

ミカンの幼木肥培における未耕・熟畑土壌の土壌肥料的考察

(続報)ミカン苗木の植栽が肥料の溶脱・跡地土壌の化学性におよぼす影響について*

吉川操次**・松田兼三**・吉川重彦**

Studies on Soil and Manuring in Cultivate and Uncultivate Soil for Citrus Young Tree

(Part II) Effect of leaching on planting and not planting

Sozi YOSHIKAWA, Kenzi MATSUDA and Sige-hiko YOSHIKAWA

はじめに

作物の肥培に際し土壌の特性を知る方法として、供試土壌に作物を栽培して生育状態を調べるほか、土壌の理化学分析を行なってその特性を知るとともに、ライシメーターを用いて肥料の保肥性を知らることが行なわれている。しかしこの試験方法は、1,2年生作物では比較的容易で結果もえやすいが、永年作物では短期間に結果がえがたいこともあって、作物を栽培することなく土壌分析と肥料の溶脱調査のみによって、土壌の特性を示すことが多い。

しかし作物の植栽によって、根による土壌中の成分の吸収、呼吸などの生理作用や根の理化学的作用による土壌構造の変化などが行なわれる結果、同条件の作物不植栽土壌に比べて、土壌の化学性、肥料成分の溶脱はかなり違いがあるものと考えられる。もしそうであれば作物不植栽土壌の化学分析、溶脱調査を主とした土壌特性の試験結果からは、直ちに作物栽培条件下の土壌特性を論ずることは必ずしも適当ではないといえる。したがって、ミカンの植栽と不植栽の条件下における土壌の化学性と、養分溶脱の比較検討を行うことは、これまでミカン不植栽条件下でえた試験結果を、ミカン栽培が行われている現地の圃に適合させ、比較考察するうえに重要なことであると思われる。

作物の植栽、不植栽の条件下における肥料成分の溶脱比較は、1,2年生作物の成績はあるが、永年作物、ことにミカンに関するものは少ない。さきに筆者らは新造成ミカン圃肥培の資料をうるため、花こう質岩の未耕土壌

と熟畑土壌を自製ライシメーターに詰め、ミカンの苗木を植栽して苗木の肥大、肥料の溶脱、跡地土壌の変化などについて試験を行なった。これらの結果については前報¹³⁾に報告したとおりであるが、この際ミカンの植栽区と同条件のミカンの不植栽区を設定し、未耕土壌と熟畑土壌におけるミカン植栽の有無が、肥料の溶脱、跡地土壌の化学性におよぼす変化について検討し、いささか知見をえた。以下その概要を報告する。

試験方法

1. 供試土壌

多気郡多気町神坂で採取した花こう質岩を母材とした未耕土壌(土性S)と、同母材の熟畑土壌(SL)を用いた。土壌の理化学性、硝酸化程度については前報¹³⁾のとおりであるが、とくに未耕土壌の硝酸化程度は熟畑土壌に比べて著しく低い土壌である。

2. 試験区

第1表 試験区とその内容 g/ライシメーター

苗(列)	土 区	成 分					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	
植 栽	未耕土(未)	無肥料(-)	-	-	-	-	
		NH ₄ -N(A)	7.50	3.75	3.75	1.409	2.11
		NH ₃ -N(IN)	"	"	"	"	"
	(植) 熟畑土(熟)	無肥料(-)	-	-	-	-	-
		NH ₄ -N(A)	7.50	3.75	3.75	3.80	0.57
		NH ₃ -N(IN)	"	"	"	"	"
不植栽	(未)	無肥料(-)	-	-	-	-	
		NH ₄ -N(A)	7.50	3.75	3.75	1.409	2.11
		NH ₃ -N(IN)	"	"	"	"	"
	(植) 熟畑土(熟)	無肥料(-)	-	-	-	-	-
		NH ₄ -N(A)	7.50	3.75	3.75	3.80	0.59
		NH ₃ -N(IN)	"	"	"	"	"

* この報文の一部は1972年中部土壌肥料学会に報告した。

** 環 境 部

- (注) 1) 肥料は試薬用硫酸, 硝酸ソーダ, 燐酸一石灰, 硫加, 炭カル, 炭マグを使用
 2) N, P₂O₅, K₂O は 5. 6. 7. 8. 9. 10月, 6回に分施
 3) CaO, MgO (CaOの15%) は植付前 (3.5 y量) 施用
 4) ライシメーターは縦30×横45×深さ25cmのコンテナを用い, 供試土壌は3.2kg
 5) 植栽区は2年生芽接ぎ苗2本植
 6) 2区制

未耕・熟畑土壌にそれぞれ2年生ミカン苗木の植栽列と不植栽列を設け, 各列に無肥料区, NH₄-N区, NO₃-N区を設けた. 試験区の内容については第1表のとおりである.

3. 灌 水

ライシメーターは屋外におき, 土壌水分はテンションメーターによってPF 2.2になるように注意し, 灌水は蒸溜水を用いた.

4. 調 査

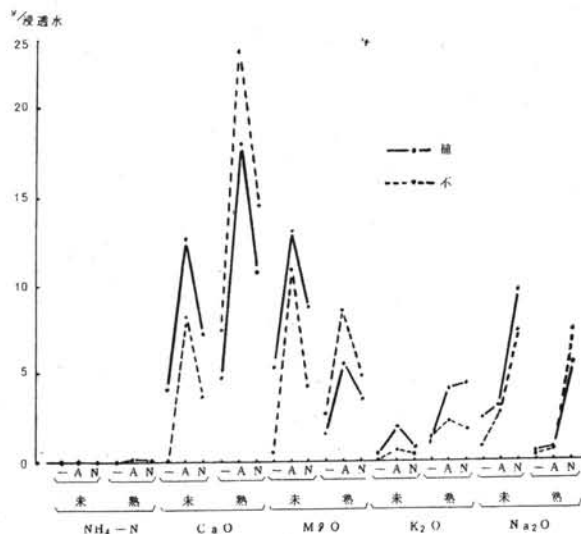
植栽列の苗木は掘りあげ後解体調査し, 土壌分析は掘りあげ直後に行なった. また降水による浸透水は試験期間中4回に分けてとり, 分析は採水の都度なるべく早く行なうようにした.

5. 分析方法

前報¹³⁾のとおりである.

試 験 結 果

試験期間中降水によって浸透溶脱した各成分量を, 陽イオン, 陰イオンに分け第1図, 第2図に示した.



第1図 成分の溶脱(その1)陽イオン
(5月15日~12月5日)

陽イオンのうちアンモニア態窒素の溶脱は, 未耕・熟畑土壌とも苗木植栽の有無に関係なく, きわめて微量で

痕跡程度であった.

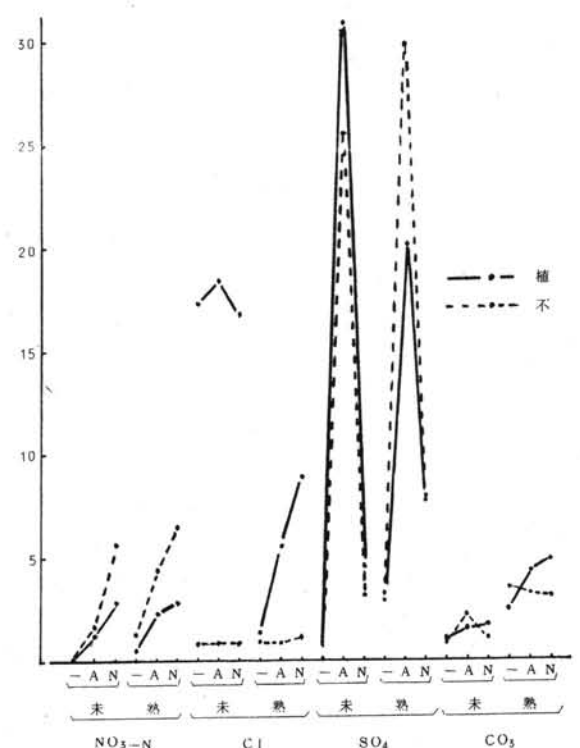
石灰の溶脱は未耕土では植栽列の方が不植栽列よりも多かったが, 熟畑土では不植栽列の方が植栽列よりも多く, 両土壌間で相反した動きを示した. また苗木植栽の有無に関係なく, 両土壌ともNH₄-N区の方がNO₃-N区よりも多量の石灰が溶脱した.

苦土の溶脱は石灰とほぼ同様の傾向を示し, 未耕土では植栽列の方が不植栽列よりも多かったが, 熟畑土では不植栽列の方が植栽列よりも多かった. また両土壌とも苗木の植栽に関係なく, NH₄-N区の方がNO₃-N区よりも苦土溶脱が多かった.

加里の溶脱は熟畑土の無肥料区以外, いずれも植栽列の方が不植栽列よりも多かった.

ソーダの溶脱は未耕土では植栽列の方が不植栽列よりも多かったが, 熟畑土ではこの傾向は明らかでなかった. また両土壌ともNO₃-N区の方がNH₄-N区よりも著しく多くのソーダを溶脱したが, これは第1表に示したとおり, NO₃-N区では窒素肥料として硝酸ソーダを施用したことによるものと思われる.

浸透水



(注) P₂O₅は未・熟の各区ともこん跡
 第2図 成分の溶脱(その2)陰イオン
(5月15日~12月5日)

陰イオンのうち硝酸態窒素の溶脱は, 未耕土・熟畑土とも不植栽列の方が植栽列よりも多かった. また, 両土壌とも苗木植栽の有無に関係なく, NO₃-N区の方がNH₄-N区よりも硝酸の溶脱が多かった.

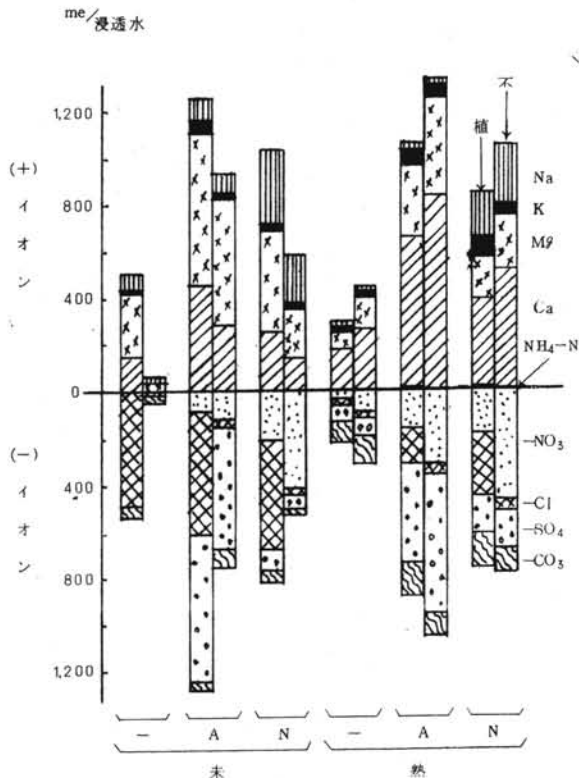
塩素の溶脱は両土壌とも苗木の植栽列が多く, とくに

未耕上ではこのことが著しかかった。

硫酸根の溶液は未耕上では植栽列の方が不植栽列よりも多かったが、熟畑土では逆に不植栽列の方が植栽列よりも多かった。また両土壤とも $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の方が $\text{NO}_3\text{-N}$ 区よりも多かったが、これは $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の窒素肥料に硫酸を使用したことによるものと思われる。

炭酸の溶脱については、両土壤とも苗木栽培の有無に関して明らかな傾向を認めなかった。

2. 浸透水のイオン組成



第3図 浸透水のイオン組成
1969. 5. 1 ~ 69. 12. 5

第1図、第2図に示した溶脱諸成分について、成分ごとの当量値を求め、浸透水のイオン組成を両土壤の苗木植栽列と不植栽列について示したものが第3図である。

調査した溶脱各成分の総グラム当量数は、未耕土では植栽列の方が不植栽列よりも大きく、熟畑土では不植栽列の方が植栽列よりも大きく相反した傾向を示した。

陽イオン5成分の当量数は両土壤とも石灰・苦土が大きかったが、未耕土では苦土が最も大きく、熟畑土では石灰が大きかった。また、両土壤とも $\text{NO}_3\text{-N}$ 区ではソーダの当量数が大きかったが、これは $\text{NO}_3\text{-N}$ の肥料に硝酸ソーダを使用したためと思われる。

陰イオンの当量数は両土壤とも炭酸は小さく、塩素、硫酸、硝酸が大きかったが、とくに未耕上の植栽列では塩素の当量数が大きかった。両土壤とも $\text{NH}_4\text{-N}$ では硫酸イオン、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 区では硝酸イオンが大きかったが、これは施用した肥料の違いによるものと思われる。

3. 跡地土壤

苗木掘りあげ後の土壤について化学性を調べた結果を第2表に示した。

第2表 跡地土壤の分析

耕種(土質)	pH	無機-N %/100P			P ₂ O ₅ %/100P	UBC %/100P	E X			%/100P		T-H CEC ×100	
		KCl	NH ₄ -N	NO ₃ -N			CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	T-H		
未	-	4.4	tr	4.1	4.1	2	10.15	1.25	2.70	1.12	0.66	5.73	5.7
	A	3.8	5.1	9.0	14.1	12	10.55	2.40	1.38	1.24	0.42	5.44	5.3
	N	4.9	tr	5.5	5.5	15	10.45	2.72	1.95	1.52	1.25	7.24	6.9
熟	-	5.7	0.4	7.4	7.8	11.9	20.30	15.31	3.10	0.60	0.51	17.52	8.6
	A	5.6	0.4	10.5	10.7	14.9	20.15	11.97	2.02	0.81	0.44	15.24	7.6
	N	5.9	0.2	10.1	10.5	15.5	20.30	13.25	2.24	1.02	1.65	18.14	8.9
未	-	4.4	tr	5.7	5.7	2	10.30	2.02	2.78	0.18	0.48	5.46	5.3
	A	3.8	6.5	15.0	21.3	12	10.85	2.53	1.89	0.55	0.29	5.06	4.7
	N	4.9	tr	3.5	3.5	18	10.85	2.58	1.97	0.52	2.21	7.08	6.5
熟	-	5.7	0.2	8.6	8.8	14.3	20.55	13.06	3.52	0.55	0.47	17.60	8.6
	A	5.6	1.1	13.4	14.5	17.6	20.50	11.96	2.48	0.77	0.44	15.65	7.6
	N	5.8	1.2	8.5	9.7	16.3	20.30	11.39	2.69	0.64	2.13	16.85	8.5

(注) 無機N ; Conway法 P₂O₅ ; Truog法

pHは両土壤とも低下したが苗木の植栽による差は少ないようであった。原土壤の酸性中和のため苗木の植栽前に3.5 y量の石灰・苦土を施用したが(第1表)、熟畑土よりも未耕土の方が低下が著しく、また、両土壤とも $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の方が $\text{NO}_3\text{-N}$ 区よりも低くなった。

窒素(無機態)は両土壤とも植栽列の方が不植栽列よりもやや多かった。また、両土壤とも $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の方が $\text{NO}_3\text{-N}$ 区よりもやや多かった。

磷酸(トルオーグ)は苗木の植栽に関係がないようで、植栽列と不植栽列に明らかな差はなかった。また熟畑土は未耕土よりも含有量がきわめて大きかった。

加里(置換性)は両土壤とも植栽列の方が不植栽列よりも多く、とくに未耕土ではこの傾向が著しかった。先述のごとく、窒素では両土壤とも不植栽列の方が植栽列よりも多かったが、加里では植栽列の方が不植栽列よりも多く、窒素の場合と相反した傾向を示した。

石灰(置換性)は両土壤とも植栽列、不植栽列間に明らかな差は認められなかった。未耕土では熟畑土よりも著しく含有率が低かった。

苦土(置換性)は両土壤とも不植栽列の方が植栽列よりも多い傾向が見られ、この点、先述の窒素と似た傾向を示した。また、両土壤とも $\text{NO}_3\text{-N}$ 区の方が、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 区よりも含有率はやや高かった。

総合考察

土壤の保肥特性を知る方法として、ライシメーターによる養分の溶脱試験が広く行われている。この場合、作物=ミカンを植栽した土壤で行ったライシメーター試験は多く、また、ミカンを植栽しない裸地条件のライシメーター試験は既往にも多い。筆者らも後者の裸地条件の検討については、県下のミカン栽培地帯の代表的土壤に関する試験⁸⁾を行った。

しかし、ミカンを植栽した条件と、植栽しない条件では、根による養分の吸収、呼吸などの生理作用、理化学的な土壌構造の変化などによって、成分の溶脱、跡地土壌の化学性にかなりの変化があるものと考えた。ことに未耕土壌のごとく酸性が強く、有効磷酸と有機質に不足し有用微生物の作用の弱い土壌と、熟畑土壌のごとく永年の肥培管理によって、未耕土壌のもつ欠点をほとんど矯正された土壌とでは、肥料成分の溶脱、跡地土壌の化学性の様相が異なるものと思われた。供試未耕土壌ではとくに硝酸化程度が弱いことを述べたが(試験方法)、この場合、窒素質肥料の形態(アンモニア態、硝酸態)によっても、ミカンの植栽の有無が、成分の溶脱、跡地土壌の化学性に变化をきたすものと考えた。

作物を栽培した状態と、栽培しない裸地状態のライシメーター試験による成分溶脱の比較は、コーネル大学で行われた輪作と裸地の10か年、15か年平均の成績が多く引用されている^{1) 6) 9)}。この試験は輪作体系の基礎試験として、土壌の変化を知るうえに貴重なデータであろうと思われるが、ミカンのような永年作物では輪作ではなく、植栽を前提として土壌の試験を行うことが普通である。この場合、植栽、不植栽の条件の比較を行うことは、裸地条件でえた従来のデータを植栽後の動向にあてはめ、植栽後の変化を考察するうえに重要なことであろうと思われた。

このため、筆者らは小型ライシメーターに未耕土壌と熟畑土壌を詰め、ミカン苗木を植栽して生育肥大を調べるとともに、肥料成分の溶脱状態と跡地土壌の化学性の変化について比較検討した。以下、得られた試験結果から成分ごとに考察を加えることにする。

まず、窒素の溶脱はそのほとんどが硝酸態窒素で、未耕土、熟畑土とも不植栽の方が植栽よりも多く溶脱した(第1. 2. 3図)。

硝酸態窒素の溶脱による土壌中の窒素の損失についてブラックは、²⁾ 休耕地土壌の方が耕作地土壌よりも大きいと述べ、耕地土壌の溶脱の少ない理由として、硝酸態窒素を吸収する作物が存在することをあげている。そしてアラバマにおけるエンバク、ベッチを栽培した場合の溶脱による土壌中の窒素の損失は、エンバク区、ベッチ区では裸地区よりも窒素の損失が少なかったと述べている。また、ライオンバックマン、青木、森田らが引用しているコーネル大学のライシメーター試験によると、^{1) 6) 9)} 10か年、15か年の平均で輪作区の窒素溶脱量は、裸地区よりも著しく少なくなっている。このように植栽条件の方が不植栽条件よりも窒素の溶脱が少ないことは、筆者らの試験結果と一致した。

また、両土壌の $\text{NH}_4\text{-N}$ 区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 区の溶脱比較では、苗木の植栽に関係なく $\text{NO}_3\text{-N}$ 区の方が $\text{NH}_4\text{-N}$ 区

よりも多く、未耕土ではこの傾向が著しかった(第3, 4回)。これはイオンの土壌吸着の差のほか、とくに未耕地では硝酸化程度が低い⁴⁾ため、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 区に施用した硫酸のアンモニア態窒素は硝酸態に変えられることが遅く、アンモニア態のまま長く土壌に吸着されていたためと思われる。

磷酸の溶脱については苗木の植栽に関係なく、両土壌とも痕跡程度であった(第2図)。このことについては前報に船引、坂本³⁾ら、松下、藤島⁴⁾らのライシメーターによる成績を引用したが、これらではいずれも磷酸の溶脱は痕跡であったと述べている。また、前記コーネル大学の成績でも、⁶⁾ 裸地、輪作とも磷酸の溶脱は痕跡であったと報じており、いずれも筆者らの結果と一致した。

加里の溶脱については、両土壌とも概して植栽列の方が不植栽列よりも多かった(第1図・第3図)。また、土壌中の置換性加里は両土壌とも植栽列の方が不植栽列よりも多く、とくに未耕土壌では植栽列が著しく多かった。この植栽によって加里の溶脱と、土壌中の加里が増加した原因については、ミカンの根による土壌の風化、構造の変化によって置換性の加里が増え、水溶性の加里が増加したことが考えられる。

植物の根による土壌の理化学的な風化作用について大杉¹⁰⁾は、根から炭酸ガス、有機酸を分泌して不溶性の物質を可溶化すると述べ、また、川村⁵⁾は根の作用として細胞の膨圧による物理的な風化のほか、根が溶解成分を吸収し、風化の化学平衡を常に破り、一層風化を促進している。柴田¹²⁾は花こう岩では石英・長石・雲母など造岩鉱物の膨脹係数の違いによって、成分鉱物に崩壊されやすく根があれば一層風化が進むと述べている。また、佐伯¹¹⁾は花こう岩の風化にあたり、造岩鉱物である石英・白雲母は風化が困難であるが、長石・黒雲母は風化が容易でとくに長石は土壌に対する加里の供給源であるとしている。なお、佐伯は新鮮花こう岩とその風化土壌である残積土の土壌分析の結果から、新鮮花こう岩では残積土よりも珪酸・加里・ソーダの含有率が高い⁷⁾ことを述べている。同様のことをライオンバックマンも、未風化花こう岩と、これから生成した粘土の土壌の分析比較から考察し、花こう岩の風化消耗の大きい成分として、石灰・ソーダ・加里・苦土・珪酸をあげている。

このようにミカンの植栽によって置換性加里が増加する筆者らの結果に対し、これを裏付ける先覚の知見も多いようである。花こう岩土壌のうちとくに未耕土壌における加里は、ミカンの植栽によって特異的な動きを示すが、このことは園の肥培にあたっては配慮が必要であると思われ、今後、これら土壌中の加里の経年変化、加里の施肥法などについて解明が望まれる。

石灰の溶脱はミカンの植栽によって未耕土では増え、

熟畑土では減少した(第1図・第3図)。このことについてコーネル大学のライシメーター試験⁶⁾によると、輪作区の石灰溶脱量は裸地区よりも少なくなっている。また、青木は畑作(大麦)によって加用石灰の6.4~7.4%量が流失したことを報じ、筆者らの結果と必ずしも一貫しないようである。

土壌への石灰施用は苗木の植栽前3.5 y^l量を施用したが、跡地土壌の置換性石灰量は、両土壌とも苗木の植栽の有無に影響はみられなかった(第1表・第2表)。

苦土の溶脱はミカンの植栽によって未耕土では増加し、熟畑土では減少した(第1図・第3図)。この土壌の新旧による相反した苦土溶脱の傾向は、石灰の場合と同様であった。ライオンバックマン⁶⁾はコーネル大学のライシメーター試験で、苦土の溶脱は10か年平均で輪作区は裸地区の70%あったとし、作物の栽培によって苦土の溶脱が少なくなることを報じている。この点、筆者らの成績は、熟畑土では前記ライオンバックマンと同様の傾向であったが、未耕土では一致しなかった。

跡地土壌の苦土(置換性)をみると、両土壌とも植栽列の方が不植栽列よりも少なかった(第2表)。ミカン植栽列の苦土量が不植栽列よりも少ない原因は、苗木の肥大による吸収も一因と考えられる。

以上、5成分を中心に記述を進めてきたが、このほか塩素の動向についても注目された(第2回・第3図)。両土壌ともミカンの植栽によって溶脱塩素量が大巾に増加し、とくに未耕土ではこのことが著しかった。塩素の溶脱が増える原因については、ミカンの根による土壌の風化によるものか、ミカンの生理作用が関与しているものかは明らかでない。とくに未耕土壌の植栽区の陰イオン組成をみると塩素の占めるウエイトは高いが、塩素の動向を検討することは、未耕土におけるミカンの肥培にあたって重要なことであると思われる。

摘 要

ミカン苗木の不植栽土壌でえられる従来の多くの試験結果を、現地のミカン植栽後の土壌に適応できるか否かを知るため、花こう質岩の未耕土壌と熟畑土壌を小型ライシメーターに詰め、苗木を植栽した場合と植栽しない場合について、肥料成分の溶脱、跡地土壌の化学性を検討した。その結果、

1. 窒素の溶脱はミカンの植栽によって抑制された。土壌の無機態窒素は植栽によって減少した。

2. 磷酸の溶脱はミカン植栽の有無に関係なく痕跡であった。また土壌中の有効態磷酸は植栽の有無による差

がみられなかった。

3. 加里の溶脱はミカンの植栽によって増加した。また、土壌中の加里(置換性)は植栽によって増加し、とくに未耕土では著しかった。

4. 石灰の溶脱は植栽によって未耕土では増加し、熟畑土では減少し土壌の新旧で相反した結果を示した。土壌中の石灰(置換性)は植栽の有無によって明らかな結果を示さなかった。

5. 苦土の溶脱は植栽によって未耕土では増加し、熟畑土では減少した。土壌中の苦土(置換性)は植栽によって減少した。

引 用 文 献

- 1) 青木茂一(1956);土壌と植生417. 養賢堂.
- 2) ブラック・原田登五郎訳(1960);作物と土壌223. 朝倉書店.
- 3) 船引・永木・坂本ほか(1963);土肥誌34. 125~130.
- 4) 船引・坂本・上村ほか(1964);土肥誌35. 296~300.
- 5) 川村一水(1956);農林土壌学66 養賢堂.
- 6) ライオンバックマン・三井進午訳(1955). 土壌学199~200 朝倉書店.
- 7) ライオンバックマン・三井進午訳(1955). 土壌学231 朝倉書店.
- 8) 三重農試(1965);カンキツ試験研究打合せ会議第2分科会資料 139.
三重農試(1966);東海近畿地域果樹に関する打合せ会議資料 625.
三重農試(1967);カンキツ試験研究打合せ会議第2分科会資料 189.
三重農試(1968);カンキツ試験研究打合せ会議第2分科会資料 81.
- 9) 森田修二(1951);土壌学汎論219. 養賢堂.
- 10) 大杉 繁(1946);土壌化学第1編土壌生成の化学31. 養賢堂.
- 11) 佐伯秀章(1950);農林地質学166. 朝倉書店
- 12) 柴田秀賢(1967);日本岩石誌Ⅱ 3. 朝倉書店.
- 13) 吉川ら(1972);ミカン幼木肥培における未耕・熟畑土壌の土壌肥料的考察, 三重県農業技術センター報告第1号 70.