隙はやや小さくなっているものの25.7%と十分な値を示している。

2 主成分分析による第1層土壌の理化学性特性値の要約と虎斑症発生圃の類別

1) 総合特性値の要約

第1層土壌の物理化学性特性値30項目の中から24項目を計算対象として、主成分分析による総合特性値の要約を行った。即ち主成分の導出を行った。第5表によると、固有値1.0以上を示す主成分は、第7主成分まででその累積寄与率は87.65%を示している。総合特性値としての第1主成分は、寄与率が33.2%を示し

第5表 第1層土壌の理化学性特性値に関する固有値と寄与率

主成分No.	固有値	寄与率	累積寄与率
1	7.968	33.20%	33.20%
2	4.481	18.67	51.87
3	2.596	10.82	62.69
4	2.158	8.99	71.68
5	1.501	6.25	77.94
6	1.290	5.37	83.31
7	1.040	4.34	87.65
8	0.919	3.83	91.48
9	0.532	2.22	93.69
10	0.458	1.91	95.60
11	0.379	1.58	97.18
12	0.198	0.83	98.00
13	0.154	0.64	98.65
14	0.128	0.53	99.18
15	0.079	0.33	99.51
16	0.054	0.22	99.74
17	0.034	0.14	99.88
18	0.021	0.09	99.97
19	0.007	0.03	99.99
20	0.001	0.00	100.00
21	0.000	0.00	100.00
22	0.000	0.00	100.00
23	0.000	0.00	100.00
24	0.000	0.00	100.00

最も大きく、第2主成分は18.67%で累計51.87%、第3主成分は10.82%で累計62.69%の寄与率を示し、ほぼ第3主成分までで大要が説明されることを示している(22, 23)。更に第5主成分までをとると累積寄与率77.94%を示し、全変動の約78%が説明出来、かなり詳細な情報が得られるので、第6主成分以下は、切り捨てることにした。

第6表は第1層土壌の理化学性特性値に関する固有ベクトルと因子負荷量を示したものである。主成分 Z_k は、固有ベクトルを ℓ_{ki} 標準化された特性値を x_i とすると $Z_k = \sum_{i=1}^p \ell_{ki} x_i$ であるから、第1主成分 Z_1 は $Z_1 = -0.07x_1 - 0.11x_2 - \dots + 0.23x_{23} + 0.04x_{24}$ となる。

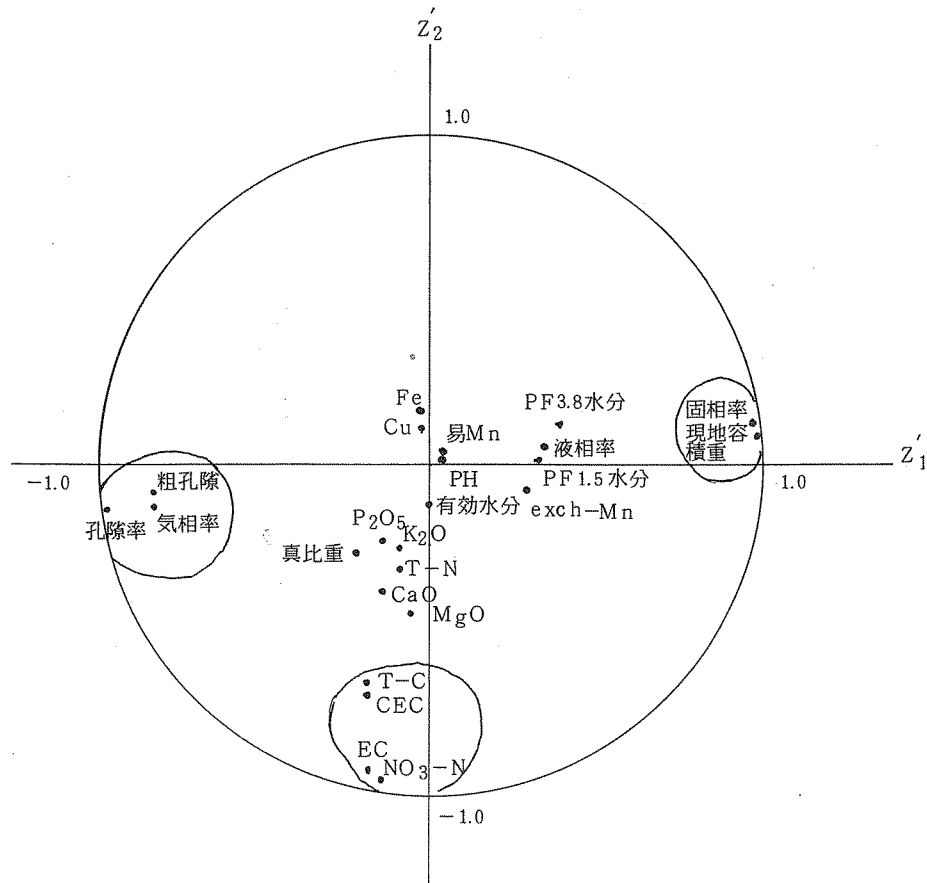
従って固有ベクトルは、対応する主成分の重みを表している。固有値 λ_k は全変動(全情報)の中で、与えられた主成分で説明される変動の割合を表し、その数値の大なるほど、その主成分の特性値への寄与率が大きいことを意味している。固有値 λ_k の平方根 $\sqrt{\lambda_k}$ と固有ベクトル ℓ_{ki} との積が因子負荷量であり、主成分もとの特性値との相関を示し、相関の強さから、因子の意味を解釈する。又因子負荷量の2乗

第6表 虎斑症発生園第1層土壤の理化学性特性値に関する固有ベクトルと因子負荷量

特性値	固有ベクトル					因子負荷量					第5主成分までの項目別寄与率 %
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	
1 PH (H ₂ O)	-0.07	-0.27	0.29	0.24	-0.31	-0.21	-0.57*	0.46	0.35	-0.37	85.2
2 T-N	-0.11	-0.26	0.09	-0.04	0.17	-0.31	-0.55*	0.14	-0.06	0.20	46.9
3 T-C	-0.24	-0.22	-0.25	0.03	0.11	-0.69*	-0.47	-0.40	0.04	0.14	87.6
4 CEC	-0.25	-0.25	-0.20	0.11	0.13	-0.71**	-0.54*	-0.33	0.16	0.16	95.6
5 置換性 CaO	-0.20	-0.31	0.04	0.17	-0.17	-0.56*	-0.66*	0.07	0.24	-0.21	85.8
6 置換性 MgO	-0.21	-0.21	-0.17	0.14	-0.29	-0.61*	-0.43	-0.27	0.21	-0.36	80.2
7 置換性 K ₂ O	-0.13	-0.25	0.01	0.07	0.32	-0.36	-0.52*	0.01	0.10	0.40	56.8
8 有効態 P ₂ O ₅	-0.17	-0.25	0.22	0.11	0.06	-0.47	-0.54*	0.35	0.17	0.08	67.0
9 EC	-0.23	-0.22	-0.24	-0.27	-0.05	-0.64*	-0.46	-0.38	-0.39	-0.06	92.5
10 NO ₃ -N	-0.18	-0.16	-0.28	-0.34	0.07	-0.50*	-0.33	-0.45	-0.51*	0.08	82.1
11 置換性 Mn	0.14	0.09	-0.39	-0.08	0.16	0.41	0.20	-0.63*	-0.12	0.20	66.1
12 易還元性 Mn	0.03	0.08	-0.28	0.25	0.36	0.08	0.18	-0.45	0.37	0.44	56.6
13 Fe	0.03	0.13	0.18	0.11	0.21	0.09	0.27	0.30	0.16	0.25	26.4
14 Cu	0.02	-0.14	0.37	0.18	0.21	0.01	-0.29	0.59*	0.27	0.26	57.0
15 現地容積重	0.27	-0.14	-0.21	0.18	-0.20	0.76**	-0.29	-0.34	0.27	-0.25	90.6
16 真比重	-0.22	0.09	-0.13	0.04	-0.00	-0.62*	0.19	-0.21	0.06	-0.00	46.9
17 固相率	0.29	-0.14	-0.18	0.17	-0.19	0.81**	-0.30	-0.30	0.25	-0.23	95.1
18 液相率	0.22	-0.27	0.14	-0.19	0.17	0.63*	-0.58*	0.22	-0.29	0.21	90.9
19 気相率	-0.30	0.23	0.06	-0.01	0.04	-0.86**	0.49	0.09	-0.02	0.05	98.9
20 孔隙率	-0.29	0.14	0.18	-0.17	0.19	-0.81**	0.30	0.30	-0.25	0.23	95.2
21 粗孔隙	-0.30	0.23	0.07	0.05	0.06	-0.85**	0.48	0.12	0.08	0.07	98.1
22 PF1.5水分	0.27	-0.24	0.11	-0.31	0.18	0.64*	-0.51*	0.18	-0.46	0.22	96.2
23 PF3.8水分	0.23	-0.20	-0.02	0.14	0.39	0.65*	-0.42	-0.02	0.20	0.48	87.0
24 有効水分	0.04	-0.10	0.16	-0.56	-0.20	0.12	-0.22	0.26	-0.82**	-0.24	85.9
固有値 (λ _k)	7.97	4.48	2.60	2.16	1.50	因子負荷量の大きさ					平均
√λ _k	2.82	2.12	1.61	1.47	1.23	0.500<*<0.707<**<0.866<***					77.9
寄与率 (%)	33.2	18.7	10.8	9.0	6.3	25% 50% 75%					
累積寄与率 (%)	33.2	51.9	62.7	71.7	78.0	寄与率					

第7表 虎斑症発生園第1層土壌の理化学性特性値に関するバリマックス回転後の因子負荷量と寄与率

特 性 値	バリマックス回転後の因子負荷量					第5主成分までの 項目別寄与率
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	
1 PH (H ₂ O)	0.05	0.02	0.95 ^{***}	-0.02	0.01	89.9 %
2 T-N	-0.09	-0.31	0.16	-0.01	0.04	12.9
3 T-C	-0.18	-0.67 [*]	0.18	0.20	0.06	56.1
4 CEC	-0.18	-0.69 [*]	0.32	0.29	0.11	70.2
5 置換性 CaO	-0.13	-0.36	0.77 ^{**}	0.09	0.25	80.2
6 置換性 MgO	-0.06	-0.45	0.45	0.13	0.13	44.1
7 置換性 K ₂ O	-0.08	-0.25	0.20	-0.00	-0.07	11.2
8 有効態 P ₂ O ₅	-0.13	-0.23	0.49	-0.05	-0.16	34.1
9 EC	-0.17	-0.93 ^{***}	0.12	-0.14	0.13	94.2
10 NO ₃ -N	-0.13	-0.95 ^{***}	-0.07	-0.16	0.04	95.8
11 置換性 Mn	0.29	-0.08	-0.44	0.08	-0.01	29.3
12 易還元性 Mn	0.05	0.04	-0.11	0.22	0.06	6.7
13 Fe	-0.02	0.17	-0.10	0.03	-0.97 ^{***}	97.5
14 Cu	-0.01	0.12	0.17	0.05	-0.09	5.3
15 現地容積重	0.99 ^{***}	0.10	-0.04	0.04	0.00	98.5
16 真比重	-0.22	-0.27	-0.14	-0.01	0.13	15.8
17 固相率	0.97 ^{***}	0.13	-0.02	0.04	-0.02	95.8
18 液相率	0.35	0.06	0.07	-0.25	0.11	20.5
19 気相率	-0.82 ^{**}	-0.12	-0.02	0.10	-0.04	70.1
20 孔隙率	-0.97 ^{***}	-0.13	0.02	-0.04	0.02	95.8
21 粗孔隙	-0.82 ^{**}	-0.08	0.06	0.20	-0.04	73.1
22 PF1.5水分	0.33	0.02	-0.07	-0.41	0.03	28.8
23 PF3.8水分	0.39	0.13	-0.07	0.36	0.01	30.4
24 有効水分	0.00	-0.12	-0.02	-0.94 ^{***}	0.03	89.6
因子負荷量の大きさ	0.500 < * < 0.707 < ** < 0.866 < ***					平 均
寄与率	25% 50% 75%					56.1



第1図 第1層土壌の理化学性第1・第2主成分に対する各特性値の重み
(規準バリマックス回転後の因子負荷量)

値が寄与率を示している。(22, 23, 24)。

第6表において因子負荷量が0.866以上、即ち寄与率が75%以上のものには***を付し、同0.707以上(同50%以上)には**を付し、同0.500以上(同25%以上)には*を付した。

第1主成分に関する因子負荷量をみると、土壌の物理的要因に関する寄与率の高いことがわかる。しかし寄与率が25%以上を示す特性値の項目が多過ぎるので、因子の意味をより明確とするために、バリマックス回転による主軸の回転を行った。第2主成分以下の主成分についても全く同様である。主軸の回転は、各主成分に含まれていた比較的大きい因子負荷量は、より大きくなり、それ以外の比較的小さい因子負荷量は、一層小さくなるので、回転後の各因子の意味付けが非常に容易となるわけである。(22, 23)。

その結果を第7表に示した。又第1・第2主成分に関する回転後の因子負荷量を第1図に示した。

第1層土壌の物理化学性24特性値の中で、第1主成分は、(+側)で現地容積重と固相率、(-側)で気相

率、粗孔隙と孔隙率の寄与率が高く、通気性・孔隙性に関する土壌の物理的要因を説明する因子と考えられる。

第1図では、半径1の円周に近い特性値ほど、寄与率が大きいことを示している。

続く総合特性値としての第2主成分は、(-)側でNO₃-N濃度とECの寄与率が高く、T-CとCECも25~50%の寄与率で、やや低いのが取出されている。即ち第2主成分では、NO₃-NとECの変動及びT-CとCECの変動を説明する土壌の化学的因子と考えられる。第1・第2主成分の合計で、全体の52%が説明出来た。

第3主成分では、(+側)でPHと置換性石灰の寄与率が高く、土壌の反応に関係した要因を説明する因子と考えられる。

第1~第3主成分までの累積寄与率は63%を示し、第3主成分までではほぼ大要が説明されている。

次に第5主成分までの特性値別累積寄与率をみると、主軸回転前の第6表では、寄与率が90%以上を示

す特性値は、土壤の化学性では EC と CEC の 2 特性値にすぎない。土壤の物理性では、現地容積重、固相率、液相率、気相率、孔隙率、粗孔隙、PF 1.5 水の 7 特性値があげられる。

土壤の物理性は、化学性よりも寄与率の高いものが多かった。

2) 第1・第2主成分による虎斑症発生園の類別

寄与率の高い第1・第2主成分に関するスコアの散布図を第2図の通り作成した。主軸回転後の第1主成分を Z'_1 、第2主成分を Z'_2 とした。これによると多発園は、第1・第2主成分に関して原点から遠い所に位置するものが多く、少発園は大部分が第1象限に散らばり、しかも原点から半径1以内に位置するものがほとんどであった。

第1象限の No.51及び52の園では、第1層の固相率が57%、現地容積重が145.4g/100mlと特に大きな値を示し、逆に気相率・孔隙率・粗孔隙の値は小さかった。No.51園では第1層・第2層が LiC、30cm以下の第3層が HC で、土壤が重粘で下層からの水分供給が少ないことにより、又 No.52は37cm以下の第3層が砂岩、礫層で乾燥しやすいことにより、2年連続多発園となった。

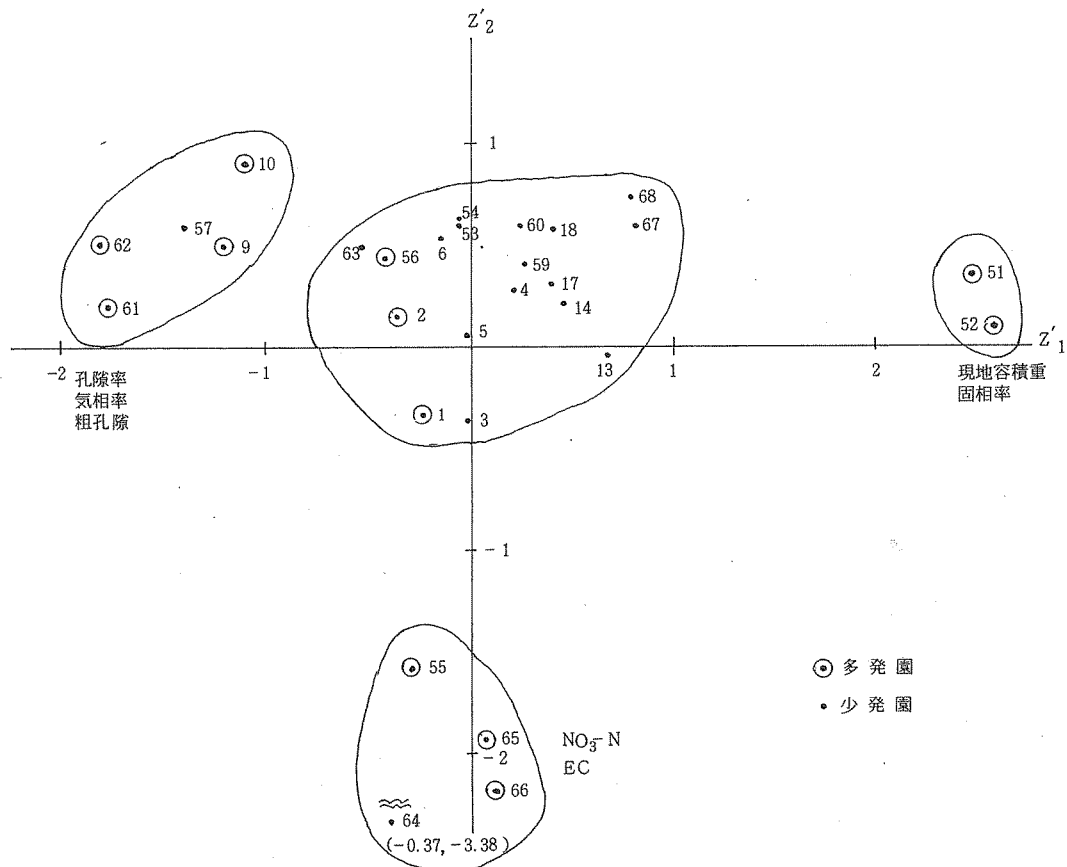
第2象限の No.61及び62の園、No.57の園、No.9及び10の園は、気相率 37.5~45.0%、孔隙率62.1~65.7%、粗孔隙34.9~42.2%と他園よりも大きな値を示し、逆に固相率は小さかった。これらの園では、通気性・孔隙性がよく土壤が乾燥し易い条件を備えていると言える。No.57の園は例外として、他の園はすべて多発園であった。

No.9及び10の園は、1978年産貯蔵果から判断して、当初少発園に区分していたが、土壤調査にもとづくサンプルのスコアの結果からみて、多発園に区分した方が良いと推定した。そして翌年の1979年産果実の虎斑症の発生程度からみて、多発園区分の正しいことが明らかとなった。

第3・4象限のNo.64, 65, 66, 55の各園では、第2主成分の寄与率が高く、EC 及び $\text{NO}_3\text{-N}$ の値が大きかった。No.64園を除く3園が2年連続多発園であった。

第1象限を中心とする少発園は、第1・第2の主成分に関して中庸の値を示した。

少発園のNo.53, 54, 59, 60, 63, 67, 68の各園は、当初多発園に区分していたが、土壤調査の結果からは、少発園に区分した方がよい事を推定した。そして



第2図：虎斑症発生園第1層土壤の理化学性に対する第1・第2主成分のスコアの散布図

翌年の1979年産果実の虎斑症の発生程度からみて、少発園区分の正しいことが明らかとなった。

以上、第1・第2主成分で、全変動の51.87%が説明された。

3) 第1・第3主成分による虎斑症発生園の類別

第3主成分に関しては、(+)側でPHと置換性石灰の高いグループ(PH 7.1~7.6, 石灰飽和度98~228%)と、(-)側で低いグループ(PH 5.4~5.0, 石灰飽和度30~55%)及び中間の3グループに大別された。ここで主軸回転後の第3主成分を Z'_3 とする。第1主成分に関しては、第2図の説明と同じである。

第3図において、PH及び置換性石灰の高いグループは、 Z'_3 軸の上方第1・2象限にまたがるグループであり、No.1の多発園を除き、他はすべて少発園であった。

PH及び置換性石灰の低いグループは、 Z'_3 軸下方第3・4象限にまたがるグループであり、No.55と61の多発園、No.59と60の少発園が混在していた。又中間の値を示すグループについては、線で囲った以外の園がすべてこれに属し、多発園と少発園とが混在していた。

第1・第3主成分に関して全体的にみると、多発園

は主として第3象限に散らばっている。即ち多発園では、土壤の通気性・孔隙性が大きく、PHは弱酸性から酸性、置換性石灰含量は、中庸から低い含量のものまで存在していると言える。

第1・第3主成分の合計の寄与率は、44.02%を示し、第1・第2主成分の51.87%よりも小さかった。

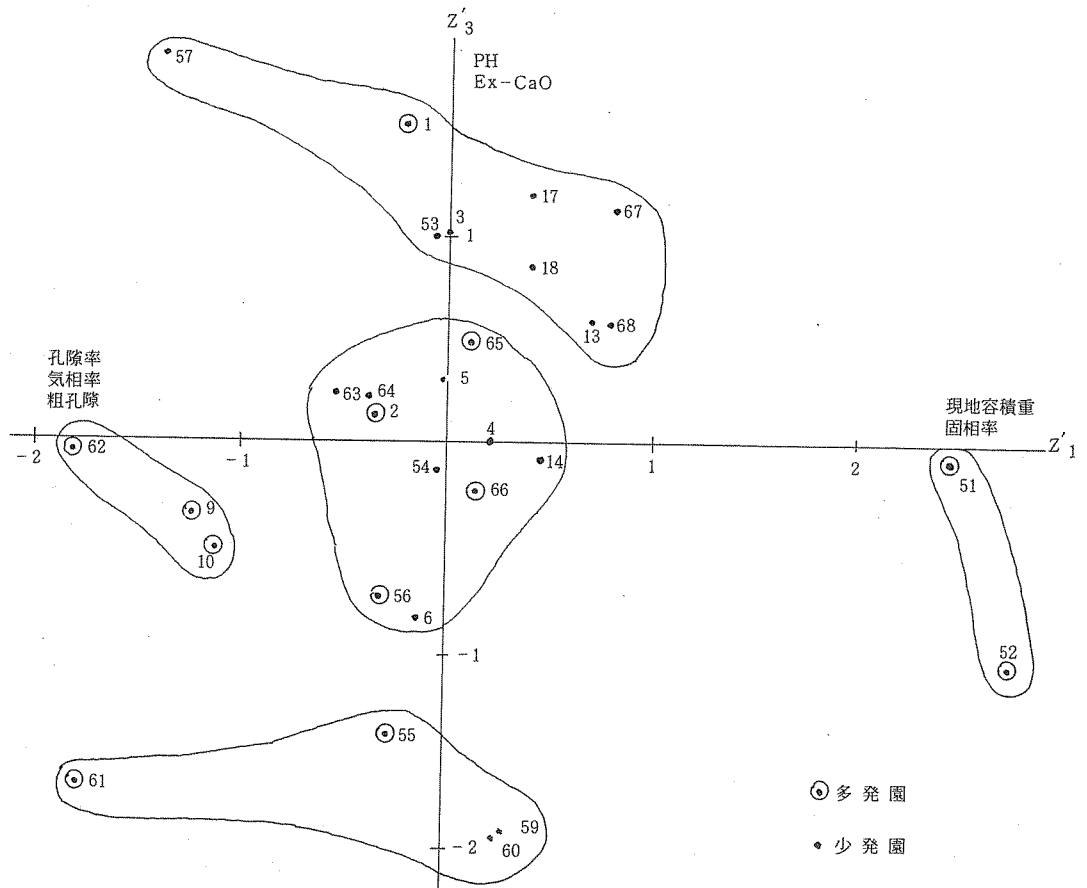
3 主成分分析による第2層土壤の理化学性特性値の要約と虎斑症発生園の類別

1) 総合特性値の要約

第2層土壤に対する固有値1.0以上を示す主成分は第6主成分まででその累積寄与率は85.67%を示した。

総合特性値としての第1主成分は、寄与率が34.48%で、第1層土壤の33.20%とほぼ同じであった。続く第2主成分は17.72%の寄与率を示し、第3主成分は11.23%で、第3主成分までの累積寄与率は63.43%となった。これは第1層土壤の場合と同じく、第3主成分までではほぼ大要が説明されることを示している。(22, 23)。

第5主成分までの累積寄与率は79.33%を示し、同じく第1層土壤の場合とほぼ同じであった。第8表に固有値と寄与率の関係を示した。第1層土壤の場合と



第3図：虎斑症発生園第1層土壤の理化学性に対する第1・第3主成分のスコアの散布図

同様に、主成分に関する因子の意味を解釈するために、固有ベクトル l_{ki} と固有値 λ_k の平方根 $\sqrt{\lambda_k}$ との積から因子負荷量を求め、更に因子の意味をより明確にするために、規準バリマックス法による主軸の回転を行った。その結果を第9表・10表に示した。これによると主軸回転後の第1主成分は、(+)側で液相率、PF1.5水分、PF3.8水分の寄与率が高く、(-)側ではやや寄与率は低かったが、気相率・粗孔隙の要因が取出された。第1主成分は土壤水分に関係した要因を説明する軸と考えられる。第1層・第2層土壤共に、土壤三相要因が第1主成分に取出された点は共通している。そして第1層土壤では、孔隙性・通気性の要因が、第2層土壤では、土壤水分の要因が強かったと言える。

第2主成分に関しては、(+)側で有効態リンサンとCu、および置換性苦土の寄与率が高く、又PHも寄与率がやや高かった。従って第2主成分は、土壤養分に関係した要因を説明する軸と考えられる。第3主成分は、(-)側で $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度とECの寄与率が高かった。即ち第3主成分では、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度とECの変動を説明する軸と考えられる。

第8表 第2層土壤の理化学性特性値に関する固有値と寄与率

主成分No.	固有値	寄与率	累積寄与率
1	8.276	34.48%	34.48%
2	4.253	17.72	52.20
3	2.695	11.23	63.43
4	2.177	9.07	72.51
5	1.638	6.83	79.33
6	1.520	6.33	85.67
7	0.977	4.07	89.74
8	0.518	2.16	91.89
9	0.509	2.12	94.02
10	0.443	1.85	95.86
11	0.359	1.50	97.36
12	0.183	0.76	98.12
13	0.159	0.66	98.79
14	0.117	0.49	99.27
15	0.071	0.29	99.57
16	0.047	0.19	99.76
17	0.034	0.14	99.90
18	0.020	0.08	99.99
19	0.003	0.01	100.00
20	0.000	0.00	100.00
21	0.000	0.00	100.00
22	0.000	0.00	100.00
23	0.000	0.00	100.00
24	0.000	0.00	100.00

ECと $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度に関して、第1層土壤では、第2主成分での寄与率が高く、第2層土壤では、第3主成分での寄与率が高かった。

第9表で第2層土壤に関する第5主成分までの特性値の項目別寄与率は、化学性では90%以上を示す特性値はなく、物理性では現地容積重、液相率など7特性値が90%以上の寄与率を示し多かった。

2) 第1・第2主成分による虎斑症発生園の類別

第1・第2主成分に関する第2層土壤のスコアの散布図を第5図に示した。

主軸回転後の第1主成分に関しては、第1象限のNo.13と14の園及び第4象限のNo.51と52の園はPF1.5水分が39%以上と高い値を示すグループであり、他の第4象限の園では30%以上のグループ、第2・第3象限では20%台のグループに大別された。

多発園は主として第3・第4象限に分布しているが、少発園も混在しており、第1層土壤ほど明瞭な類別は出来なかった。

第2主成分に関しては、有効態リンサンとCu含量の多いグループは、第2象限に所属する園であり、No.66を除くNo.1, 53, 54, 68の各園では有効態リンサンが56mg/100g以上の値を示した。中でもNo.1の園は、有効態リンサン及びCu含量共に、飛びぬけて多い値を示した。

第2象限以外の園は、有効態リンサンとCu含量の少ないグループであった。

両グループ共に多発園と少発園が混在しており、第1層土壤の場合のように区分出来なかった。

以上、第1・第2主成分で、全変動の52.20%が説明された。

3) 第1・第3主成分による虎斑症発生園の類別

第3主成分に関しては、(-)側で $\text{NO}_3\text{-N}$ とECの寄与率が高く、特に $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量が多いグループと少ないグループに2大別された。第6図に於て $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量の多いグループは、 Z_3 軸の下方、第3・第4象限にまたがるNo.53, 64, 3, 55, 63, 66の各園で $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量が凡そ2~6mg/100g存在した。

この中で、No.64, 66, 55の園は、第1層土壤に於ても $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量が多かった。

このグループに於ても多発園と少発園とが混在している。 $\text{NO}_3\text{-N}$ の少ないグループは、主として第1・第2象限に散らばっており、同じく多発園と少発園とが混在し、明瞭な類別は出来なかった。

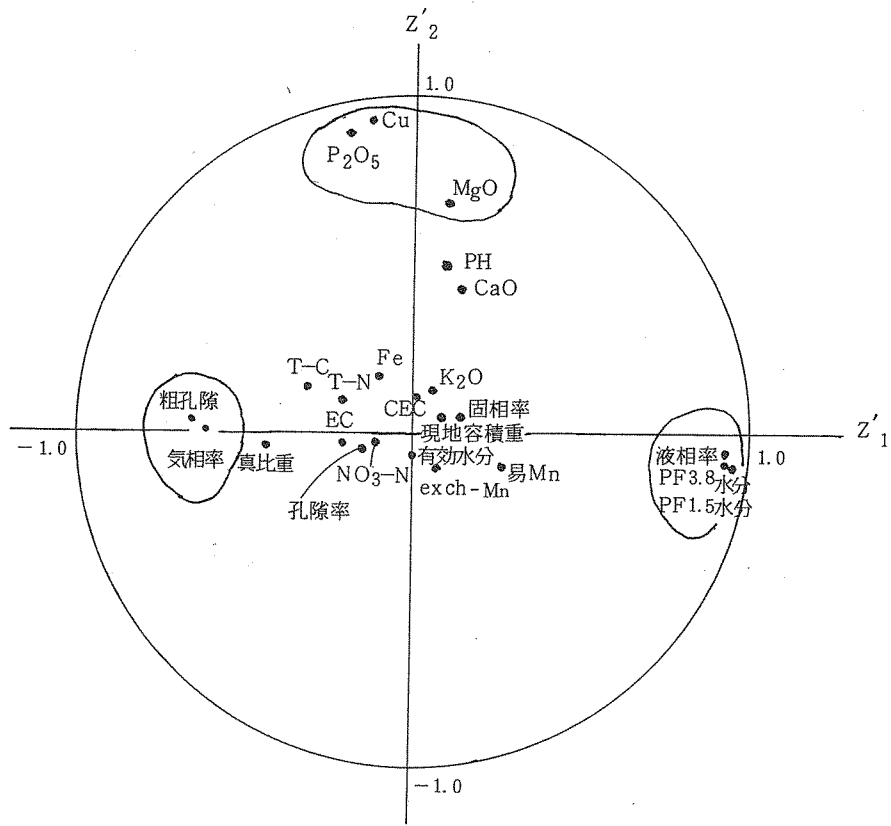
第1・第3主成分では、全変動の45.71%が説明されたことになる。

第9表 虎斑症発生園第2層土壤の理化学性特性値に関する固有ベクトルと因子負荷量

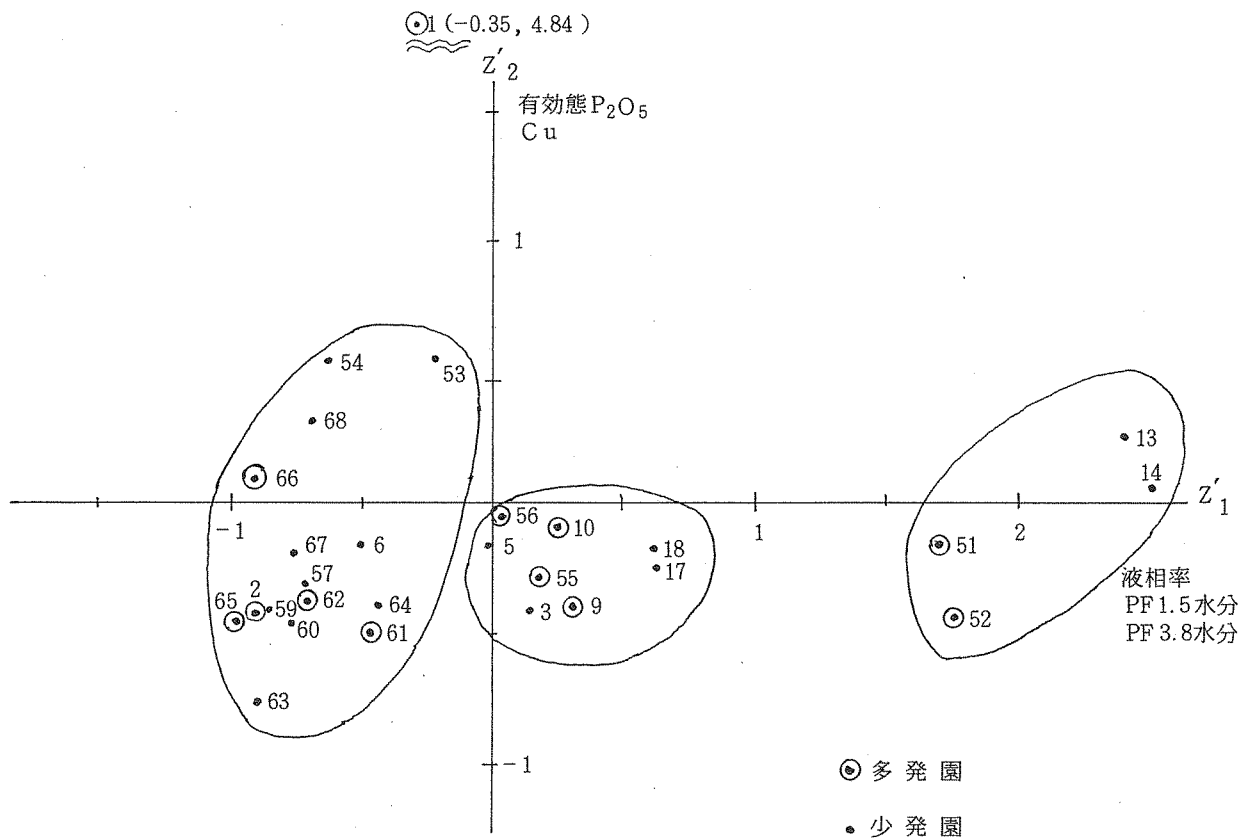
特性値	固有ベクトル					因子負荷量					第5主成分までの寄与率 %
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	
1 PH (H ₂ O)	0.15	0.36	-0.03	-0.09	0.26	0.42	0.74 ^{**}	-0.05	-0.13	0.34	85.8
2 T-N	-0.25	0.03	-0.26	0.14	-0.17	-0.70 [*]	0.06	-0.43	0.21	-0.21	77.9
3 T-C	-0.25	0.10	-0.20	0.22	-0.11	-0.73 ^{**}	0.22	-0.33	0.33	-0.14	82.1
4 CEC	-0.13	0.10	-0.21	-0.24	-0.45	-0.37	0.21	-0.35	-0.36	-0.58 [*]	77.5
5 置換性 CaO	0.10	0.37	-0.15	-0.08	0.08	0.29	0.75 ^{**}	-0.25	-0.12	0.11	74.0
6 置換性 MgO	0.07	0.41	-0.16	-0.07	0.04	0.21	0.84 ^{**}	-0.26	-0.11	0.05	83.4
7 置換性 K ₂ O	-0.10	0.02	-0.37	0.27	0.12	-0.29	0.05	-0.61 [*]	0.40	0.15	64.3
8 有効態 P ₂ O ₅	-0.03	0.41	-0.10	0.01	0.19	-0.08	0.85 ^{**}	-0.16	0.01	0.24	82.3
9 EC	-0.22	-0.05	-0.16	0.40	0.04	-0.63 [*]	-0.11	-0.26	0.58 [*]	0.05	82.2
10 NO ₃ -N	-0.16	-0.01	-0.18	0.42	-0.03	-0.47	-0.02	-0.29	0.63 [*]	-0.04	70.0
11 置換性 Mn	-0.02	-0.27	-0.22	0.02	0.08	-0.06	-0.55 [*]	-0.37	0.02	0.10	45.8
12 易還元性 Mn	-0.00	-0.25	-0.33	-0.07	0.28	-0.00	-0.51 [*]	-0.54 [*]	-0.11	0.36	69.6
13 Fe	-0.14	0.01	-0.11	-0.13	-0.02	-0.41	0.01	-0.18	-0.19	-0.02	23.8
14 Cu	-0.06	0.38	-0.17	-0.02	0.17	-0.17	0.77 ^{**}	-0.28	-0.04	0.22	75.3
15 現地容積重	0.27	0.10	0.07	0.30	-0.22	0.78 ^{**}	0.21	0.12	0.45	-0.29	94.3
16 真比重	-0.29	0.03	-0.01	-0.02	-0.13	-0.84 ^{**}	0.07	-0.01	-0.03	-0.16	74.1
17 固相率	0.28	0.09	0.07	0.28	-0.20	0.82 ^{**}	0.18	0.11	0.42	-0.26	95.2
18 液相率	0.27	-0.13	-0.31	-0.09	0.05	0.77 ^{**}	-0.27	-0.50 [*]	-0.13	0.07	94.1
19 気相率	-0.33	0.02	0.13	-0.13	0.10	-0.95 ^{**}	0.04	0.21	-0.19	0.12	99.4
20 孔隙率	-0.28	-0.09	-0.07	-0.28	0.20	-0.82 ^{**}	-0.18	-0.11	-0.42	0.26	95.2
21 粗孔隙	-0.33	0.04	0.12	-0.14	0.05	-0.94 ^{**}	0.08	0.20	-0.20	0.06	97.8
22 PF1.5水分	0.24	-0.17	-0.28	-0.09	0.15	0.68 [*]	-0.35	-0.47	-0.13	0.19	85.4
23 PF3.8水分	0.22	-0.12	-0.36	-0.21	-0.11	0.63 [*]	-0.25	-0.60 [*]	-0.30	-0.14	93.8
24 有効水分	0.02	-0.10	0.19	0.26	0.56	0.07	-0.20	0.31	0.39	0.72 ^{**}	80.6
固有値 (λ _k)	8.28	4.25	2.69	2.18	1.64	因子負荷量の大きさ					平均
√λ _k	2.88	2.06	1.64	1.48	1.28	0.500 < * < 0.707 < ** < 0.866 < ***					79.3
寄与率 (%)	34.5	17.7	11.2	9.1	6.8	25% 50% 75%					
累積寄与率 (%)	34.5	52.2	63.4	72.5	79.3	寄与率					

第10表 虎斑症発生園第2層土壤の理化学性特性値に関するバリマックス回転後の因子負荷量と寄与率

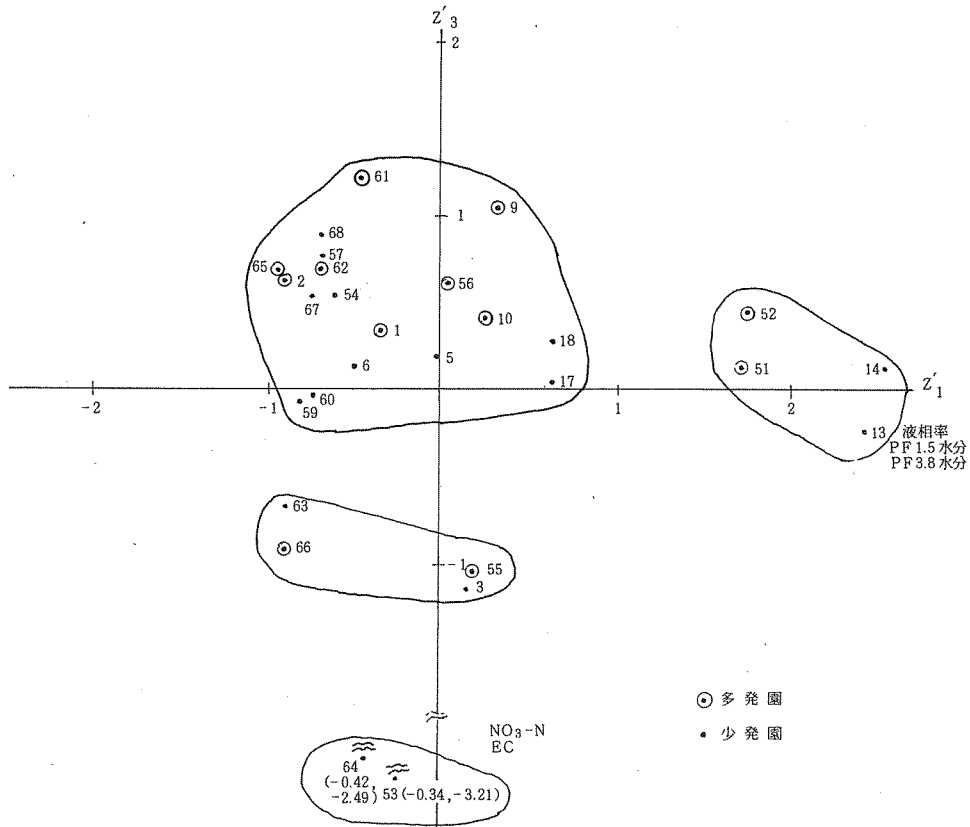
特 性 値	バリマックス回転後の因子負荷量					第5主成分までの 項目別寄与率 %
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	
1 PH (H ₂ O)	0.11	0.50 [*]	0.29	0.20	0.09	38.8
2 T-N	-0.21	0.10	-0.37	-0.33	-0.24	35.6
3 T-C	-0.32	0.14	-0.41	-0.30	-0.12	39.2
4 CEC	0.01	0.11	-0.09	-0.28	-0.39	25.1
5 置換性 CaO	0.14	0.43	-0.03	0.12	-0.13	23.4
6 置換性 MgO	0.10	0.69 [*]	0.05	0.17	-0.06	52.2
7 置換性 K ₂ O	0.05	0.13	-0.28	-0.10	0.01	10.9
8 有効態 P ₂ O ₅	-0.20	0.91 ^{***}	-0.01	0.07	0.06	88.4
9 EC	-0.21	-0.03	-0.71 ^{**}	-0.21	0.11	60.5
10 NO ₃ -N	-0.11	-0.02	-0.95 ^{***}	-0.09	0.10	93.4
11 置換性 Mn	0.07	-0.10	-0.03	0.01	-0.06	1.8
12 易還元性 Mn	0.27	-0.10	0.03	-0.18	0.03	11.3
13 Fe	-0.10	0.17	-0.10	-0.25	-0.16	13.5
14 Cu	-0.13	0.95 ^{***}	-0.02	-0.06	-0.11	94.0
15 現地容積重	0.09	0.04	0.06	0.98 ^{***}	-0.01	97.7
16 真比重	-0.44	-0.04	-0.18	-0.51 [*]	-0.04	48.7
17 固相率	0.14	0.04	0.08	0.97 ^{***}	-0.01	96.8
18 液相率	0.94 ^{***}	-0.07	0.07	0.27	0.02	95.8
19 気相率	-0.62 [*]	0.01	-0.09	-0.76 ^{**}	-0.00	96.5
20 孔隙率	-0.14	-0.04	-0.08	-0.97 ^{***}	0.01	96.8
21 粗孔隙	-0.66 [*]	0.03	-0.08	-0.72 ^{**}	-0.10	97.1
22 PF1.5水分	0.96 ^{***}	-0.11	0.06	0.12	0.18	97.6
23 PF3.8水分	0.94 ^{***}	-0.08	0.12	0.14	-0.24	97.8
24 有効水分	-0.00	-0.06	-0.14	-0.04	0.93 ^{***}	88.2
因子負荷量の大きさ	0.500< [*] <0.707< ^{**} <0.866< ^{***}					平 均
寄与率	 25% 50% 75%					62.5



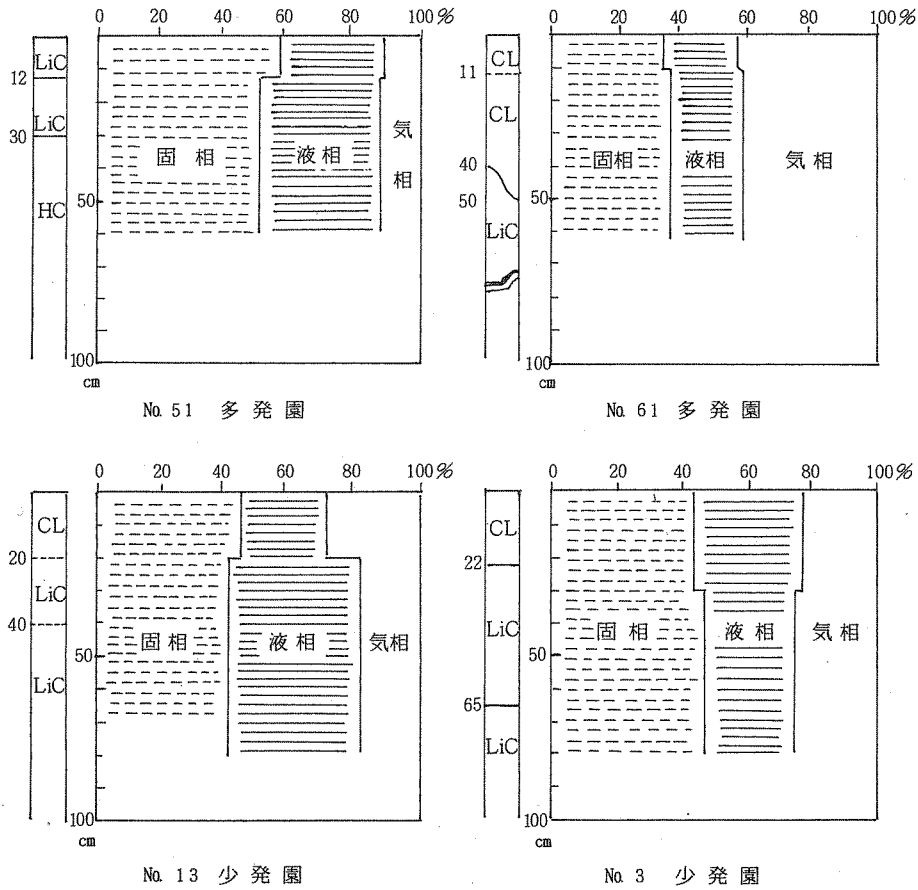
第4図 第2層土壤の理化学性第1・第2主成分に対する各特性値の重み
(規準バリマックス回転後の因子負荷量)



第5図 虎斑症発生園第2層土壤の理化学性に対する第1・第2主成分のスコアの散布図



第6図 虎斑症発生園第2層土壤の理化学性に対する第1・第3主成分のスコアの散布図



第7図 虎斑症発生園の代表的土壤三相分布 (P F 1.5)

4 多発園と少発園に於ける土壤三相分布の比較

主成分分析の結果、第1主成分に関して、第1層土壤では孔隙性・通気性の要因が、第2層土壤では土壤水分の要因が大きかったので、多発園と少発園の土壤三相分布の比較を検討してみた。

その結果、多発園と少発園とでは、第7図の通り、三相分布が少し異なっていることがわかった。

多発園では、固相率が大きくて土層が浅く下層が重粘土又は礫層で、下層からの水分の移動が遅いか又は妨げられるタイプと、固相率が小さくて気相率が40%前後を占め、下層まで同じ構造が続くタイプの2つで、どちらも園地が乾燥しやすい条件を備えていた。

少発園では、有効土層が深く気相率が20~30%程度を示し、下層まで同じ構造が続くものと、第2層以下の気相率が表層よりも小さいものが代表的であった。

年によって発生程度の相違する園の多くは、多発園と少発園の中間的土壤三相分布をしているものと推定した。

5 土壤の理化学性特性値に対する判別分析

虎斑症の発生度にもとづく多発園・少発園の区分が、土壤の理化学性特性値を使って、どの程度うまく判別力を表しているか検討するために判別分析を行った。

第1層・第2層土壤別に物理性・化学性の特性値について、それぞれ2群の線形判別を行いプロットした。

た。

1) 第1層土壤に対する2群の判別

多発園・少発園の2群の線形判別は、第1層土壤の物理性に関して、第8図のように明瞭に判別された。上側確率1.21%で有意な差が認められている。

2グループ間のマハラノビスの平方距離 D^2 は、第2層土壤の物理性のそれ($D^2=27.187$)と比較して $D^2=118.625$ とはるかに大きかった。

2グループ間のマハラノビスの平方距離は、その値が大きいほどグループ間に差があることを示している(22, 23)。

土壤の物理性平均値についてみると、多発園は少発園よりも、気相率・粗孔隙が大きく、現地容積重と液相率が小さかった。

第1層土壤の化学性に関しては、第9図の通りで、物理性よりはやや判別は悪いが、上側確率4.76%で、有意に判別されている。所が第2層土壤の場合には、有意に判別されなかった。

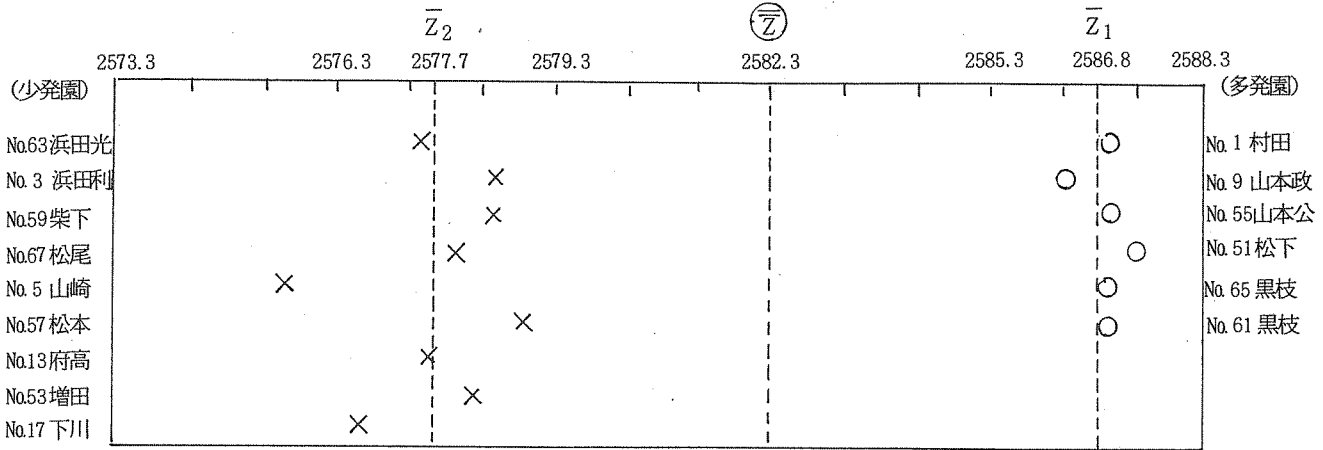
土壤の化学性平均値についてみると、多発園では少発園よりも、PHがやや低く置換性石灰がやや少なく、有効態リンサン、易還元性マンガン及びCu含量が少なかった。逆に置換性苦土、 NO_3-N はやや多く、又Feは多かった。第1層土壤の物理性に関する判別が明瞭に出来た事は、主成分分析における第1主成分に関して、同じくはっきりと類別されたことと一致している。即ち、虎斑症の発生度にもとづく区

第11表 虎斑症発生園の土壤の物理性平均値

特 性 値	第 1 層 土 壤	
	多 発 園	少 発 園
現地容積重 $g/100ml$	108.1	111.3
真 比 重	2.62	2.64
固 相 率 %	41.3	42.2
液 相 率 %	23.7	26.5
気 相 率 %	35.1	31.3
孔 隙 率 %	58.7	57.8
粗 孔 隙 %	31.5	29.5
PF1.5水分 %	28.1	29.1
PF3.8水分 %	16.2	17.2
有効水分 %	11.9	11.9

第12表 虎斑症発生園の土壤の化学性平均値

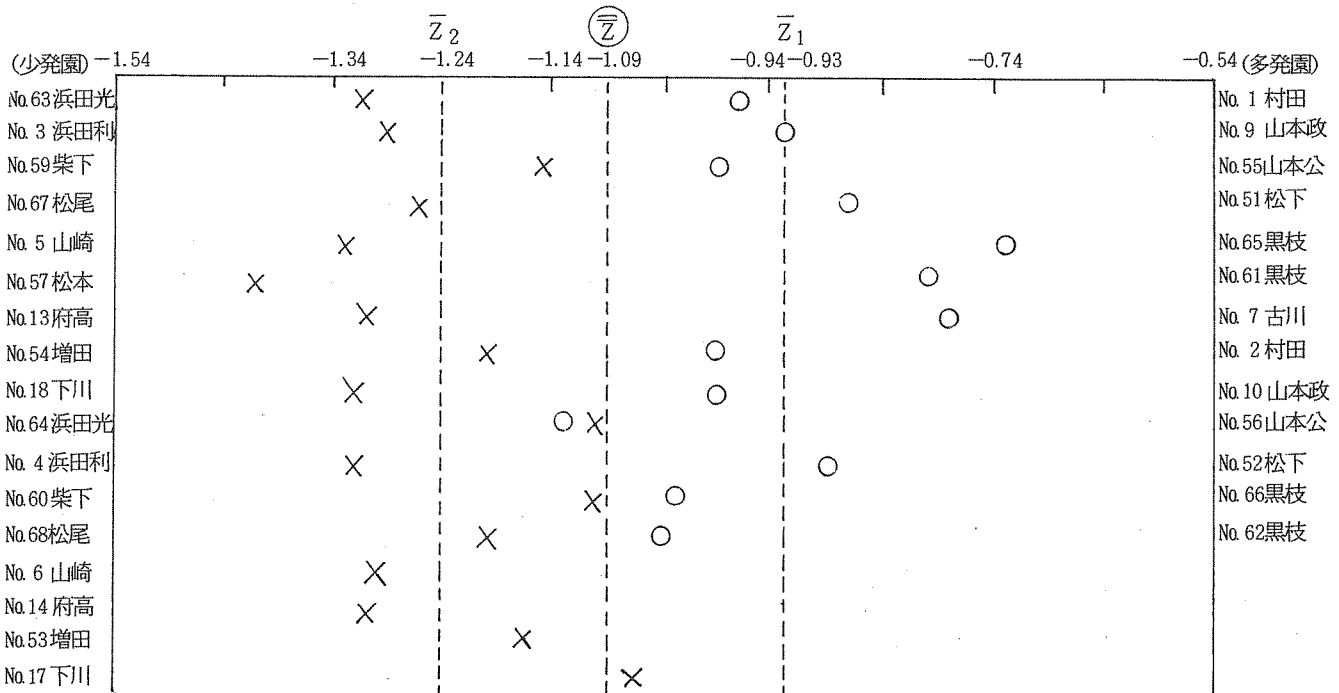
特 性 値	第 1 層 土 壤	
	多 発 園	少 発 園
PH (H_2O)	6.1	6.8
T-N %	0.29	0.33
T-C %	5.93	5.43
CEC $me/100g$	19.5	18.1
Ex-CaO $\%$	15.99	20.59
Ex-MgO $\%$	4.99	3.28
Ex-K ₂ O $\%$	0.69	0.93
有効態 P_2O_5 $mg/100g$	184.5	234.9
EC $m\Omega/cm$	0.153	0.121
NO_3-N $mg/100g$	3.20	1.80
Ex-Mn ppm	8.5	3.8
易還元性Mn $\%$	151.7	183.4
Fe $\%$	91.7	78.5
Cu $\%$	14.0	27.3



第8図 第1層土壌の物理性判別値のプロット

\bar{Z} 2群の判別値の平均
 ○印 多発園 \bar{Z}_1 多発園の平均
 ×印 少発園 \bar{Z}_2 少発園の平均

マハラノビスの平方距離 $D^2 = 118.625$
 $F(p) = F_4^{(p)} = F_4^{10} = \frac{(n_1+n_2-p-1)}{p} \cdot \frac{n_1 n_2}{(n_1+n_2)(n_1+n_2-2)} \cdot D^2 = 13.140$
 上側確率 = 1.21%



マハラノビスの平方距離 $D^2 = 8.716$
 $F(14, 15) = 2.457$
 上側確率 = 4.76%

第9図 第1層土壌の化学性判別値のプロット

分と、第1層土壤の物理性特性値にもとづく区分とが一致していることを示している。所が化学性については、第2層土壤の場合よりは良かったが、物理性ほどには発生度との関係は一致しなかった。

2) 第2層土壤に対する2群の判別

第2層土壤の物理性に関する多発園と少発園の2群の線形判別は、第10図の通りで、両グループの平均値の差は、接近して有意でなかった。これは群内のバラツキに比べて、2群の平均値の差が小さかったことに起因するものと考えられる。

物理性の平均値に関しては、多発園は少発園よりも気相率が大きく、現地容積重が小さかった。この傾向は、第1層土壤の場合とほぼ同じであった。

第2層土壤の化学性に関する2群の線形判別は第11

図の通りで、同じく有意な差は認められず、明瞭に判別出来なかった。

化学性の平均値に関して、多発園と少発園との差は第1層土壤の場合よりも小さかった。多発園では少発園よりも、易還元性マンガンが少なく、この点は第1層土壤の場合と同じであった。

第2層土壤に対する多発園と少発園の判別は、物理性・化学性共に第1層土壤の場合ほどには明瞭に判別出来なかった。このことは主成分分析に関しても同様であった。

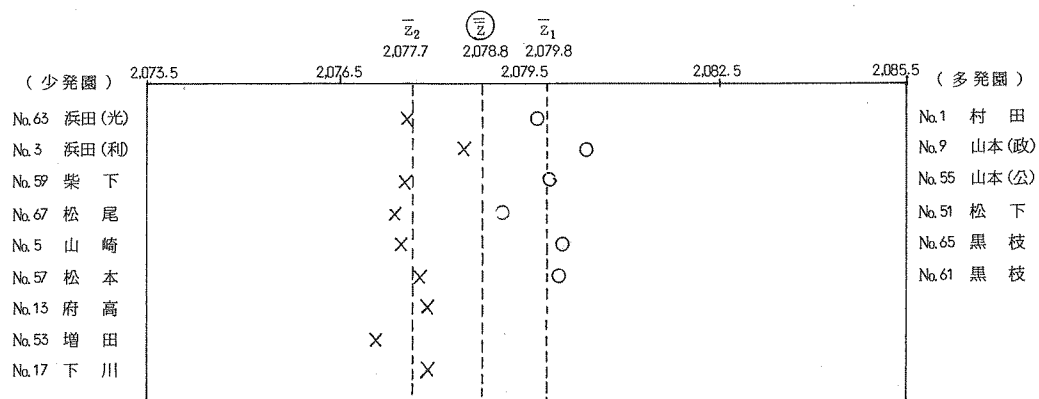
即ち虎斑症の発生度にもとづく区分は、第2層土壤の理化学性特性値でもってしては、明瞭に区分出来なかった。

第13表 虎斑症発生園の土壤の物理性平均値

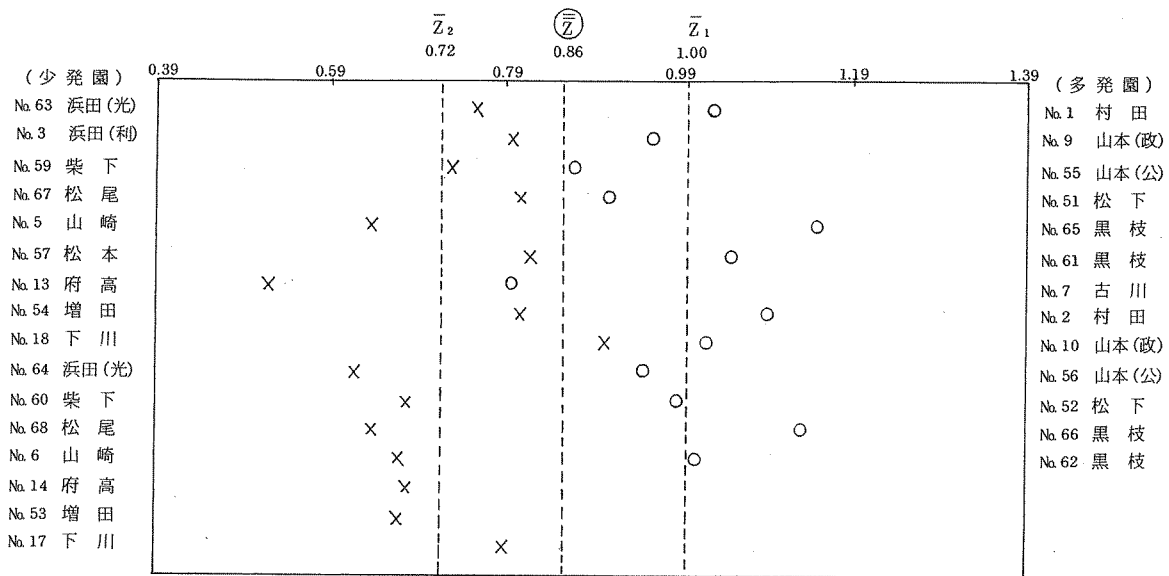
特 性 値	第 2 層 土 壤	
	多 発 園	少 発 園
現地容積重 $g/100ml$	118.1	122.9
真 比 重	2.67	2.66
固 相 率 %	44.4	46.3
液 相 率 %	25.3	27.1
気 相 率 %	30.4	26.7
孔 隙 率 %	55.7	53.7
粗 孔 隙 %	27.8	25.1
PF1.5水分 %	28.5	29.4
PF3.8水分 %	17.9	18.2
有効水分 %	10.6	11.3

第14表 虎斑症発生園の土壤の化学性平均値

特 性 値	第 2 層 土 壤	
	多 発 園	少 発 園
PH (H_2O)	5.6	5.5
T-N %	0.11	0.18
T-C %	2.25	2.08
CEC $me/100g$	12.2	10.8
Ex-CaO $\%$	4.32	4.91
Ex-MgO $\%$	1.28	1.30
Ex-K ₂ O $\%$	0.41	0.56
有効態P ₂ O ₅ $mg/100g$	21.5	18.6
EC $m\Omega/cm$	0.091	0.103
NO ₃ -N $mg/100g$	0.82	1.61
Ex-Mn ppm	3.0	7.1
易還元性Mn $\%$	97.7	295.5
Fe $\%$	80.3	78.9
Cu $\%$	8.5	4.7



第10図 第2層土壤の物理性判別値のプロット {マハラノビスの平方距離 $D^2=27.187$
 $F(10, 4)=3.011$
 上側確率=15.0%



第11図 第2層土壤の化学性判別値のプロット { マハラノビスの平方距離 $D^2=7.416$
 $F(14, 14)=1.970$
 上側確率=10.8%

IV 考 察

虎斑症発生園に共通する土壤条件についてこれまで検討を加えてきた。ここで特に注意しなければならないことは、土壤条件が直接第1次的に虎斑症発生と結びつくのではなくて、むしろ間接的、2次的原因として関係があるものと思われる。

虎斑症と呼ばれる果皮の生理障害は、直接的には、果実の栄養条件、水分条件及び周囲の温度条件、貯蔵条件等々の関連において、ある生育段階における外界とのアンバランス状態に遭遇した時に発現するものと思われるが、地上部のこれらの関係について論ずるのは本報の目的ではない。別に検討すべき問題である。

本報では、虎斑症発生園に共通する土壤条件の解明が本旨であることを明記しておく。俗に乾燥しやすい園地でセミノールの虎斑症が多いと言われていたが、本調査の結果、多発園では、乾燥し易い土壤条件を備えていた。温州ミカンでも同様な症状が過去に発生している。

虎斑症又は虎斑症類似の症状と土壤及び環境条件との関係を調査した報告は多い。

原田(2)は、1967年産の温州ミカン障害果の実態調査から、耕土の浅い園、南西向き園、日照の多い園、標高の高い園、無かん水園、結実の多い樹に発生が多かったと報告している。

峯ら(14, 15)は、1973年産及び1976年産温州ミカンの虎斑症果の実態調査から、施肥量少なく比較的乾燥し

やすい園地で、又土壤管理の粗放的な園地で、そして樹勢中庸から弱勢の樹に発生が多いことを報告した。

綾森ら(1)は、かん水量とN施肥量との関係から、虎斑症果の発生を検討している。これによると虎斑症果の発生は、自然降水区と無かん水区で発生が最も多く、次いで10mmかん水区であり、かん水量が20mm, 30mm, 40mmと多くなるに従って発生が少なくなる傾向を示し、Nの施用量では、無肥料区、無N区が発生多く、施用量が多くなるに従って少なくなることを報告している。

中晩生柑橘について、佐藤ら(25)、白石ら(26, 27)は、セミノール園の実態調査から、日当りの良い防風垣のない南東～西南西の南面傾斜で発生が多く、又多発園では樹勢が弱い傾向にあり、ユズ肌果が多くみられたことを報告している。又果実の熟度とも関係があると述べている。

小川ら(20)は、八朔虎斑症の調査結果から、発生率が高い園は、樹勢がやや低下し傾斜地で、土壤が乾燥し易い立地条件にあり、樹令も進んでいたことを報告している。

渡部ら(30)は、伊予柑果皮の褐斑発現に関して、ビニール被覆による土壤乾燥を行った区では、病斑の発現が増加したことを報告している。

ナシのユズ肌果に関して、林(4)は、耕土が深く根群分布の深く広い園で発生が少なく、耕土の浅い干ばつを受け易い園で発生が多く、傾斜地では北面に少なく、南西面に多いと報告している。

又、石ナシ果について、猪瀬(6)は、沖積粘質土で

土壤孔隙が少なく、酸素が乏しく排水不良の場合や、砂礫層で乾燥し易い土壤で発生が多いと報告している。

以上のように、各種の生理障害果は、何らかの状態での土壤の物理性と、とりわけ土壤の乾燥と深くかかわっていることがわかる。

本調査の場合、果実の虎斑症発生度にもとづいて区分したところの多発園は、第1層土壤の理化学性特性値をパラメーターとする主成分分析による類別とよく一致した。とりわけ土壤の物理性に関してよく一致した。

即ち、多発園では、下層まで礫が多く、土壤の孔隙性、透水性が大きく、保水性は小さく土壤が乾燥し易い構造を備えていた。このことは特に表層に於て顕著であった。

一方、表層から下層まで土性が LiC と HC で、下層からの水分の供給が少ないか又は、水分の移動が少ない場合にも、同様の土壤乾燥を招来し多発園となっている。

その結果、根群の機能衰退による養分吸収の低下を招き、樹体の健全な栄養状態を保ちえず、外界の低温等何らかの異常環境に遭遇して、虎斑症果の発生を惹起したものである。一般的に樹勢衰弱の樹に発生が多く見られるのも、以上のような理由によるものと思われる。

追跡調査の結果、虎斑症果の発生度は、同一園地でも樹によって相違した。多発樹であったものが、翌年は少発樹に変わったり、その逆のケースも見られた。更に2年間続けて多発樹、又は少発樹と変らない樹も見られた。このことは、同じ園地でも土壤条件は均一でなく、細かく見れば、樹1本毎にすべて相違しているものと考えられる。従って厳密には、樹1本毎の土壤調査と虎斑症発生との関係を追跡するのがよかったが、現実には不可能であった。

しかしながら、土壤の理化学性特性値をパラメーターとする主成分分析による類別と、発生度による区分とが、第1層土壤の物理性についてではあるが、うまく一致したことは、今後の調査方法に1つの手がかりを与えたものと考えられる。

今回は1園2カ所の土壤調査を行ったが、地上部と地下部との関係を対応させるべく、調査樹毎の土壤調査を実施することが望ましい。

次に土壤の化学性との関係であるが、主成分に関して第1層土壤で2番目に大きな寄与率を示した特性値としては、 $\text{NO}_3\text{-N}$ と EC があげられる。これは第2層土壤では、3番目の寄与率となっている。

$\text{NO}_3\text{-N}$ 、EC と虎斑症との関係であるが、第1層土壤では、多発園で $\text{NO}_3\text{-N}$ が多い傾向を示し、EC

が高い傾向を示している。

所が第2層土壤では、逆の傾向を示している。セミノール園では、温州園に比べて一般に施肥量多く、有機物もよく投入されている。化学肥料だけでもN成分量で25kg程度から最高78kg程度まで施用されている。しかも土壤調査約3週間前が、初秋肥の施用時期でもあった。

このようなことから、 $\text{NO}_3\text{-N}$ と EC に関しては、施肥量との問題も考えられるが、園別の正確な施肥量と施肥時期及び有機物の投入量と投入時期等がはっきりせず結びつけ難かった。ともかく、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量の多いことと、EC の高いことは、虎斑症発生と関係があるものと思われる。

次に第1層土壤の主成分に関して、3番目に大きな寄与率を示した特性値としては、PH および置換性石灰があげられた。そして PH 及び置換性石灰の高い又は多いグループは、大部分が少発園であり、多発園では、PH は弱酸性から酸性、置換性石灰含量は、中庸から少ない量の範囲にあった。

川俣(8, 9, 10)は、日本ナシのユズ肌果発生原因の1因として、土壤乾燥による置換性石灰及びカリの低下をあげている。そして乾燥による根の吸収力の低下と塩基の不溶化が原因と考察している。一方過湿による根の機能低下と塩基の溶脱も原因にあげている。

本調査の場合、ナシのユズ肌果の場合と虎斑症とは事情を異にするので、直接には結びつけ難いが、土壤乾燥も一部に関与しているかも知れない。又施肥及び有機物投入と PH との関係も考えられるが、確証出来なかった。

なお、第2層土壤で、2番目に寄与率の大きかった特性値として、有効態リンサンと Cu があげられた。しかしこれは、No.1園が特に有効態リンサンと Cu 含量が多く、これの影響が強く出たものと思われる。他の園については第2主成分の影響はほとんど表れていなかった。

以上土壤の物理化学性を第1層・第2層通して虎斑症との関係をみると、第2層土壤よりも第1層土壤において関係が深いと言える。そして特に土壤の物理性、中でも土壤構造に起因するところの土壤の乾燥が虎斑症発生と最も関係が深いと言える。又表層における $\text{NO}_3\text{-N}$ の多いこと、EC の高いことも原因として考えられ、更に PH が低く、置換性石灰が少ないことも一因と考えられる。

本調査で虎斑症発生と最も関係が深いとみられる土壤の乾燥は、根群の養水分吸収の機能低下を招き、ある生育ステージで強くその影響を受け、樹体の栄養的アンバ

ランスにより、外界の異常環境に遭遇して、果皮障害が発生するものと考察した。

従って今後、いつの時期の土壤乾燥が虎斑症発生と最も関係が深いのか検討する必要がある。又連年多発園と少発園又は無発生園との比較追跡調査は、問題解決の糸口になるものと考え。その際、調査樹については、1本毎に土壤調査を実施しておくことが必要である。

現時点における土壤管理の面からみた虎斑症発生の防止対策は、園地が最も乾燥する夏秋季の土壤乾燥を防ぐと共に、年間を通じて風当りの強い園地では、水分蒸散を防ぐ処置を講じることが必要と考える。

V 摘 要

1977年以降、毎年樹上及び貯蔵中にセミノールの虎斑症果(生理障害果)が発生し、著しく品質を低下させ、販売上致命的な問題を惹起した。これの解決のために、本報では環境面、特に土壤条件の面から虎斑症発生との関連性を検討した。1979年10月に現地調査を実施し、その結果について統計的解析を行った。

- 1 土壤の理化学性特性値24項目の中で、第1層・第2層土壤ともに、土壤の物理性と化学性との間には強い相関関係はみられず、土壤の物理性相互間及び化学性相互間で、正又は負の強い相関関係が認められた。このことは、土壤の物理性、化学性それぞれ別々に検討してよいことを示唆している。
- 2 第1層土壤の物理性、中でも土壤構造に起因するところの土壤の乾燥が、虎斑症発生と最も関係が深いと考えた。
- 3 多発園では、孔隙性・透水性が大きく、保水性が小さく、土壤が乾燥しやすい構造を備えていた。一方、表層から下層まで、重粘土壤で水分の移動が少ないか又は妨げられるタイプも多発園であった。
- 4 初年目の土壤調査による理化学性特性値をパラメーターとする主成分分析による類別と発生度による区分とが、第1層土壤の物理性についてはあるが、うまく一致したことは、今後の調査方法に1つの手がかりを与えた。
- 5 第1層土壤に於て、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の多いこととECの値の高いことは、虎斑症発生と関係があるものと考えた。
- 6 第1層土壤に於て、PHが低く、置換性石灰が少なかったことも、虎斑症発生の一因と考えた。
- 7 主成分分析及び判別分析の結果から、虎斑症発生に及ぼす第2層土壤の影響は、小さいことが判明した。

8 第1層土壤の土壤構造に起因する土壤の乾燥が、根群の養水分吸収の低下を招き、ある生育ステージで強くその影響を受け、樹体の栄養的アンバランスにより、外界の異常環境に遭遇して、果皮障害が発生するものと考察した。

9 土壤管理の面からみた虎斑症発生の防止対策は、園地が最も乾燥する夏秋季の土壤乾燥を防ぐことと、年間を通じて風当りの強い園地では、水分蒸散を防ぐ処置を講じることが必要と考える。

謝 辞

本調査を実施するにあたっては、津久見市柑橘振興会の方々に多大なる御協力を賜った。又研究報告を作成するにあたって、ご教示並びにご校閲を賜った立川忠夫柑橘試験場長、英文のご校閲を賜った池永正別府大学教授、電算処理にご協力を賜った清積邦康大分県庁電子計算課課長補佐、これらの方々に対し心からなる謝意を表します。

文 献

- 1 綾森強・小田真男・吉田智也(1975). ウンシュウミカンに対する虎斑症状果の発生に関する調査. 昭和49年度常緑果樹試験研究打合せ会議Ⅱ土壤肥料分科会資料, 165~166
- 2 原田豊(1973). 温州ミカンの成熟期における果皮の生理障害に関する研究(第1報) 障害発生の実態調査と障害果の観察. 香川農研報, 23, 38~42
- 3 長谷嘉臣(1975). 主成分分析法による葉分析結果からの樹幹肥大に関する指標の抽出. 園芸学会発表要旨昭50秋, 100~101
- 4 林真二(1968). ナシの生理障害. ナシのユズ肌病鳥潟博高編, 果樹の生理障害と対策. 219~249, 誠文堂新光社
- 5 池田勇・小林省蔵(1979). カンキツの育種における精油に関する研究(第4報) 葉の精油組成の主成分分析による品種分類. 園芸学会発表要旨昭54秋, 4~5
- 6 猪瀬敏郎(1968). ナシの生理障害. ニホンナシの石ナシ. 鳥潟博高編, 果樹の生理障害と対策. 250~265, 誠文堂新光社
- 7 梶浦一郎・山木昭平・大村三男・秋浜友也・町田裕(1979). 東アジア産ナシ類の果実中に含まれる糖成分の歴史的变化と糖組成についての主成分分析による品種分類. 育雑, 29(1), 1~12

- 8 川俣恵利 (1975). 日本ナシの生理障害に関する研究 (第6報) 二十世紀ナシ園におけるユズ肌発生の要因解析. 園芸学会発表要旨昭50秋, 58~59
- 9 川俣恵利 (1976). ニホンナシの生理障害に関する研究 (第7報) 長十郎ナシ果の発生原因について. 園芸学会発表要旨昭51秋, 24~25
- 10 川俣恵利 (1979). 日本ナシ果実の硬化障害に関する研究 (第2報) 鉢植土壤への石灰施用と乾湿処理がユズ肌果発生に及ぼす影響. 園学雑, 48 (2), 137~146
- 11 松尾嘉郎 (1973). 農業技術者のための土壤サンプリング法 [4] 直交表による第1次土壤サンプリング. 農業及園芸, 48 (8), 1025~1030
- 12 松尾嘉郎 (1973). 農業技術者のための土壤サンプリング法 [5] 第1次土壤サンプルの多変量解析法. 農業及園芸, 48 (9), 1148~1154
- 13 松尾嘉郎・中田均・高橋英一 (1979). 滋賀農試長期圃場試験成績の多変量解析 (第1報) 水稻収量のパターン解析. 土肥誌, 50 (4), 311~316
- 14 峯浩昭・古野信雄・河野務・綾森強・佐藤隆・小田真男・渡辺豊 (1975). 貯蔵中における虎斑症状果の実態調査. 昭和49年度常緑果樹試験研究打合せ会議 I 栽培分科会資料, 33~34
- 15 峯浩昭・小田真男・吉田智也・白石利雄・渡辺豊・綾森強 (1977). 温州ミカンの虎斑症状果発生原因究明調査. 昭和51年度常緑果樹試験研究打合せ会議 I 栽培分科会資料, 59~60
- 16 三田豊久・白井敏男 (1976). 温州ミカンの貯蔵性の産地間差異について (第1報) 主成分分析による温州ミカンの貯蔵性の評価と産地区分. 静柑試研報, 13, 1~25
- 17 中田均 (1980). 肥料三要素および堆肥の長期連用が土地生産力におよぼす影響の数理統計的解析. 滋賀農試特研報, 13, 1~108
- 18 中路勉・港和行・橋本誠 (1980). 湖沼水質の統計学的研究 (I) 長野県内湖沼水質への多変量解析の適用. 信州大農紀要, 17 (1), 89~99
- 19 中路勉・港和行・牧清忠・入江鏡三 (1981). 河川水質の統計学的研究 (II) 長野県内千曲川水質への多変量解析の適用. 信州大農紀要, 18 (1), 109~119
- 20 小川勝利・坂井堅・黒川泰幸 (1979). 中晩生カンキツ類の貯蔵に関する研究 (第1報) ハッサク虎斑症の発生に及ぼす各種要因の影響. 広島果試研報, 5, 17~38
- 21 岡田長久 (1972). 主成分分析によるミカン産地の層化について. 静柑試研報, 10, 19~46
- 22 奥野忠一・久米均・芳賀敏郎・吉澤正 (1971). 多変量解析法. 160~257, 日科技連
- 23 奥野忠一・芳賀敏郎・矢島敬二・奥野千恵子・橋本茂司・古河陽子 (1976). 統多変量解析法. 77~114, 日科技連
- 24 小曾戸和夫・飯野久栄 (1972). 温州ミカンの食味評価 (第1報) 主成分分析による市場ミカンの形質の解析. 園学雑, 41 (1), 83~91
- 25 佐藤隆・佐藤瑞穂・甲斐一平・白石利雄・峯浩昭・小田真男・高田勝重・沢本敬男 (1980). セミノールの生理障害に関する研究 (第2報) 実態調査および2・3の知見について. 園芸学会九州支部第20回発表要旨, 21
- 26 白石利雄・佐藤二郎・佐藤隆・佐藤瑞穂 (1981). セミノールの生理障害に関する研究 (第5報) 結果数, 結果位置および果皮温度と障害果の発生. 園芸学会発表要旨昭56春, 440~441
- 27 白石利雄・秋田忠夫・佐藤二郎・佐藤隆・佐藤瑞穂 (1981). 大分県におけるセミノール栽培の問題点 [2] 生理障害果およびス上がり果の発生と収穫時期. 農業及園芸, 56 (11), 1388~1390
- 28 津野林士 (1974). 大分県の土壤. 73, 138~142 大分県経済農業協同組合連合会
- 29 若月利之・松尾嘉郎・片山幸士・石田紀郎 (1978). 沖積および洪積土壌の風化過程における諸元素の挙動 (第3報) 元素の土壤地球化学的分類. 土肥誌, 49 (2), 100~106
- 30 渡部潤一郎・秋好広明・天野勝司・松本和夫 (1979). 伊予柑果皮の褐斑発現に関する研究 (予報). 園芸学会発表要旨昭54春, 58~59
- 31 吉川誠次・石間紀男・五十嵐洋子・斉藤説子 (1969). 主成分分析法による国際食料供給パターンに関する研究. 食研報, No.24, 23~30

Statistical Analysis of Soil Conditions at the Orchards Damaged by the Occurrence of Physiological Disorder of Seminole Tangelo

Hiroaki Mine, Shino Koda, Takashi Sato, Mizuho Sato, Toshio Shiraishi, Katsushige Takada, Takao Sawamoto and Hayashi Tsuno

Summary

Physiological disorder of Seminole Tangelo, the so-called "Kohansho", has occurred annually in the fruit trees and during the storage since 1977. This fact has caused a remarkable deterioration of the fruit, followed by a fatal problem in selling prices. In order to solve this serious problem, we conducted an on-the-spot survey in October, 1979 in terms of clarifying the correlation with the occurrence of "Kohansho" in connection with the environment, especially the soil conditions. In this report we have tried to make a statistical analysis of the data obtained in that survey mentioned above.

- 1 In the 24 items of physical and chemical characteristic values in the soil, much correlation was not observed between the physical and chemical characteristic values both in the 1st and 2nd horizon soil. But a high rate of positive or negative correlation was recognized among the physical or chemical characteristic values respectively. This fact suggests that we might investigate the physical or chemical values of the soil separately.
- 2 It has been proved that physical factors, rather than chemical ones, have exerted a stronger influence upon the occurrence of physiological disorder both in the 1st and 2nd horizon soil of the Kohansho-stricken orchards.
- 3 In such orchards mentioned above, the soil structure proved to have much porosity, great permeability and little water holding capacity. On the other hand, it was observed in such orchards that the heavy clayish soil extended from surface soil to subsoil, causing the difficulty in the movement of soil moisture, followed by its dryability.
- 4 In the first year soil survey, we could estimate the occurrence of Kohansho disorder in the next year through principal component analysis with physical and chemical values as the parameter. This technique gave us a clue for the future investigation method.
- 5 The second great factors that contributed to this survey in the 1st horizon soil were $\text{NO}_3\text{-N}$ and EC. It was in such Kohansho-stricken orchards that a high rate of values was observed.
- 6 The third factors that contributed to this survey in the 1st horizon soil were pH and exchangeable calcium. In the groups of a lower rate of values of PH and exchangeable calcium were found the orchards much stricken and less stricken coexisting.

7 It has been proved that, as a result of principal component analysis and discriminant function, the 2nd horizon soil has little influence upon the occurrence of Kohansho disorder.

8 We got to the conclusion that the physiological peel disorder occurs through the following process that the soil drying caused by the soil structure of the 1st horizon soil gives rise to the deterioration of absorption of nutrient and moisture in the root system and that citrus trees are strongly influenced by such an abnormal condition at a certain growing stage and finally that the trees are put in an unusual environment as a result of the nutrient unbalance in themselves.

9 We would like to suggest that the preventive measures to be taken for physiological disorder are to keep off the soil drying in the seasons extending from summer through autumn and to prevent the moisture transpiration in the strong-windy orchards.