

# カンキツ園における土壤管理法の相違が 草とカンキツ樹の要素吸収に及ぼす影響

秋好 広明・安藤 謙治・加納 徹治  
門屋 一臣・渡部 潤一郎

## Nutrient Absorptions of Citrus Trees as Affected by the Growth Rate of Three Kinds of Grass Species

Hiroaki AKIYOSHI, Kenji ANDO, Tetsuharu KANO  
Kazuomi KADOYA, and Junichiro WATANABE

### 緒 言

筆者らは前報までに傾斜地カンキツ園にあつては、特に土壤の流亡防止と土壤の物理性の改善を目的とした草生栽培の意義を指摘し、更に草種の選抜を行うとともに、草生栽培が地温や接地層付近の気温に及ぼす影響についても考察した<sup>2)</sup>。草生栽培の利点として、夏季には土壤表層近くの地温や地表上の温度上昇に対して抑制効果がある。また、冬季に地温の保持効果があり、草生が寒害を助長するとは考えられないことを指摘した。草生栽培を導入するに当たっては解決しなければならないいくつかの課題がある。なかでも養水分の競合<sup>3)</sup>によるミカン樹の生育と果実の収量及び品質に及ぼす影響は、生産の場においては最も重要な課題とならう。そこで本報では草の要素吸収量とミカン樹の葉中要素含量の関連を調査し、草生栽培導入のための資料を得ようとした。

### 材料及び方法

愛媛大学農学部附属農場の花こう岩を母岩とする土壤に栽植されたワセウンシュウ園を使用した。試験地は1979年3月に西に面した傾斜8度の緩傾斜地に開設した。1981年6月に宮川ワセウンシュウの2年生苗木を定植した。栽植はほぼ等高線に沿い、距離は2.25×2.25mとした。土壤管理の方法は、1984年4月下旬にトールフェスクとバヒアグラスを株分けて移植し雑草区とともに年間を通しての被覆作物とした。なお、雑草区における草種は春季はハコベが最も多く、カラスノエンドウ、オオイヌノフグリ、ホトケノザが主であり、6月はメヒシバ、エノログサ、ホトケノザが主であり、また、夏季のそれはメヒシバが主であった。裸地区は中耕によって常時除草を行った。葉分析に供試した樹は草生栽培5年目の栽培園内から選び1区6本とした。4月下旬に草を刈り取り、その後はほぼ1カ

月毎に刈り取った。草生園内に100cm×100cmの枠を設けて、その部分に再生した草について草丈及び生草重、乾物重を測った後、無機成分分析の試料とした。なお1区3反復とした。カンキツ樹の葉中無機成分含量は6月下旬、8月下旬、10月下旬の時期に各樹から採取した春葉30枚について分析した。施肥については愛媛県の慣行によった。

## 実験結果

草生区における草丈と生草重及び乾物重の推移を示すと図-1のとおりである。

暖地産イネ科牧草であるパヒアグラスの夏季における草丈の伸長は著しく、その伸長は気温の低下にともない緩慢となったが、10月上旬までは他の区を上まわった。気温の上昇にともない草生区における要素吸収量も多くなり、6月における生草重は各区で最高となった。また、夏季高温時を中心とした月で生草重は減少し、パヒアグラス区に比べてトールフェスク区の減少が著しかった。8月下旬における10アール当たりの生草重は、それぞれ813kgと400kgであり両区間の差は413kgと大きく、夏季高温時の環境がトールフェスクの生育を阻害する傾向にあった。なお、この時期の生草重は雑草区が933kgと最も多かった。乾物重についてみると、そのピークは6月に存在しており、パヒアグラスとトールフェスク区は9月まで漸減した。しかし、雑草区においては6月と8月の2度のピークを示し、夏季におけるメヒシバを主とした雑草の繁茂がきわめて多かったことを示している。草種別にみた要素吸収量と土壤管理法の相違によるミカン樹の葉中要素含量を表-1、2と図-2、3に示した。

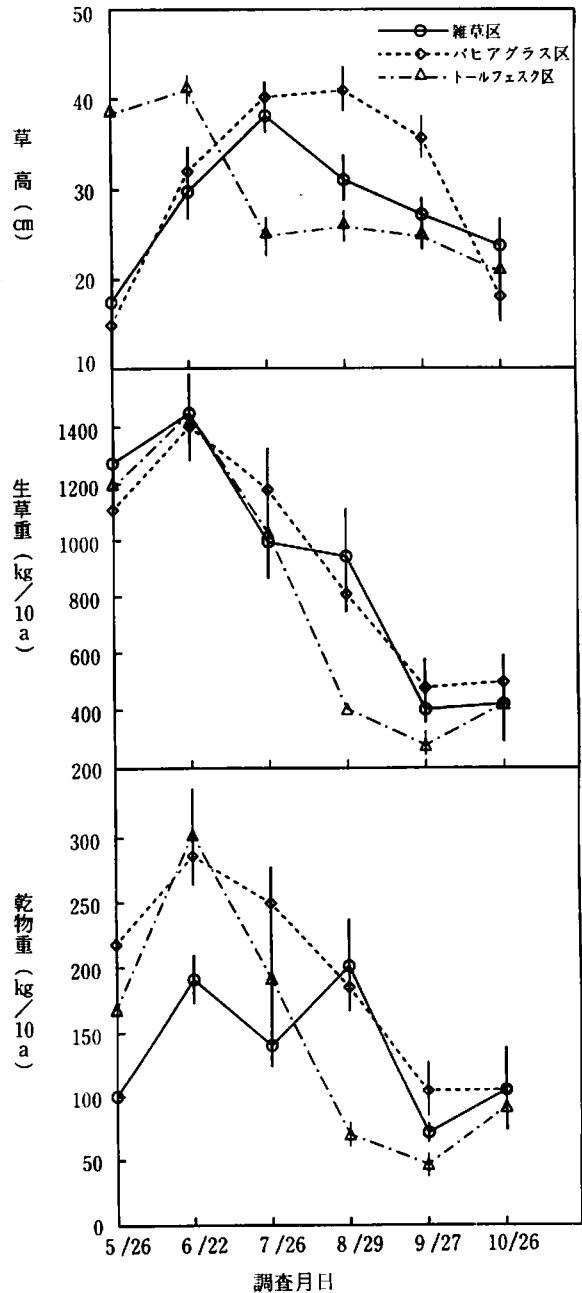


図-1 草種別の草高・生草重及び乾物重の推移

表-1 草種による月別窒素吸収量

雑草区

月	kg/10 a	kg/10 a	kg/10 a	平均	標準偏差	標準誤差
5	3.26	3.28	3.45	3.33	0.09	0.06
6	5.20	7.43	6.88	6.50	0.95	0.67
7	3.52	4.88	4.59	4.33	0.58	0.41
8	4.75	3.90	6.79	5.15	1.21	0.86
9	1.74	1.27	1.76	1.59	0.23	0.16
10	1.76	0.81	2.42	1.66	0.66	0.47

バヒア区

月	kg/10 a	kg/10 a	kg/10 a	平均	標準偏差	標準誤差
5	4.00	3.91	6.23	4.71	1.07	0.76
6	6.26	8.04	7.01	7.10	0.73	0.52
7	5.11	4.21	5.82	5.05	0.66	0.47
8	4.74	3.86	5.51	4.70	0.67	0.48
9	3.35	1.45	2.99	2.60	0.82	0.58
10	2.50	1.69	3.00	2.40	0.54	0.38

トールフェスク区

月	kg/10 a	kg/10 a	kg/10 a	平均	標準偏差	標準誤差
5	5.07	4.35	4.59	4.67	0.30	0.21
6	6.40	9.10	7.26	7.59	1.13	0.80
7	4.73	6.03	3.46	4.74	1.05	0.74
8	1.27	1.03	1.46	1.25	0.18	0.12
9	1.81	1.07	1.27	1.38	0.31	0.22
10	2.07	2.89	1.76	2.24	0.48	0.34

表-2 土壌管理の相違がミカン樹葉中要素含量に及ぼす影響

		6 月	8 月	10 月
窒素	裸地 区	2.37±0.02 a	2.74±0.06 a b	3.50±0.39 N S
	バヒアグラス区	2.44±0.02 a	2.50±0.12 b	3.30±0.23
	トールフェスク区	2.39±0.02 a	2.88±0.06 a	3.11±0.05
	雑草 区	2.26±0.03 b	2.56±0.12 a b	3.17±0.09
リン酸	裸地 区	0.15±0.010 a	0.15±0.003 a b	0.15±0.006 N S
	バヒアグラス区	0.15±0.010 a	0.16±0.015 a	0.15±0.003
	トールフェスク区	0.15±0.010 a	0.14±0.007 a b	0.13±0.017
	雑草 区	0.13±0.003 b	0.12±0.012 b	0.16±0.003
カリ	裸地 区	1.12±0.03 a	1.11±0.20 N S	1.14±0.23 N S
	バヒアグラス区	1.34±0.03 b	0.99±0.03	1.02±0.06
	トールフェスク区	1.28±0.05 a b	1.18±0.03	1.21±0.05
	雑草 区	0.88±0.11 c	0.98±0.17	1.11±0.08
カルシウム	裸地 区	2.17±0.05 a	2.88±0.12 N S	3.53±0.33 N S
	バヒアグラス区	2.01±0.04 b	2.85±0.26	3.34±0.09
	トールフェスク区	1.97±0.03 b	2.51±0.08	3.23±0.21
	雑草 区	1.87±0.06 b	2.85±0.08	3.41±0.05
マグネシウム	裸地 区	0.35±0.02 a	0.45±0.01 a	0.49±0.06 a
	バヒアグラス区	0.31±0.01 b	0.42±0.02 a	0.40±0.01 a b
	トールフェスク区	0.26±0.01 c	0.33±0.02 b	0.32±0.03 b
	雑草 区	0.26±0.01 c	0.46±0.02 a	0.47±0.01 a

平均値間には5%レベルで有意差あり, N S有意差なし

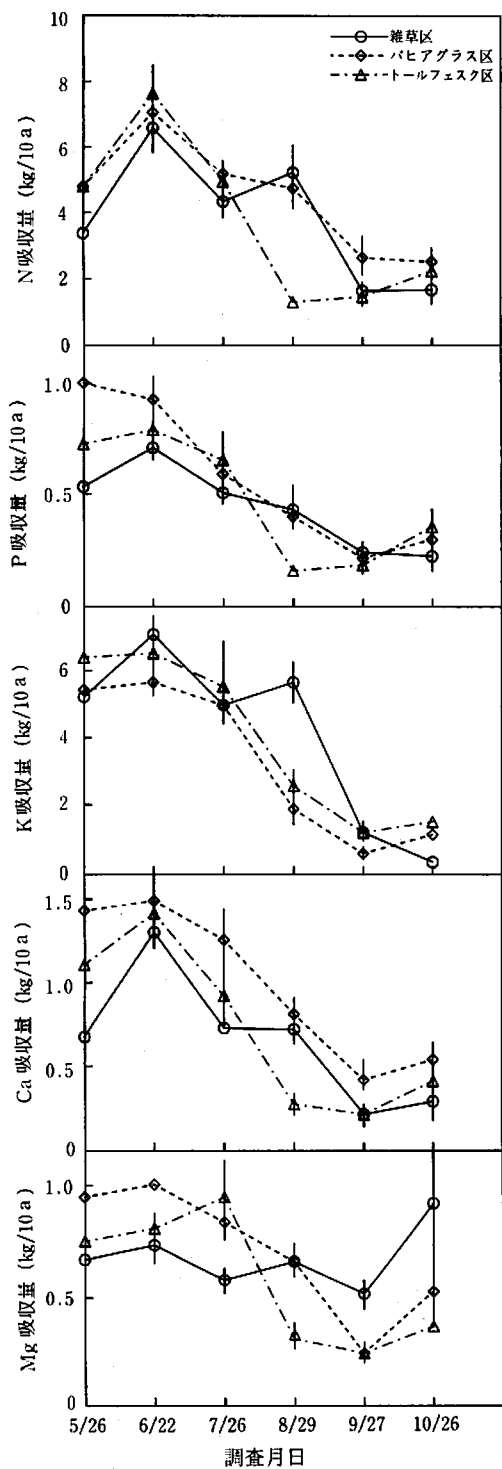


図-2 草種別の要素吸収量の推移

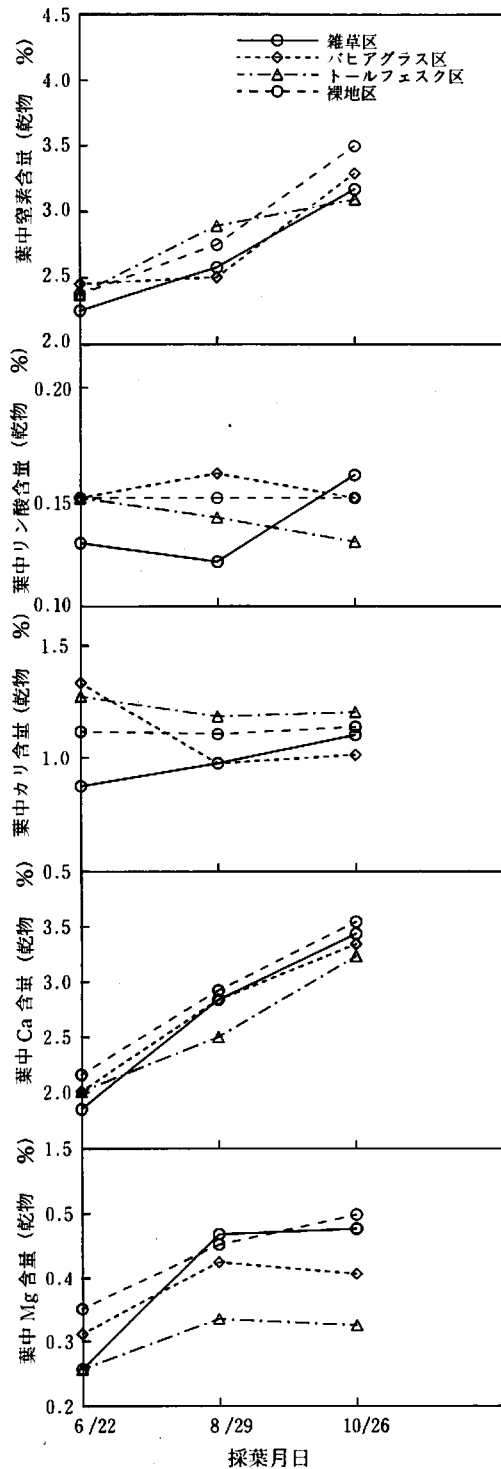


図-3 土壌管理の相違がミカン樹葉中要素含量に及ぼす影響

#### a) 窒素

草による窒素の吸収量は各区とも6月が最も多かった。すなわち、トールフェスク区は生草重1.44 t、吸収量7.59kgで最も多く、次いでバヒアグラス区の生草重1.41 t、吸収量7.1kgであった。また、雑草区の吸収量は6.5kgで最も低い値を示したが、生草重についてみると逆に1.45 tと他の区よりもわずかに多かった。7月から9月にかけては8月の雑草区を除き、草種による窒素吸収量は漸減し、9月下旬から10月下旬までの変動は小さかった。

6月におけるミカン樹の葉中窒素含量は調査期間中最も低く、最も高いバヒアグラス区で2.44%、最も低い雑草区で2.26%であり、それぞれの区の間は小さかった。8月にトールフェスク区の含量が高いが、7月以降のトールフェスク区の吸収量の低下と関与していると思われる。また、雑草区においては8月の吸収量が多く、同じ時期の葉中窒素含量は裸地区を下まわった。

#### b) リン

草によるリン酸の吸収量は、生草重に比例して5月下旬から6月下旬に多く、7月以降は生草重の減少とともに減少した。ミカン樹の葉中要素含量は年間を通じて裸地区とバヒアグラス区で変動が小さかった。また、8月においてはバヒアグラス区が裸地区よりも高い値を示したが有意な差はなかった。雑草区においては6月と8月に他の区に比べて低い有意差が認められた。しかしながら、本区のリン酸含量は窒素に比べて極端に低い値で推移しているが、10月は増加し、他の区との間に有意差は認められなかった。

#### c) カリ

草によるカリの要素吸収量は6月をピークとした生草重に比例して多く、7月以降は経時的にほぼ減少傾向がみられた。なお、8月下旬における雑草区のカリ吸収量の増加は、生草重の増加に対応している。6月の葉中カリ含量はバヒアグラス区とトールフェスク区で高く、8月と10月の葉中カリ含量には区の間で有意な差は認められなかった。

#### d) カルシウム

草によるカルシウム吸収量は窒素とよく似たパターンを示し、5月下旬から6月下旬にかけての吸収量は多かった。また、生草重の減少とともに9月下旬まで漸減した。なお、草種ではバヒアグラス区の吸収量が期間を通して最も多かった。葉中カルシウム含量は裸地区が高く、トールフェスク区が最も低い値を示し、バヒアグラス区と雑草区はほぼ中間的な値を示した。6月における裸地区と他の区との間に有意差を認めたが、8月と10月にはその差は認められなかった。

#### e) マグネシウム

草によるマグネシウム吸収量は、バヒアグラス区で6月をピークとし、経時的な減少傾向がみられた。しかしながら、他の区においてはピークの存在時期は異なっており、トールフェスク区は7月下旬、雑草区においては10月下旬に存在した。葉中マグネシウム含量は裸地区が最も高く、トールフェスク区が最も低い値を示し、バヒアグラス区がほぼ中間的な値を示した。また、草種間や時期による差が大きかった。なかでも、6月における裸地区とトールフェスク区及び雑草区において、さらに、8月と10月におけるトールフェスク区と他の区との間においてその差が大きかった。

## 考 察

筆者らはこれまでにカンキツ園における草生栽培が地温や表層付近の気温に及ぼす影響について調査してきた<sup>2)</sup>。また、傾斜地カンキツ園における土壌流亡防止と、土壌の物理性の改善を目的とした草種の選抜を行った結果、バヒアグラスとトールフェスクがその目的にほぼかなっていると考えた。草生栽培を導入するにあたっての問題はカンキツ根と草の根が養水分をめぐって競合することであり<sup>3)</sup>、施肥をはじめとする草生園の管理方法が重要となる。そこで本研究は、肥料要素のミカン樹と草種による競合を調査した。すなわち、慣行法で栽培されるカンキツ園に草生栽培を導入した場合の草種による要素吸収量の経時的変化とミカン樹の葉中要素含量の時期別変化を調査し取りまとめたものである。

草生栽培における草種による要素吸収は、春肥の施用時期にはすでに土壌表層の腐植層の要素吸収の形で始まっている<sup>15)</sup>。しかし、ミカン樹の要素吸収は5月から6月に多いことが知られており、草との要素吸収をめぐって激しい競合の時期である。また、夏季高温時は果実の発育がさかんな時期でもあり養水分の競合が起こりうる。さらに、9月以降は果実の糖蓄積期<sup>9)</sup>であり、窒素の遅効きによる果実品質の低下が知られている<sup>12)</sup>。高木ら<sup>15)</sup>は春草と夏草の総生草重と草による窒素吸収量について報告している。5月12日刈り取りと7月21日刈り取りの地上部における10アール当たりの総生草重は、それぞれ2.3tと1.1tであった。また、窒素吸収量はそれぞれ8.82kgと4.55kgであって、葉中窒素含量は夏草がやや高かったとしている。市来ら<sup>6)</sup>は草生栽培の6～7年生ウンシュウミカン園において、草による窒素吸収量は10アール当たり12.1kgに達し、施肥窒素の約40%を吸収するとしている。イネ科牧草はその生育期間を通じて多量の養分を吸収する<sup>8)</sup>。すなわち、生草1,000kg当たりの含有成分量は窒素とカリが多く、それぞれ4kgと6kgであり、その他の要素吸収量も1kg程度認められた。さらに施肥量の増加にともない吸収量は増加する。今回の調査では全ての草種について生草重のピークは6月下旬にみられ、10アール当たりの生草重はいずれの草種ともほぼ1,400kgであった。また、夏季高温時から秋季にかけて草の再生力は弱まり生草重は経時的に減少した。夏季におけるトールフェスクの生育は緩慢となり、バヒアグラスに比べて再生量の低下が著しく要素吸収量に影響したと考えられる。草種による要素吸収量のピークも6月に多く、生草重の減少にともない減少した。5月から10月にかけての草による要素吸収量は多く、とりわけ窒素とカリの吸収量が多かった。この時期の窒素の吸収量はバヒアグラス区で26.6kg、トールフェスク区で21.9kgであった。両区間における吸収量の差は、夏季から秋季にかけての再生力の差によるものと考えられる。カリの吸収量は、雑草区においては時期別の生草重に比例した吸収量を示した。バヒアグラス区とトールフェスク区においては、生草重の少ないトールフェスク区が全ての期間を通してバヒアグラス区を上回っており、両区間のカリ吸収量の差が著しく大きかった。この草種間のカリ吸収の形態については今後さらに調査検討を要する。リン酸とカルシウムの吸収も6月に多く、以後漸減する傾向が認められ、期間中の吸収量も多かった。また、マグネシウム吸収量も比較的多かったが草種間や時期による変動が大きく一定の傾向は示さなかった。草生栽培にあたってはこのように草による要素吸収量が多い。このことは一般の栽培園に準

じた施肥量による管理では、ミカン樹と草との要素吸収をめぐる競合が激しいことが推察される。

肥料の供給時期や施用量の相違が葉中要素含量に及ぼす影響についての報告は数多くある<sup>3,4,6,7,11,12)</sup>。

鈴木ら<sup>14)</sup>は適正な窒素施用量を知るには、夏秋期における葉中窒素含量の適量を知ることが重要であり、品質面からみて葉中のそれは2.6~2.8%付近にある。また、5月下旬以降は窒素施用量の増加が葉中窒素含量を高めるといふ。窒素施用量の差は葉中全窒素含量にも表れ、施用量の増加とともに全窒素含量も増加する<sup>5)</sup>。炭水化物の競合時期である5月から6月にかけての窒素の多量施用は、6月の葉中窒素含量を著しく高める<sup>12)</sup>。しかし、中間ら<sup>9)</sup>は葉中窒素含量のピークは5月と8月に存在し、6月は最低であるとしている。このように窒素の施用時期や施用量の相違等によって、必ずしも葉中窒素含量の変動に一定の傾向はない。しかし、窒素施用量の増加は、いずれも葉中窒素含量を高めている<sup>5,9,12)</sup>。本実験はミカン樹と草による要素の競合を時期別にみたものであるが、先に述べたように6月における生草重と草による窒素吸収量は最も多く、一方、この時期のミカン樹の葉中窒素含量は最も低かった。また、8月と10における葉中窒素含量は、生草重と窒素吸収量の低下に比例し高かった。8月は要素吸収の盛んな時期であり、一般に葉中窒素含量は高まるが<sup>9)</sup>、糖蓄積期である10月下旬において、なお窒素含量の増加がみられた。また、葉中窒素含量は裸地区よりも草生区で高いとの報告<sup>13)</sup>もあるが、本実験においては8月におけるトールフェスクを除き裸地区で高いが、10月時期では区間に有意差はない。6月時期の窒素含量は著しく低下しており、草生栽培における施肥量の増加、とりわけ窒素施用に問題を残した。実際には窒素の吸収をめぐる競合が大きくとも、尿素や硫安等の窒素肥料による追肥を施用することによって解決できる見通しが立てば、草生栽培をミカン園に導入するに問題はないと思われる。むしろ、8月下旬から9月下旬にかけてはミカン樹と草で窒素吸収の面で競合させた方が果実の品質がよくなるかも知れない。もっともこの件については今後の追跡調査が必要である。

島中ら<sup>5)</sup>は窒素施用量の増大とともに、葉中の全窒素含量は増加するがP, K, Ca, Mgの葉中含量への処理の差はほとんど認められないという。しかし、カリの施用量の増加はカルシウムの葉中含量を減少させることとなり、カリとカルシウムの吸収における拮抗作用を認めている。また、赤松ら<sup>11)</sup>も窒素施用量と葉中P, N, K含量に及ぼす影響について報告し、窒素施用量の小量区ほど葉中P, K含量が高まる傾向があるとしている。リン酸の草による吸収量は窒素やカリに比べて少なく、時期や区による差も雑草区を除き小さかった。裸地区における葉中リン酸含量は6月、8月及び10月の3期間ともに1.5%で変動はなかった。バヒアグラス区がこれに近い値を示しており、10月においては区間の有意差はなく、草生栽培が葉中リン酸含量に及ぼす影響は小さいものと思われる。6月における草によるカリの吸収量は多く、窒素吸収量とほぼ同様な傾向を示した。葉中カリ含量は裸地区で変動は小さく、8月以降は区間で有意差はなく、草生栽培がカリ含量に及ぼす影響は小さいものと思われる。葉中カルシウム含量は窒素と同様に、生草重と吸収量の減少とともに増加した。葉中カルシウム含量は6月、8月及び10月のいずれの時期においても裸地区がわずかに高い値を示しており、清耕区が草生区よりも高かったとする板倉ら<sup>7)</sup>の報告と一致した。6月における葉中マグネシウム含量は、その

欠乏の危険限界<sup>10)</sup>とされる0.3%をトルフェスク区と雑草区で下回った。また、区間における葉中含量が0.4%を中心とする大きな差の範囲にあった。このことは、草による要素吸収のピークの時期が異なっており、時期による吸収量の変動が区間で大きかったことと関連していると思われる。草生栽培では慣行施用量を基準にして、草による要素吸収量に見合った施肥量の増加を行わなければ草による要素吸収量が多くなり、ミカン樹の葉中要素含量においてもその影響が出て来る。すなわち、肥料要素の不足が懸念される草生栽培園に比べて、裸地区においては葉中要素含量が、カリを除きどの時期にも安定した高い値を示した。また、草種間での葉中要素含量は要素別に一定の傾向は示さなかった。一方草種間にあつては、パヒアグラス区のミカン樹葉中要素含量が裸地区のそれに最も近い傾向を示しており、草生栽培における要素の競合面からみて最も有望な草種と思われる。草生栽培にあつては施肥の方法、特に窒素の施用量についてはさらに検討が必要である。草生栽培がミカン樹の生育や果実の収量、品質面に及ぼす影響もパヒアグラス草生を中心に今後長期にわたる追跡調査を行う必要があると考える。

## 摘 要

カンキツ園における草生栽培において、6月から10月までの草による要素吸収量とミカン樹の葉中要素含量の関連を調査して、合理的な草生栽培を導入するための基礎資料を得ようとした。

1. 生草重は6月が最も多く、いずれの草種も10アール当たり1,400kgを越えており、夏季にかけて再生力は弱まり、さらに9月にかけて減少した。また、草による要素吸収量のピークもマグネシウムを除き6月に存在しており、ミカン樹と要素吸収をめぐり競合が大きいことが予測される。

2. 草種による要素吸収量はマグネシウムを除き生草重に比例して6月に最も多かつた。また、刈り取り後の再生量の減少に伴い9月まで漸減した。ただし、8月における雑草区はメヒシバを主体とした雑草が繁茂しており、この時期の生草重が他の草生区に比べて多く、要素吸収量の増加につながつたと推察される。

3. ミカン樹の葉中要素含量はおおむね6月に低い値を示しており、この時期は草による要素吸収量の最も多い時期と一致する。

4. パヒアグラス草生においては、要素吸収量とミカン樹の葉中要素含量において、他の処理区に比べて時期別の変動が小さい。特に葉中要素含量はトルフェスク区に比べて裸地区のそれに近く、草生栽培導入に際して有望な草種と思われる。

## 引 用 文 献

1) 赤松 聡, 大和田厚, 船上和喜 (1970) 温州ミカン成木に対するチッソ施用量に関する研究。(第1報) 収量, 果実の品質および葉中成分におよぼすチッソ施用量の影響, 園芸学会昭和45年度春季大会研究発表要旨, 48-49.

2) 秋好広明, 門屋一臣, 石井孝昭, 渡部潤一郎, 天野勝司 (1986) カンキツ園における土壌管理



法の相違が地温に及ぼす影響。愛媛大学農学部紀要。31(2) 167-177。

3) 千葉 勉(1982) 果樹園の土壤管理と施肥技術。博友社。226-227。

4) 福井春雄、本山栄一、久保田収治(1966) 瀬戸内ミカン園の施肥合理化に関する研究。(第3報) ミカン幼木に対する窒素適量について。四国農誌報。14: 53-68。

5) 畠中 洋、松本明芳(1970) チッソとカリの施用量が温州ミカンの品質におよぼす影響。(第1報) 葉および果汁成分にあたえる影響。園芸学会昭和45年度春季大会研究発表要旨。46-47。

6) 市来小太郎、山下義昭(1976) 草生ミカン園における施肥チッソの動態。(第2報) 草に吸収されるチッソとその分解について。土肥学要旨。22(II): 89

7) 板倉 勉、白木靖美(1962) 果樹園土壤管理に関する研究。(第2報) 土壌および供試樹体内のカリ、カルシウム、マグネシウム、マンガン含量に及ぼす影響。園試報。A1: 1-31。

8) 三井計夫(1981) 飼料作物 草地ハンドブック。養賢堂。86-87。

9) 中間和光(1985) カンキツ類の栄養生理と施肥。誠文堂新光社。17-19。

10) 佐藤公一、石原正義、栗原昭夫(1954-1956) 温州蜜柑、温室葡萄並びに桃園の葉及び土壌分析調査。農技研報。E 6: 109-144。

11) ———、—————、—————(1956) 果樹葉分析に関する研究。(第18報) 温州みかんの葉分析に及ぼすNとPの相互関係。農技研報。E 7: 1-16。

12) 坂本辰馬、奥地 進(1967) 温州ミカンの樹の生長、果実の品質、葉中の窒素含量に及ぼす窒素供給時期の影響。園学誌。37(1): 30-36。

13) 坂本寿夫、玉置磐彦、十河 稔、福岡喜弘、(1958) 周年被覆作物を栽培せる傾斜地幼木柑橘園の生態学的研究。四国農試報。4: 13-32。

14) 鈴木鉄男、岡本 茂、片木新作(1977) 温州ミカン幼樹における夏秋季の葉中N含量と果実品質との関係。園学誌。45(4): 323-328。

15) 高木信男、赤松 聡、清水真寿美(1985) 春草がカンキツ樹の肥効に及ぼす影響。園学誌。54(3): 307-314。

## Summary

In order to establish a sod culture system on steep slope citrus orchard, growth and nutrient absorptions of citrus trees and three kinds of grass species were examined. The grass species were tall fescue, bahiagrass and finger grass.

1. In all the plots, growth rate of grass was greatest in June. The fresh weight per 10a was over 1400 kg. Thereafter the rate was decreased with the advancement of the season.

2. Amount of nutrients absorbed by the grass was positively correlated with the rate of growth. Nutrient uptake of the grass was so active in June that the nutrient absorption of citrus trees was affected.

3. The dominant species of the weed plot was finger grass during the summer season. In the plot nutrient absorption of the grass was very active as well as the growth rate even in August.

4. Nutrient contents of citrus leaves and those of grass were lowest in June. Thereafter the contents increased. In August, nitrogen content of citrus leaves was highest in the plot of tall fescue while in the plot of bahiagrass the lowest. However, in October, bahiagrass became less vigorous and an increase of nitrogen content of citrus leaves was observed. In contrast to bahiagrass behavior, tall fescue remained vigorous in October and the nitrogen content of citrus leaves was lower than any other plot.

5. Although competition of nutrient absorption between citrus trees and grass was observed, sod culture can be introduced when nitrogen fertilizer was additively applied during the summer season.