

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

吉川操次** 下迫勇助*** 松田兼三** 吉川重彦**

Studies on soil and manuring in cultivate and uncultivate soil for citrus young tree culture.

Sogi Yoshikawa, Yusuke Shimosako, Kenzo Matuda and Shigehiko Yoshikawa

はじめに

新しくミカン園を造成する場合、原土壌は一般に酸性が強く地力も劣っているから、十分土壌改良を行なったうえで苗木を植えることが望ましい。しかし最近行なわれている大型機械利用による大規模集団ミカン園造成法では、必ずしもこの点が十分でない場合が多い。すなわち、不良な下層土が園の表面にあらわれ、比較的地力のある表層土と下層土がかく乱されるなどである。今日の労力と経営の事情は、従来のように十分な土壌改良を行なうことなく、新園造成後ただちに苗木が植えられる実情にある。このようにして新園に植えられた苗木は、生育が思わしくなく結果年にはいることも遅れがちで、経営上苦慮している園をしばしば見受ける。

開こん地土壌（以下未耕土という）の施肥管理については、これまで多くの作物によって明らかにされてきたが、ミカンの苗木または幼木に関する肥培のデータは少なく、このため一般には労力と資材の関係から有機質を多く施し、既成園（以下熟畑土という）の幼木施肥量の2～3割増施で行なわれているのが普通である。

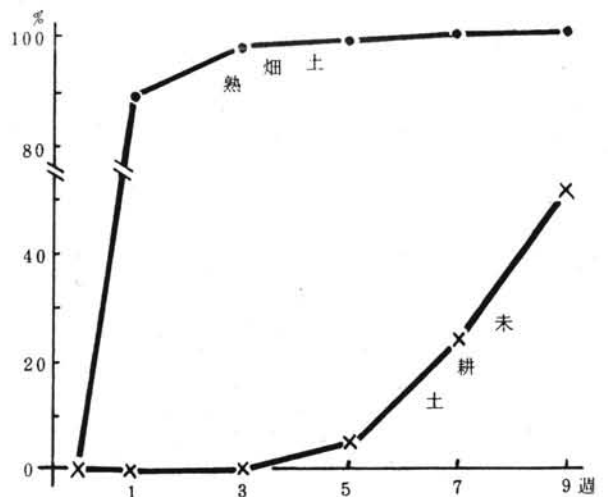
筆者らはこのような未耕土壌において、ミカンの幼木を肥培管理する場合の基礎資料を得る目的で、現地から土壌条件の似た未耕土壌と熟畑土壌を旧農試に運び、自製ラインメーターにこれをつめてミカンの苗木を植栽した。2か年にわたって苗木の生育、肥料の苗木による吸収と降雨による溶脱、跡地土壌の変化などについて試験

し、いささか知見を得たのでその概要を報告する。

試験の方法

1. 供試土壌

未耕土と熟畑土を用いた。その採土地と土壌の特性を表1に示し、また両土壌の時期的な硝酸化成度の結果を図1に示した。



(注) 硫酸加用(+), 同無加用(-)土壌を25℃に定温、Conway法

$$\text{NO}_3\text{化成}\% = \frac{\{ (+)\text{区NO}_3\text{-N} \} - \{ (-)\text{区NO}_3\text{-N} \}}{\{ (+)\text{区} \frac{\text{NH}_4\text{-N}}{\text{NO}_3\text{-N}} \} - \{ (-)\text{区} \frac{\text{NH}_4\text{-N}}{\text{NO}_3\text{-N}} \}} \times 100$$

図1 原土壌のNO₃化成

* この報文の要旨は1972年2月中部土壌肥料学会に報告した。

** 三重県農業技術センター環境部

*** 元三重県農業技術センター紀南かんきつセンター

表 1 供試土壌の概要

土 項 目	採 土 地	母 岩
未耕土壌	多気郡多気町神坂（ガケを崩した土）	花こう岩
熟畑土壌	“ （未耕土近くの開園後60年の改植園土）	“

土 項 目	粗 砂 %	細 砂 %	砂合計 %	シルト %	粘 土 %	土 性	全窒素 %	全炭素 %	炭素率 %	磷酸吸収係数
未耕土壌	65.1	23.8	88.9	9.9	1.2	S	tr	tr	—	312
熟畑土壌	45.1	34.3	79.4	11.3	9.3	S L	0.20	2.50	12.5	384

2. 供試苗木

1967年10月1年生キコク台木に芽接ぎし、無肥料土壌に植えて越冬させた尾張系苗を、68年4月無発芽のまま重量でそろえたものを用いた。

3. 試験区

未耕、熟畑両土壌についてそれぞれ無肥料区、アンモニア態窒素区、硝酸態窒素区を設けた。各区の施肥分量は表2のとおりである。なお、1968年4月から69年3月末までは、前記供試苗を2000分の1aポット1鉢1本植の8区制、肥料は表2に示した量の1/2とし1969年4月から69年12月試験終了までは、ポットから堀りあげた苗を図2のラインメーターに2本植2区制とした。肥料は表2に示した。

4. 灌水

ポットおよびライン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になるようにし

表 2 試験区とその内容 g/ラインメーター

土 区	成 分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
未耕土 (未)	無肥料(-)	—	—	—	—	—
	NH ₄ -N(A)	7.5	3.75	3.75	14.09	2.11
	NO ₃ -N(N)	7.5	3.75	3.75	14.09	2.11
熟畑土 (熟)	無肥料(-)	—	—	—	—	—
	NH ₄ -N(A)	7.5	3.75	3.75	3.80	0.57
	NO ₃ -N(N)	7.5	3.75	3.75	3.80	0.57

- (注) 1) 肥料は試薬硫酸、硝酸ソーダ、磷酸-石灰、硫加、炭カル、炭マグを使用
 2) N・P₂O₅・K₂Oは5, 6, 7, 9, 10月5回に分施
 3) CaO, MgO (CaOの15%) は置換酸度法 (3.5 y₁) により植付前施用
 4) 2区制

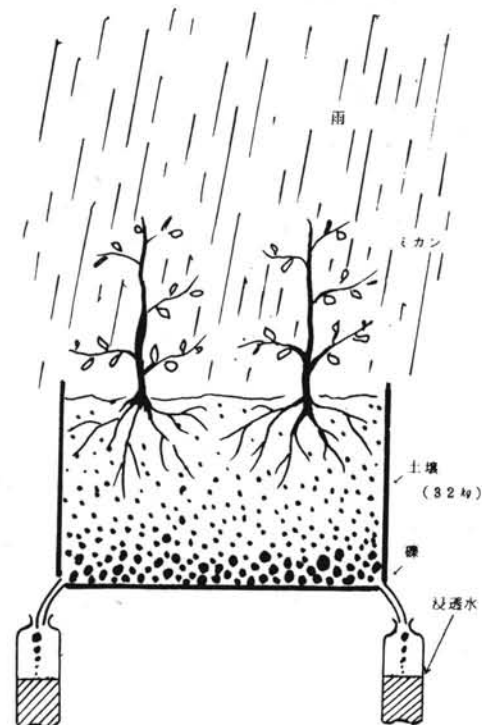
灌水は蒸溜水を用いた。

5. 調査

苗木はポット・ラインメーターに植栽前および試験終了時に重量調査したほか、ポットからラインメーターに移植した際の苗8本のうち4本と、試験終了時の4本を分析試料とした。また降雨によるラインメーターの浸透水は、試験期間中4回に分けてとり採水の都度分析した。

6. 分析項目と方法

粒形組成：ピペット法、T-N：ケルダール法（植物体）ガンニング変法（土壌）、NH₄-N：炭マグ加用による蒸溜法（水）、NO₃-N：還元鉄法（水）、無機-N：コンウェイ法（土壌）、P₂O₅：バナドモリブデン比色法、K・Na：炎光法、Ca・Mg：EDTA法、Cl：モ



(注) タテ ヨコ 深さ (cm)
30 × 45 × 25

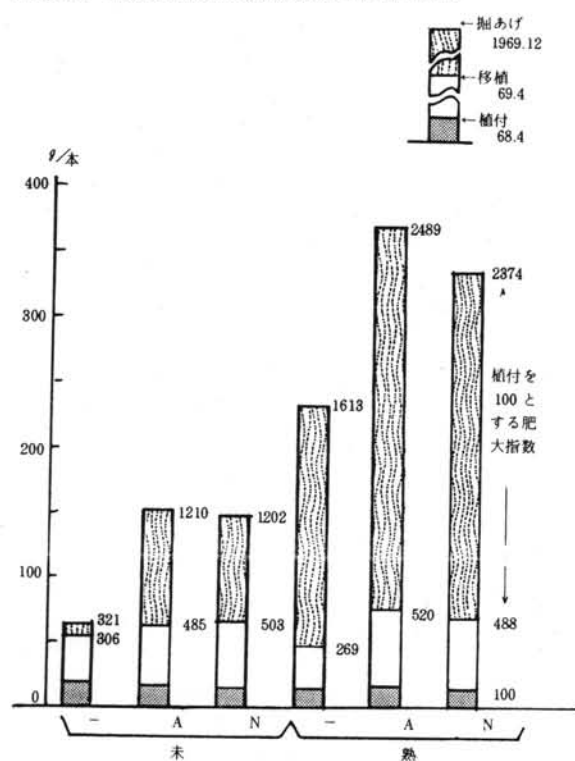
図 2 ラインメーター

ールの銀滴定法、 SO_4 ：Ba-EDTAによる置換滴定法、 CO_3 ：菅原法、塩基置換容量：ショーレンベルガー法、置換性塩基：ブレイ法、PH：ガラス電極法

試験結果

1. 苗の肥大

1968年4月2000分の1aポットに苗木を植付け、1年後の69年4月いったん掘りあげて移植するまでと同年4月ラインメーターに移植後同年12月掘りあげた苗木の、全重の増加の状態を図3に示した。



(注) 植付、移植は8本平均、掘りあげは4本平均

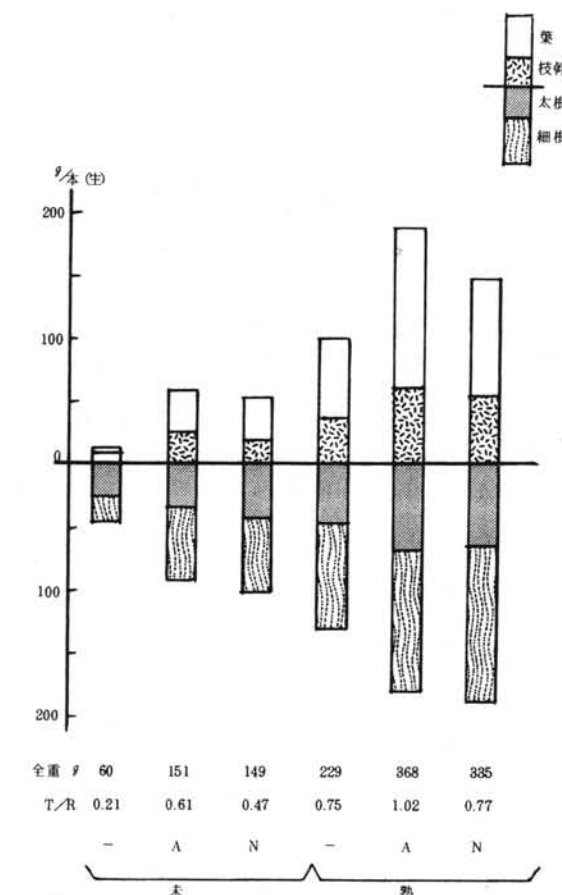
図3 苗の肥大量

これによると植付けから移植までの最初の1年間は、両土壌の各区とも比較的成長が少なく、熟畑土の無肥料区を除いた他の区間では、著しい差はみられなかった。これは芽接ぎ後の枝葉の伸長が少なかったため、同化能力が弱く台木の貯蔵養分で足ったためであろう。

2年めの肥大量は両土壌ともかなり多く、とくに熟畑土では著しかったが、未耕土の無肥料区ではきわめて少なかった。また両土壌とも NH_4 -N区の方が NO_3 -N区よりも肥大量が多かったが、未耕土ではその差はわずであった。

試験終了時の苗木の解体調査の結果を図4に示した。これによると未耕土の各区の重量は、熟畑土の各区の重

量よりも著しく小さく極端な差がみられた。また両土壌とも NH_4 -N区の方が NO_3 -N区よりもやや大きかった。一方T/R率は未耕土は小さく、熟畑土は大きかった。また両土壌とも NH_4 -N区のT/R率は、 NO_3 -N区よりもやや大きかった。



(注) 太根 径2mm以上

細根 径2mm以下

掘りあげ 1969年12月

図4 解体調査の結果

2. 苗木の成分吸収

(1) 成分含有率

解体調査の後葉、枝幹、根に分けて成分を調査した。その結果を図5に示した。

窒素：葉、枝幹、根の窒素含有率は、未耕土の方が熟畑土よりも低かった。両土壌の NH_4 -N区と NO_3 -N区を比較すると、未耕土では NH_4 -N区が NO_3 -N区よりもやや高く、熟畑土では逆に NO_3 -N区の方がやや高かった。

磷酸：葉、枝幹、根とも未耕土の方が熟畑土よりも低かった。未耕土では葉、枝幹、根の磷酸含有率はおおむ

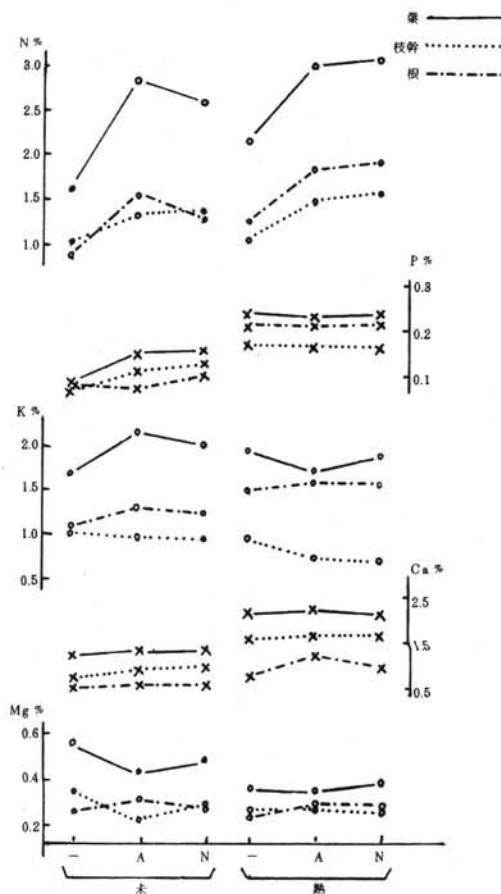


図 5 苗各部の成分含有率 (乾)
1969年12月

ね無肥料区 $<$ NH₄-N区 $<$ NO₃-N区の順になったが、熟畑土では3試験区の間はほとんどみられなかった。

加里：両土壌の葉、枝幹、根の加里含有率の差は磷酸ほど著しくなかった。両土壌のNH₄-N区とNO₃-N区の施肥区では、葉、枝幹の地上部では未耕土の方が熟畑土よりも高く、根では熟畑土の方が未耕土より高かった。

石灰：苗各部の石灰含有率は未耕土のものは熟畑土のものよりも低く、磷酸含有率と似た動きを示した。両土壌とも葉、枝幹、根の無肥料区、NH₄-N区、NO₃-N区の区間差は少なかった。

苦土：葉の苦土含有率は未耕土の方が熟畑土より高かったが、枝幹、根では両土壌間に明らかな傾向がみられなかった。

(2) 苗の成分吸収量

試験終了時に苗各部に吸収されていた成分の状態を図6に示した。また窒素の吸収量に対する磷酸、加里、石灰、苦土の吸収比率を、両土壌の各区について表3に示した。

図6によると未耕土の苗は、熟畑土の苗よりも窒素を

表 3 苗の各成分吸収比率

土 区	成分	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
未	—	100	22	142	89	51
	A	100	14	94	65	29
	N	100	18	105	71	34
熟	—	100	34	126	126	31
	A	100	23	82	111	24
	N	100	22	83	93	29

(3) 掘りあげ時

はじめ各成分の吸収量が少なかった。両土壌のNH₄-N区とNO₃-N区の吸収量を比較すると、未耕土の磷酸を除いていずれの成分もNH₄-N区の方が多かった。

表3によると未耕土では磷酸、石灰の比率が熟畑土よりも小さく、加里、苦土では熟畑土よりも大きかった。図5によって未耕土の磷酸、石灰の含有率が低いことを述べたが、窒素に対する各成分の吸収比率でも、未耕土では磷酸、加里が小さかった。

(3) 苗の成分吸収利用率

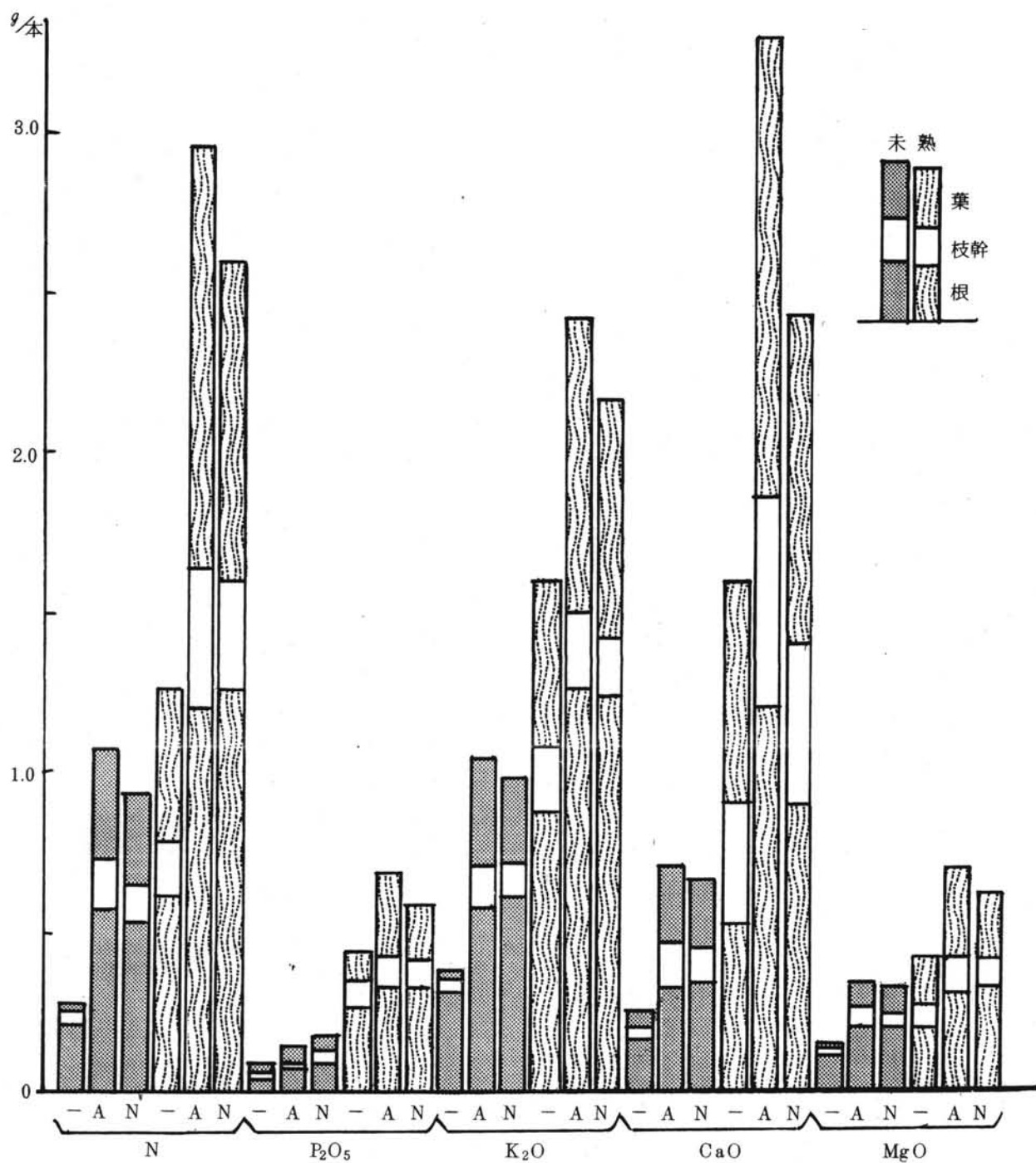
ラインメーターに植栽の間、苗木によって吸収利用された各肥料成分の吸収利用率を図7に示した。

図7によると、窒素の利用率は未耕土の方が熟畑土よりも低かった。これは未耕土の苗の肥大量が熟畑土の苗よりも少なく、吸収された窒素量が少なかったためと思われる。また両土壌ともNH₄-N区の方がNO₃-N区よりも高かった。

磷酸の利用率は両土壌とも低かった。

加里の利用率は両土壌の間に差が少なかった。これは熟畑土の苗の肥大量は、未耕土の苗よりも著しく多く吸収加里量が多かったが、無肥料区の加里の吸収量が多かったため、肥料中の吸収利用加里量が少なくなったことによるものと思われる(図6)。また両土壌ともNH₄-N区の方がNO₃-N区よりも利用率がやや高かった。

石灰と苦土の利用率は未耕土でとくに低かった。これは未耕土の苗の生育が悪く吸収された石灰、苦土量が少なかったほか、肥料として与えた石灰と苦土の量が、熟畑土よりも多かったことにもよると思われる(表2)。また両土壌のNH₄-N区とNO₃-N区を比較すると、未耕土ではNH₄-N区とNO₃-N区の石灰と苦土の利用率は、ほぼ同等で差は少なかったが、熟畑土ではNH₄-N区の方がNO₃-N区よりも高かった。



(注) 掘りあげ 1969年12月

成分吸収量=葉、枝幹、根 g × 成分 %

図 6 苗の成分吸収量

3. 浸透水による成分の溶脱

(1) 溶脱成分量

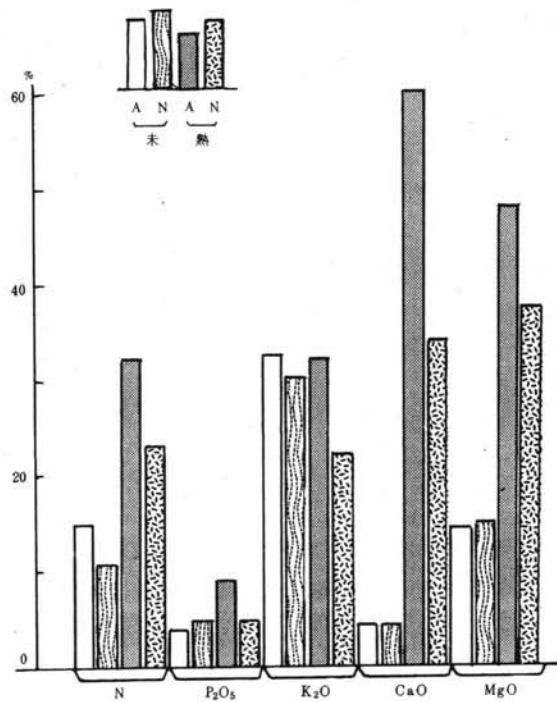
降雨によって溶脱流亡した試験期間中の各成分の全量を、陽イオン、陰イオン別に図8に示した。

これによるとアンモニア態窒素の溶脱は、両土壌とも

きわめて少なく痕跡程度であった。

石灰の溶脱は未耕土の方が熟畑土よりもやや少なく、またNH₄-N区とNO₃-N区を比較すると、両土壌ともNH₄-N区の方が溶脱量が多かった。

苦土の溶脱は未耕土の方が熟畑土より多く、石灰とは



(注) 成分吸収量 = $\frac{\text{掘りあげ時 (69.12)} - \text{移植時 (69.4)}}{\text{成分吸収量}}$

利用率% = $\frac{\text{NH}_4(\text{NO}_3)\text{-N区} - \text{無肥料区}}{\text{成分吸収量}} \times 100$

施肥成分量

図 7 苗木の成分吸収利用率

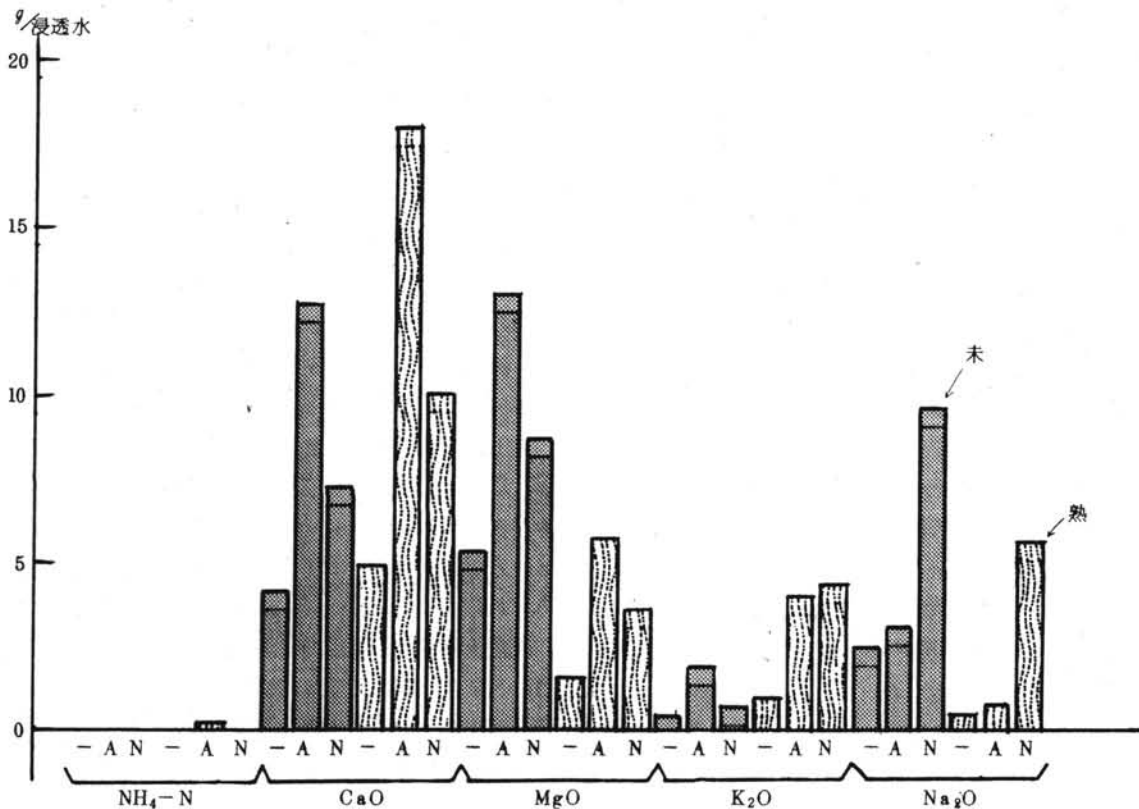


図 8 成分の溶脱 (その1) 陽イオン

逆であった。また $\text{NH}_4\text{-N}$ 区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 区の比較では、両土壌とも $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の方が多く流亡した。

加里の溶脱は未耕土よりも熟畑土の方が多かった。また $\text{NH}_4\text{-N}$ 区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 区を比較すると、両土壌とも $\text{NO}_3\text{-N}$ 区のソーダの溶脱が多いが、窒素肥料の硝酸ソーダの使用によるものと思われる (表 2)。

陰イオンのうち、硝酸態窒素の溶脱は両土壌間に明らかな差を示さなかった。また $\text{NH}_4\text{-N}$ 区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 区の比較では、両土壌とも $\text{NH}_4\text{-N}$ 区よりも $\text{NO}_3\text{-N}$ 区の方がやや多く溶脱した。

塩素は未耕土でとくに多く溶脱した。また $\text{NH}_4\text{-N}$ 区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 区の比較では、未耕土では $\text{NH}_4\text{-N}$ 区が多く熟畑土では $\text{NO}_3\text{-N}$ 区が多かった。

硫酸の溶脱は両土壌とも $\text{NH}_4\text{-N}$ 区で著しく多かった。未耕土の $\text{NH}_4\text{-N}$ 区ではとくに多かったが、無肥料区、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 区では熟畑土の各区よりも少なかった。なお $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の硫酸の流出が多い理由は、窒素肥料に硫酸を使ったためであろう (表 2)。

炭酸の溶脱は未耕土よりも熟畑土の方が多かった。また $\text{NH}_4\text{-N}$ 区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 区では、両土壌とも $\text{NO}_3\text{-N}$ 区の方がやや多かった。

なお磷酸の溶脱については採水の都度調べたが、両土壌の各試験区とも痕跡程度であった。

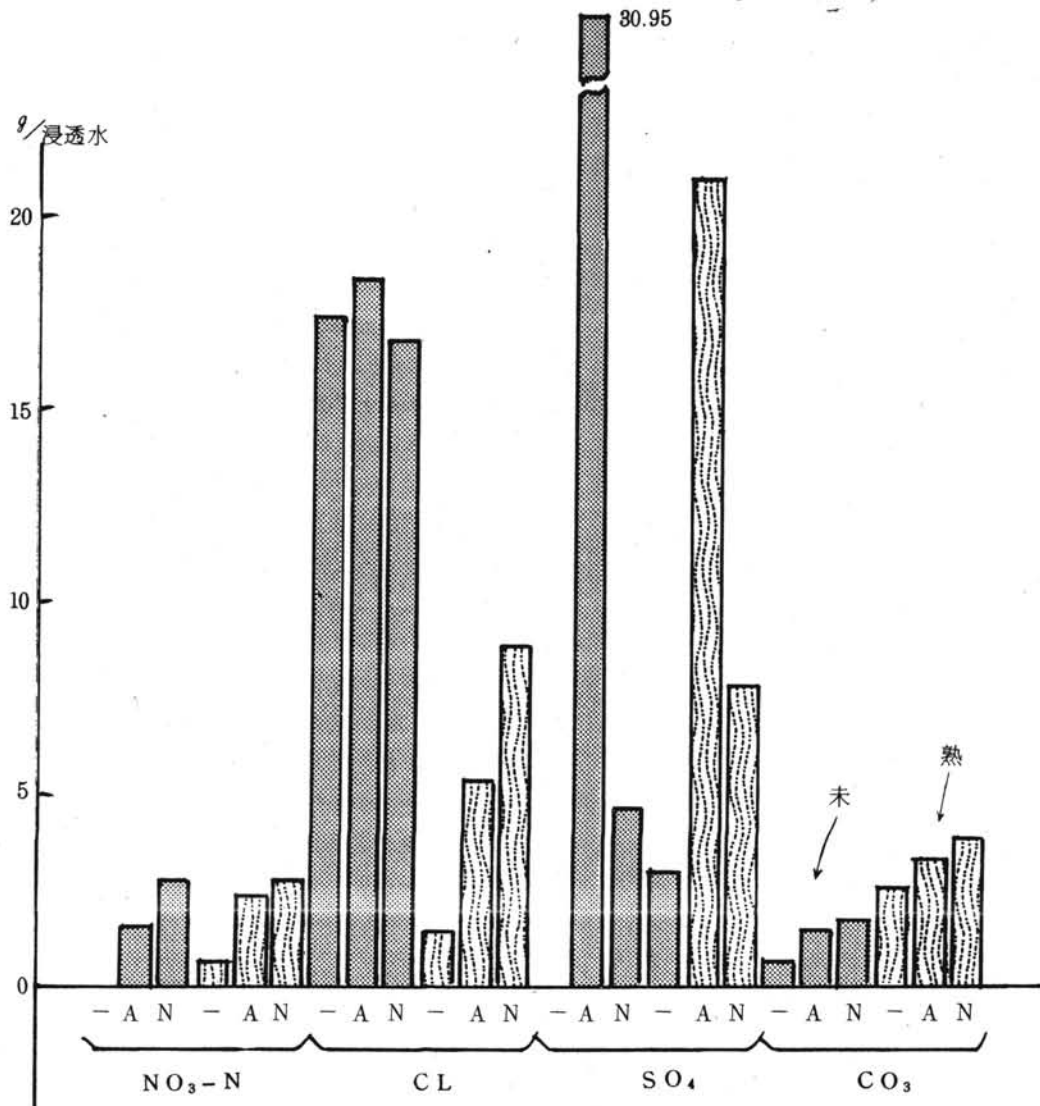


図8 成分の溶脱(その2)陰イオン

(2) 窒素の時期別溶脱

窒素の溶脱をアンモニア態と硝酸態に分け、4回の採水期ごとに図9に示した。

これによると、両土壌ともNO₃-N区よりもNH₄-N区の方が窒素の溶脱が少なく、とくに未耕土ではこの傾向は著しかった。未耕土のNH₄-N区では試験期間の前半 5~7月でとくに溶脱が少なかった。これは図1に明らかにしたことく、未耕土では硝酸化成が熟畑土より遅いため、施肥した硫酸の窒素の形態がアンモニア態窒素のままかなり長期間持続し、土壌に吸着されていたことによるものであろう。

(3) 成分の溶脱率

施肥成分量に対する成分溶脱量の比率を求めて図10に示した。

これによると両土壌の溶脱率の順位は、磷酸<窒素<

加里<石灰<苦土の順で、石灰と苦土では未耕土と熟畑土の差がとくに大きかった。これは石灰と苦土の施肥量が、両土壌でかなり違っていたことにもよるものと思われる(表2)。

両土壌のNH₄-N区とNO₃-N区の溶脱率を比較すると、窒素は両土壌ともNH₄-N区の方がNO₃-N区よりも小さかったが、加里、石灰、苦土の溶脱率はNH₄-N区の方がNO₃-N区よりも大きく、窒素とは逆の傾向がみられた。

未耕土のNH₄-N区の苦土、熟畑土のNH₄-N区とNO₃-N区の石灰、苦土は溶脱率がとくに大きく、施肥石灰、苦土の数倍量が土壌から流亡した。

(4) 溶脱成分の組成

さきに示した図8の溶脱各成分について当量値を求め陽イオンと陰イオンの別にあわしたものが図11であ

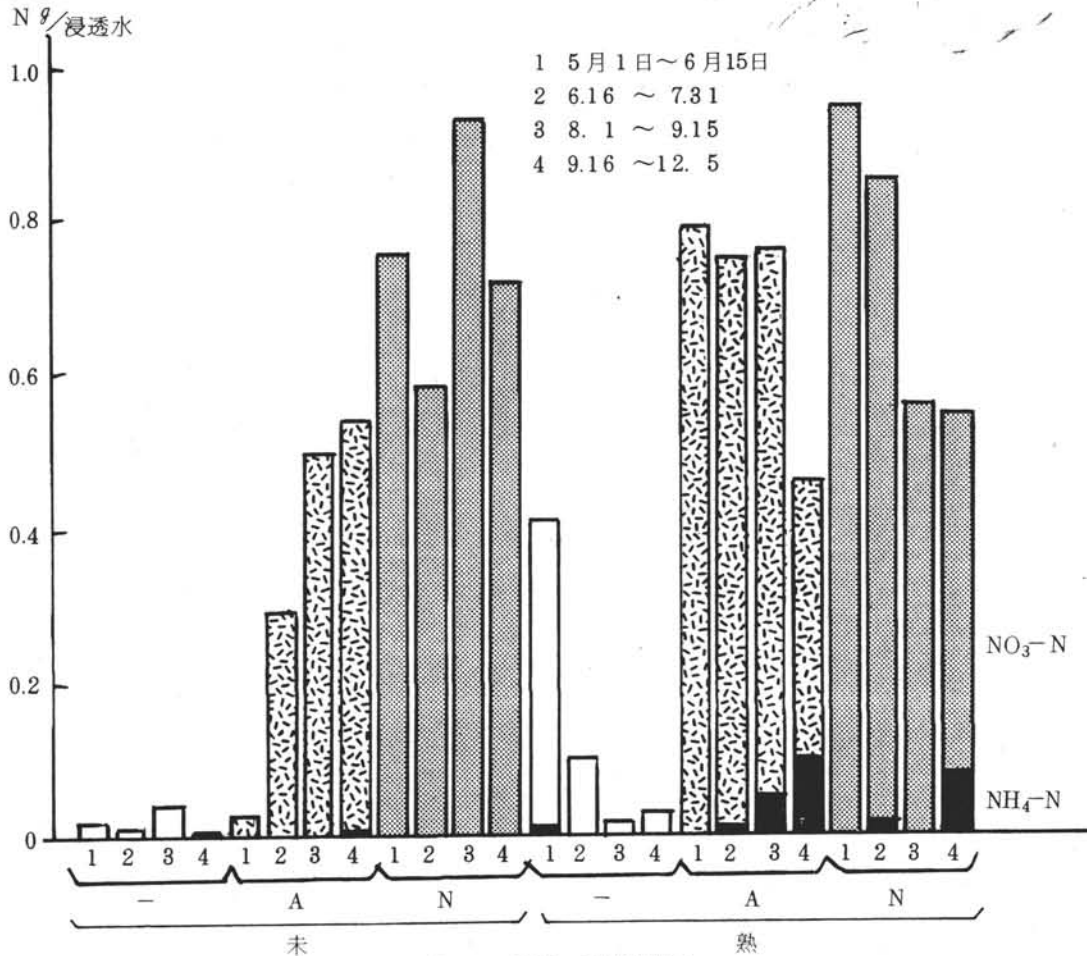


図9 窒素の時期別溶脱

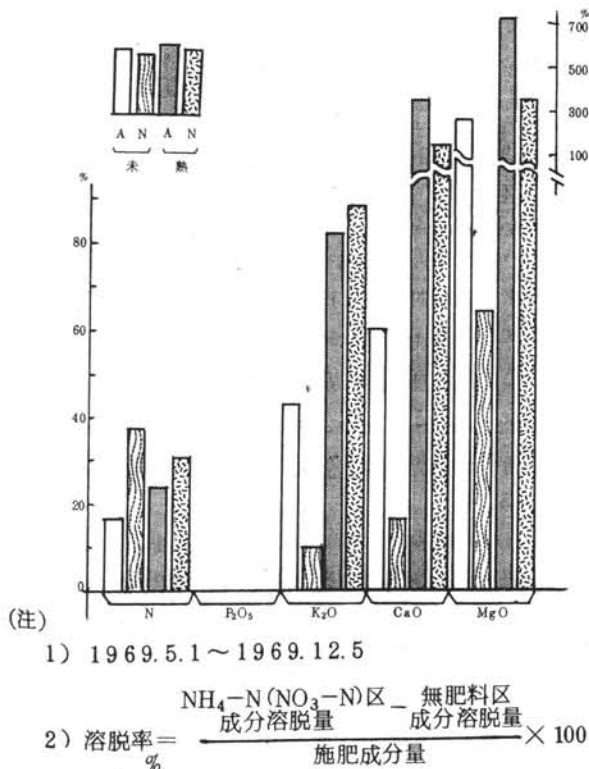


図10 各成分の溶脱率

る。

これによると両土壌の溶脱成分総グラム当量数は、未耕土の方が熟畑土よりも各試験区とも多かった。

溶脱全イオン中に占める各成分の比率では、未耕土の陽イオンでは苦土、陰イオンでは塩素、熟畑土の陽イオンでは石灰の占める比率が大きかった。

また両土壌ともNH₄-N区では、陰イオン中に占める硫酸の比率が大きかった。

4. 施肥量に対する成分の収支

さきに苗木による各成分の吸収状態を図7で、降雨による各成分の溶脱状態を図10で示したが、施肥量に対する成分の吸収、溶脱、土壌中の残存の関係をあらわしたものが図12である。

これによると、窒素は両土壌とも苗木による吸収率と浸透水による溶脱率が小さいため、土壌中へかなりの残存がみられた。この場合、未耕土の方が熟畑土よりやや残存率が大きく、また未耕土内でもNH₄-N区の方がNO₃-N区の方がやや残存率が大きかった。

磷酸は両土壌とも苗木による吸収率が小さく、また降

表 4 跡地土壌の分析

土 区	成分	P H (KCl)	無機-N mg/100 g			T-N mg/100 g	P ₂ O ₅ Truog mg/100 g	P ₂ O ₅ 1:1HCl mg/100 g	CEC me/100 g	EX me/100 g					T-B CEC ×100
			NH ₄ -N	NO ₃ -N	計					CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	T-B	
未	—	4.4	tr	4.1	4.1	6.7	2	27	10.15	1.25	2.70	1.12	0.66	5.73	57
	A	3.8	5.1	9.0	14.1	16.2	12	33	10.35	2.40	1.38	1.24	0.42	5.44	53
	N	4.9	tr	5.5	5.5	7.0	15	32	10.45	2.72	1.95	1.32	1.25	7.24	69
熟	—	5.7	0.4	7.4	7.8	226.3	119	560	20.30	13.31	3.10	0.60	0.51	17.52	86
	A	5.6	0.4	10.3	10.7	244.4	149	630	20.15	11.97	2.02	0.81	0.44	15.24	75
	N	5.9	0.2	10.1	10.3	232.4	135	736	20.30	13.25	2.24	1.02	1.63	18.14	89

土 区	成分	1:1 HCl me/100 g					無機 N T-N ×100	Truog P ₂ O ₅ 1:1HCl ×100	eb CaO 1:1HCl ×100	ex MgO 1:1HCl ×100	ex K ₂ O 1:1HCl ×100	ex Na ₂ O 1:1HCl ×100	ex T-B 1:1HCl ×100
		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	T-B							
未	—	3.4	29.4	3.4	1.9	38.1	61	7	37	10	33	35	15
	A	4.0	28.4	3.6	2.5	36.5	87	36	60	5	34	17	14
	N	6.4	24.4	3.9	3.0	37.7	79	46	43	8	34	42	19
熟	—	22.2	60.8	3.2	2.3	88.5	3	21	60	5	19	22	20
	A	20.6	53.2	3.4	2.6	79.8	4	23	58	4	24	17	19
	N	24.4	53.2	4.2	3.3	85.1	4	18	54	4	24	49	21

表 5 土壌中の硫酸とソーダの収支

(g/ラインメートル)

土 区	成分 区分	SO ₄					Na ₂ O		
		加 用 (A)			溶 脱 (B)	残 存 (A-B)	加用 (A) 硝酸ソーダ	溶 脱 (B)	残 存 (A-B)
		硫安	硫加	計					
未	—	—	—	—	—	—	—	2.4	-2.4
	A	51.5	3.8	55.3	30.9	24.5	—	3.0	-3.0
	N	—	3.8	3.8	4.6	-0.8	12.3	9.8	2.5
熟	—	—	—	—	2.9	-2.9	—	0.4	-0.4
	A	51.5	3.8	55.3	18.2	27.1	—	0.5	-0.5
	N	—	3.8	3.8	4.9	-1.1	12.3	5.7	6.6

(注) 苗木の SO₄、Na₂O 吸収による収奪は含まない。

土壌とも NH₄-N 区の方が NO₃-N 区よりもより低下する傾向がみられた。成分の収支関係については図 12 に示したが、硫酸とソーダの土壌中の収支を表 5 に示した。これによると、両土壌とも PH が低い NH₄-N 区では硫酸の残存が多く、PH が NH₄-N 区よりやや高い NO₃-N 区ではソーダの残存が多かった。

窒素：無機態窒素の含有率では、両土壌間に著しい差

はなかったが、全窒素含有率では甚だしい差を示し未耕土ではきわめて少なかった。無機態窒素に対する全窒素の比率では、未耕土では高く熟畑土では著しく低く、未耕土では窒素の大部分が無機態であるのに対し、熟畑土では少部分が無機態であることを示した。

また NH₄-N 区と NO₃-N 区を比較すると、両土壌とも NH₄-N 区の方が無機態窒素、全窒素とも多かった。

磷酸：未耕地ではトルオーグ磷酸が少なかったが、熟畑土ではきわめて多く含まれた。トルオーグ磷酸に対する熱塩酸浸出磷酸の比較では、未耕地の $\text{NH}_4\text{-N}$ 区、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 区の施肥区では熟畑土の両施肥区よりも高く、未耕地では全磷酸の半ば近くがトルオーグ磷酸であった。また両土壌の $\text{NH}_4\text{-N}$ 区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 区の磷酸含有率の差は、窒素の場合ほど明らかでなかった。

塩基置換容量：未耕地は熟畑土に比べて低く、熟畑土の2分の1程度であった。また両土壌の $\text{NH}_4\text{-N}$ 区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 区の差は明らかでないようである。なお未耕地と熟畑土の置換容量の差は、表1から判断して原土壌の粘土と腐植の含量の違いにもよると思われる。

石灰：置換性石灰、熱塩酸浸出石灰とも、未耕地は熟畑土より著しく少なかった。両土壌の $\text{NH}_4\text{-N}$ 区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 区を比較すると、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 区では浸透水による溶脱がやや多いこともあって、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 区よりやや少なかった（図10）。

苦土：置換性苦土は未耕地では熟畑土よりやや少ない程度であったが、塩酸浸出苦土では両土壌の差は大きく未耕地は熟畑土の約2分の1であった。両土壌間に前述の窒素、磷酸、石灰では極端な差がみられたが、苦土ではその差は比較的少なかった。また $\text{NH}_4\text{-N}$ 区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 区を比較すると、両土壌とも置換性苦土は $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の方がやや少なく、前記の石灰と同じ傾向であった。

加里：置換性加里、熱塩酸浸出加里とも未耕地の方が熟畑土よりも多く、前記窒素、磷酸、石灰、苦土の諸成分が熟畑土に多かったのに対し、加里のみは逆の傾向を示した。置換性加里に対する熱塩酸浸出加里の比率も、未耕地の方が高かった。また $\text{NH}_4\text{-N}$ 区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 区の比較では、両土壌とも $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の方がやや少なかった。

全塩基：置換性全塩基は未耕地の方が熟畑土より少なかった。4種の塩基のうち未耕地では加里、熟畑土では石灰と苦土が多く、ソーダは両土壌間に大きな差はなかった。未耕地の全塩基量が熟畑土より少ないが、これは4種の塩基のうち、とくに石灰が少ないことによるものと思われた。また $\text{NH}_4\text{-N}$ 区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 区では、両土壌とも $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の方が少なかった。

総 合 考 察

一般に未耕地土壌は熟畑土に比べて、酸性が強く有効磷酸と有機質が不足し、有用土壌微生物の作用も弱く、これらが未耕地土壌の生産性を停滞させる原因（野本¹）とされている。未耕地土壌の改善と生産性向上のためには、土壌の酸性中和、磷酸肥料と有機物の増用が通説とされており、これらに関する試験研究（野本²、長谷川³）も

多い。

筆者らも供試土壌について土壌分析（表1）と硝酸化程度調査（図1）を行い、前記のことについては推定もし確認したが、とくに未耕地土壌では熟畑土よりも硝酸化程度の著しく劣ることに注目、未耕地土壌におけるミカンの幼木肥培の肥料要素のうち、硝酸化程度と最も関係の深い窒素肥料の形態について肥効を試験した。

作物の窒素肥料に関する研究、とくにアンモニア態窒素と硝酸態窒素に関する研究は多く各種の作物によんでいる。原田ら⁴)はテンサイ、ダイコン、キウリ、ハクサイなどについてアンモニア態と硝酸態の窒素について肥効を検討し、これらのソ菜では硝酸態窒素の肥効が、アンモニア態窒素の肥効よりも優ることを報じている。

もしミカンがこれらソ菜のごとく、硝酸態窒素の方が優るものとすれば、硝酸化程度の劣る未耕地土壌では、アンモニア態の窒素肥料よりも硝酸態窒素肥料の方が、より肥効が高いはずである。筆者らの試験に窒素の形態をとりあげ、両土壌におけるミカンの生育を追試した理由はここにあった。

試験の結果苗木の肥大成長は、熟畑土はもちろん未耕地においてもアンモニア態窒素の肥効が優り、硝酸態窒素の肥効が劣って原田らのソ菜の結果と一致しなかった（図3、図4）。

永年作物に関するアンモニア態と硝酸態の肥効を比較した成績は多くないが、石垣⁵)は砂耕法によって茶樹の生育を比較試験し、茶樹ではアンモニア態が硝酸態よりも優る結果を得ている。またミカンについて三井ら⁶)はKADOYA・Kの砂耕による成績を引用し、適当な濃度範囲であれば、アンモニア態窒素は硝酸態窒素よりも優ると述べている。筆者らの試験結果は未耕地、熟畑土ともアンモニア態窒素の肥効が優れ、KADOYA・Kの砂耕の成績と一致した。

苗の全重の肥大については上述のとおりであるが、これを地上部と地下部の重量についてみると、未耕地の苗は熟畑土の苗よりもT/R率が小さかった（図4）。これについて福井ら⁷)はミカンの窒素肥料濃度を水耕法で検討し、窒素濃度の低い液で栽培した苗木は、高い液で栽培した苗よりも生育が劣り、かつT/R率が小さかったと述べている。

土壌中の窒素の含有率をみると、苗木の成育の劣った未耕地では、優れた熟畑土よりも窒素濃度が低く、また両土壌の $\text{NH}_4\text{-N}$ 区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 区では、生育の優れた $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の方が $\text{NO}_3\text{-N}$ 区よりも窒素濃度が高かった（表4）。土壌中の窒素濃度と苗木の生育の関係は、前記の福井らの砂耕による窒素濃度の結果とも一致した。

土壌中の窒素レベルの差は苗各部の窒素含有率にもあらわれた。土壌中に低窒素濃度であった未耕土の苗各部の窒素含有率は、熟畑土の苗よりも低かった。とくに未耕土の葉の窒素含有率は、樹令と採葉時期に問題はあるが、佐藤ら⁸⁾⁹⁾のいう葉の窒素含有率の標準2.8～2.9%よりも低く、同未耕土壌で土壌窒素レベルの低い $\text{NO}_3\text{-N}$ 区の葉では、標準よりかなり低かった。これらのことから未耕土の苗木の肥大をよくし、熟畑土の苗木の生育と同等程度にするためには、窒素の施肥量を従来の基準¹¹⁾よりもかなり増やす必要があると思われる。この場合硝酸態窒素よりもアンモニア態窒素が望ましい。

磷酸について苗木各部の含有率をみると、未耕土の苗は熟畑土の苗よりも磷酸が少なく、とくに葉の磷酸含有率は樹令、採葉時期に問題はあるが、佐藤ら⁸⁾⁹⁾の標準程度(0.15%)はあったが、熟畑土の葉に比べるとかなり低かった(図5)。また苗の窒素吸収量に対する磷酸吸収量の比率でも、未耕土の苗の比率は熟畑土の苗よりもかなり低かった(表8)。

また土壌の磷酸含量をみると、未耕土の磷酸は地力保全対策要綱¹²⁾のトルオーグ磷酸で中程度であったが、熟畑土に比べると著しく低かった(表4)。

このように未耕土の苗木では各部の磷酸含有率が低く苗木の窒素吸収量に対する磷酸の吸収比率が小さく、また土壌中の磷酸含量も熟畑土よりかなり低かった。これらのことから磷酸も未耕土の苗木成長の制限因子の一つになっているものと考えられる。したがって未耕土の苗木の肥大向上のためには、従来の磷酸施肥基準¹¹⁾よりもかなり増施する必要があるものと推論しうる。

なお、降雨による磷酸の溶脱はきわめて微量であった(図8、図10)。このことについて中間¹³⁾らは磷酸アンモンを用いた室内実験で、磷酸の溶脱を認めており筆者らの結果と相反することを述べている。しかし船引、坂本ら¹⁰⁾、また松下、藤島ら¹⁴⁾のラインメーター試験ではいずれも磷酸の溶脱は痕跡程度であったと報じており、筆者らの成績と一致している。

つぎに加里について苗木各部の含有率をみると、未耕土の苗の葉中加里は樹令、採葉時期に問題はあるが、佐藤ら⁸⁾⁹⁾のいう標準(0.9～1.1%)よりも多く、また土壌中の加里含量はむしろ未耕土の方が熟畑土より多かった。加里は前述の窒素、磷酸と異なり未耕土の苗木各部の含量が高く、また未耕土壌中の含量も熟畑土より高く、肥料成分として問題の少ない要素のように思われた。

ただ加里の溶脱について述べると、未耕土では施肥加里量よりも溶脱加里量が少なく、土壌中への加里量は増加する傾向にあって問題なかった。しかし熟畑土では施

肥加里量に溶脱加里量が近似し、これに苗木による加里の吸収量を加えると土壌中の加里は減少する傾向がみられた(図11、図13)。このことは未耕土よりも熟畑土の方に加里成分増施の必要を示しているが、ラインメーターが小規模で土層も浅く土壌も少ないことを考えると、さらに検討する必要があると思われる。

石灰について苗木各部の含有率をみると、未耕土の苗は熟畑土の苗よりも含有率が低く、とくに葉の石灰は樹令、時期に問題はあるが、佐藤ら⁸⁾⁹⁾のいう標準の最低程度であった(図5)。また苗木の窒素吸収量に対する石灰吸収量の比率も、未耕土の苗は熟畑土の苗よりも著しく低かった(表8)。

土壌中の石灰含量をみると未耕土では著しく少なく、熟畑土の5分の1程度($\text{NH}_4\text{-N}$ 区、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 区)であり地力保全対策要綱の基準の少(8.5 me/100 g)にも達しなかった(表4)。また浸透水による石灰の溶脱は未耕土では熟畑土よりやや少ないが、跡地土壌のPHは未耕土がかなり低かった(図8、表4)。両土壌の置換性塩基の含量をみると、苦土、加里、ソーダはほとんど変わらなかったのに対し、石灰は未耕土で著しく少なく、この石灰の低いことが未耕土の跡地土壌を酸性にしている原因のように判断された。

このように未耕土では熟畑土に比べて苗木の石灰含量が低く、また土壌中の石灰含量も少なく不足の状態であり、増施する必要があると認められる。この試験では石灰の施用は置換酸度法により3.5 y₁量を算定し苗木の植付前に施用したが、未耕土では1年弱の苗木栽培で土壌はかなり酸性が強くなった。未耕土では塩基置換容量が低く、腐植が少なく土壌の緩衝能の低いことを考慮すると、石灰の施用量、施用回数または施用時期などについて、さらに検討する必要があるように考えられる。

苦土について苗木各部の含有率をみると、未耕土の苗は熟畑土の苗と含有率が同等か葉では熟畑土のものより高かった(図5)。この葉の苦土含有率は採葉の時期や樹令に問題はあるが、佐藤ら⁸⁾⁹⁾のいう標準(0.30%)より多かった。また土壌中の苦土含有率は未耕土では熟畑土よりやや少なかったが、地力保全対策要綱基準の多(1.8 me/100 g)をかなり上廻っており、これらの限りでは当面問題の少ない要素のように思われた。

しかし降雨による浸透水中の苦土の溶脱状態をみると、未耕土に限らず熟畑土もかなりの苦土の流亡が認められ、これに苗木の成長による苦土の吸収量を加えると、土壌中の苦土はかなり減少していることが明らかとなった。このことは未耕土の $\text{NH}_4\text{-N}$ 区、熟畑土の $\text{NH}_4\text{-N}$ 区、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 区で著しかった(図13)。

山崎⁵⁾は土壌中における置換性塩基の比率について、全塩基を100とした場合石灰：苦土：加里の比率は、65：10：5が望ましいと述べている。この比率にしたがうと苦土は石灰の約15%になる。本試験の苦土施用量はこれによったが、土壌中からの苗木の吸収と浸透水による苦土の収奪は思いのほか多く、5成分中もっとも多量であった。前述のごとく苗木各部の苦土含有率はかなり高めで、当面苗木に苦土欠乏をおこすことは考えられないが、土壌中の苦土がかなり減少する傾向にあることを考えると、苦土は未耕土に限らず熟畑土においても、施肥量、施肥法、石灰との比率などについて、さらに検討する必要があるように思われる。

つぎに土壌のPHについて述べると、未耕土では熟畑土よりもPHが下り酸性が強くなった(表4)。未耕土は熟畑土に比べて塩類の溶脱量が多く、かつ緩衝能が低いことに起因しているものと考えられる(図11)。

また土壌の $\text{NH}_4\text{-N}$ 区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 区のPHをみると、両土壌とも $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の方が $\text{NO}_3\text{-N}$ 区よりもPHが低下し酸性が強くなった。これは両土壌とも $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の方が $\text{NO}_3\text{-N}$ 区よりも塩類の溶脱量が多く、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 区では肥料副成分の硫酸、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 区ではソーダが土壌中に残存したことによるものと思われる(図11、表5)。

このことについて船引、坂本¹⁶⁾もラインメーターにおいて、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の土壌のPHは $\text{NO}_3\text{-N}$ 区よりもより低下したことを報告しており、筆者らの結果と一致した。

これまで5成分と土壌のPHについて述べたが、このほか未耕土の浸透水中に塩素が多く含まれていることも注目された(図8、図11)。試験期間中浸透水は、ほぼ1.5か月ごとに採水分析したが、塩素の流出は試験の初期に多く、中～後期になるにしたがって減少した。また未耕土の浸透水の塩類組成をみると、陰イオン中に占める塩素の比率が高く、塩基は塩化物となって流亡する率がきわめて多いように思われた。未耕土の塩類の溶脱は熟畑土より多いが、未耕土における塩基は塩素によって塩化物となり、土壌中の塩基の流亡を促しているように考えられた。

土壌の風化にあたって塩素はもっとも可動率が高いと(川口¹⁷⁾、大杉¹⁸⁾されているが、花こう岩を母材とする本未耕土壌においても、この塩素の推移を知ることが重要な課題であると思われる。

摘 要

新造成ミカン園の幼木肥培の資料を得ようとして、未耕土壌と熟畑土壌を小型ラインメーターにつめ、芽接ぎ

苗木を植栽して苗木の生育と肥料の吸収利用、降雨による成分の溶脱と跡地土壌の変化などについて検討した。その結果

1. 苗木の生育について、未耕土の苗は熟畑土の苗よりも甚だしく劣った。両土壌とも $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の苗の方が $\text{NO}_3\text{-N}$ 区の苗よりも生育がよかった。
2. 肥料の吸収について、未耕土の苗は熟畑土の苗よりも、窒素、リン酸、石灰の吸収が少なかった。これに反し加里、苦土は未耕土の苗の方が熟畑土の苗よりも吸収が多かった。
3. 土壌分析でも未耕土は熟畑土よりも、窒素、リン酸、石灰が不足しているようであった。このため未耕土の苗木の肥培にあたっては熟畑土よりも窒素、リン酸肥料を増量し、石灰の施肥法を検討する必要があるように思われた。
4. 降雨にともなう土壌成分の溶脱は一般に未耕土の方が熟畑土より多く、また両土壌とも $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の方が $\text{NO}_3\text{-N}$ 区よりも多かった。窒素の溶脱は $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の方が $\text{NO}_3\text{-N}$ 区よりも少なかった。
5. 跡地土壌のPHは未耕土の方が熟畑土よりも低下した。両土壌とも $\text{NH}_4\text{-N}$ 区の方が $\text{NO}_3\text{-N}$ 区よりもより低下した。

この試験のため松阪農業改良普及所辻本技師をはじめ現地のかたがたには格別のご協力をいただいた。誌上をかりて厚くお礼を申しあげる。

引 用 文 献

- 1) 野本亀雄(1958): 開拓地土壌 土壌肥料全篇 313～17 養賢堂
- 2) 野本亀雄(1960): 東海地方の畑土壌に関する研究 東近農試研究報告 栽培第2部2号 15～57
- 3) 長谷部文男(1959): 新こん地並びに既こん地土壌の生産力について 開拓地土壌調査事業十周年記念論集 435～42 農林省農地局
- 4) 原田登五郎、高木浩(1964): 幼植物の生育と窒素の給源 土肥誌 35 181～86
- 5) 石垣幸三(1971): 茶樹に対するアンモニア態窒素と硝酸態窒素の比較 茶業技術研究 42 27～34
- 6) 三井進午、熊沢喜久雄、矢崎仁也(1968): 植物の無機栄養および養分吸収 土肥誌 39 37～45
- 7) 福井春雄、本山栄一、久保田収治(1966): ミカン樹幼木に対する窒素適量について 四国農試報告 14
- 8) 佐藤公一、石原正義ほか(1958): 農研報告 E7

- 17～39 E 6 164～66
- 9) 石原正義 (1971): 果樹の栄養診断、農園 46 189～93
- 10) 船引、永木、坂本ほか (1963): 温州ミカンのラインメーター試験について 土肥誌 34 125～30
- 11) 岩崎藤助 (1966): カンキツ栽培法 369～72 養賢堂
- 12) 農林省農地局農産課 (1971): 地力保全対策要綱 地力保全対策資料第 34 号
- 13) 中間和光 (1967): 温州みかんにおよぼす磷酸の影響 静岡県かんきつ試験場 特別報告 32～33
- 14) 松下、藤島、宇田川 (1969): 鹿児島県における火山灰土壌畑地の生産力、各種成分の溶脱について 土肥誌 40 337～43
- 15) 山崎伝 (1966): 土壌中の有効態のカルシウム 微量元素と多量要素 169～71 博友社
- 16) 船引、坂本、上村、奥地 (1964): 温州ミカンのラインメーター試験について 土肥誌 35 296～300
- 17) 川口桂三郎 (1960): 土壌成分の流亡順位 土壌肥料ハンドブック 養賢堂
- 18) 大杉繁 (1946): 風化の一般的特徴 土壌化学 46～49