

K, Ca, Mg の施用が早生温州の樹体および土壌におよぼす影響

第1報 樹勢、収量、果実特性について

* 浦狩芳行・森本拓也・橋本敏幸

Relation of K, Ca, Mg Nutrition to Yield and
Soil of Early SATSUMA Mandarin

1, Responses of K, Ca, Mg to Yield and Quality

Yoshiyuki URAGARI, Takuya MORIMOTO and
Toshiyuki HASHIMOTO

緒言

本県の紀州地域は、温暖多雨地帯であるため、早くから早生温州の早期出荷が行なわれてきた。出荷の時期は他の産地より約20日早く、9月中旬から始められるが、この際、食味向上のために果実の酸含量を低下させ、糖濃度を増加させなければならない。このための施肥方法として、Nの減肥が行なわれて来たが、減肥を継続した結果、樹勢がやや低下し、隔年結果性が現われ生産性が低下して来た。

これらの対策として、N肥料を一定水準以上施用してK, Ca, Mgの塩基要素の施用量の組合せによる品質向上効果を研究することとした。K, Ca, Mgの養分吸収機作一般³⁾および果樹・カンキツ^{2,5)}についての単独効果は報告されているが、これら3要素を組み合わせ、樹勢生産性、果実内容については、基礎的研究はあるが圃場試験報告は見当たらない。

本報は、K, Ca, Mgの相互効果を検討するため、早生温州みかんを用い、圃場で8年間試験を実施したものである。

なお、本報は樹体、果実調査をまとめたものであり、土壌施用効果、栄養吸収等化学調査は第2報で報告する

材料および方法

1. 供試圃場および処理区：熊野市金山町金山かんきつ生産組合圃場の早生温州(1971年 2年生定植)30aを供試し、1975年秋肥より1984年1月まで試験を行なった。処理区は、Kが3水準、Ca, Mgが各2水準の12区で3反復とし、各区の面積は約0.8aとした。土壌は第三紀層土壌である。

2. 施用量および資材：試験区別の施肥量は表1のとおり

りであり、N, Pの施用量は各区とも同一である。K少区：K中区：K多区の施用割合は成分量で2：3：4であり、Nの施用量を100%としたKの施用量指数は、K少が47%、K中は70%、K多は93%に相当する。肥料は春および秋肥が有機配合または有機化成で不足分を単肥で補った。夏肥は化成肥料および単肥を用いた。施用時期別割合は表1に示すとおり、NおよびPと同一の割合で施用した。Ca質肥料は苦土石灰を用い、Ca少区は施用量で60kg/10a、Ca多区は倍量の120kg/10aとし、毎年2月に施用した。Mg質肥料は25ナイカイ硫酸マグネシウムを用い、Mg少区は施用量で40kg/10a、Mg多区は倍量の80kg/10aとし、1978年および1979年は7月に施用し、その他は2月に施用した。

3. 施用方法：各肥料の施用方法は慣行により、土壌表面施用し施用後に中耕は行なっていない。なお、表1に示すとおり年度により施用量および施肥時期割合を変更したが、これは現地試験であるため現地の経営方針に従ったためである。

試験設計以外の有機物施用は、前記同様に現地の経営方針に従いパーク堆肥を1981年に10a当り4トンを土壌表面施用した。

4. 試験区の略号：K, Ca, Mgの順にそれぞれの少、中、多を示すこととした。例を示すと(K少、Ca少、Mg少)を(少少少)として示した。

5. 調査項目および方法：樹勢は、1区5~6樹の3反復で幹周、樹高、樹巾を測定し、1976年に対する年平均伸長率で表わした。

収量は、1区2樹の3反復で1樹当りの果数で表わした。

表1-1 試験区別の施肥量

年次	項目	成分 (kg/10a)					時期別施肥割合 (%)			
		N (100)	P ₂ O ₅ (90)	K ₂ O			春 (3月)	夏 (6月)	初秋 (10月)	秋 (11月)
				少 (47)	中 (70)	多 (93)				
1975~1978		25.0	23.0	12.0	18.0	24.0	40	10	-	50
1979~1981		23.0	20.7	10.7	16.1	21.5	40	-	-	60
1981秋~1984		20.0	18.0	9.3	14.0	18.7	20	-	45	35

表1-2 試験区別の施肥量

項目	施用量 (kg/10a)		施用時期
	少	多	
Ca (苦土石灰)	60	120	毎年2月施用
Mg (25ナйкаイ硫マグ)	40	80	1978~1979年は7月、他は2月施用

注) 試験はK₂Oの少、中、多それぞれにCaの少、多を組み合わせ更にMgの少、多を組み合わせる。

果実特性は、毎年9月下旬から10月下旬に1区10果の3反復で調査し、1976~1983年の平均値で表わした。果皮色および果肉色は、日本規格協会・標準色票を参考にし、農林水産省果樹試験場基準果実カラーチャートに準じ、数字の高いもの程濃色にし、当场で数値化した。

せん定方法は慣行によった。

成績

1. 施肥法と樹勢：施肥法の違いによる年平均伸長率は、図1・2に示すように幹周、樹容積共に高いのは(中少多)(中少少)(少多少)であり、低いのは(少少多)(多多少)(中多多)であった。

肥料の要素別の伸長率は表2に示すように、Kの主効果としてK少区の生育が悪く、K中区、K多区間では明瞭な差がみられなかった。交互作用としてCa少区とMg多区の組み合わせは、伸長率が低かった。Caの主効果としてCa少区の方がやや生育が良かった。Mgの主効果として、幹周の肥大はMg少区が良かったが、樹容積は逆に劣った。交互作用として、K少区との組み合わせは伸長が促進された。

以上の諸結果について主効果、交互作用とも統計上の有意な差は見られなかった。

これら施肥による区間差は、標準偏差が大きくなった4年目より現われたものと思われる。

2. 施肥法と収量：施肥法の違いによる年平均収量および標準偏差は図3に示すように、収量が多いのは(中多少)(中少多)(中多多)(中少少)であり、低いのは(多多少)(少少少)(少少多)であった。隔年結果性は標準偏差値が示すように、大きかったのは(多多少)(多多少)(中多少)で、小さかったのは(少少少)で次いで、(中多多)(少少多)(少多多)(中少多)が小さかった。

肥料の容素別の収量性は表3が示すように、Kの主効果としてK中區が多く、K多区が少なく有意差が見られた。Caの主効果としてCa多区が多かった。Mgの主効果としてMg少区が多かったが、いずれも有意差は見られなかった。

これら施肥による区間差は、標準偏差が大きくなる3年目より現われたものと思われる。

3. 施肥法と果実特性：施肥法の違いによる果実特性は、果実が大きかったのは(中多少)(中少多)(中多多)であり、小さかったのは(少少多)(少多少)(少多多)(多多少)であった。果形指数が大きかったのは(中多少)で小さかったのは(中多多)(少少少)であった。果皮色は出荷に影響が大きい、橙色が濃かったのは(中少少)(中多多)であり、淡かったのは(少少少)(中少多)であった。果肉歩合は区間差が少なかった。果肉色が濃橙であったのは(少少多)(少多多)であり淡橙であったのは(少多少)(多多少)であった。果汁内

表2 樹勢の伸長率と試験区の有意性

区	項目	幹 周	樹 高	樹 巾	樹 容 積	
主 効 果	K	少	9.7%	5.8%	11.5%	52.5%
		中	10.5	6.7	11.2	56.0
	有 意 性	多	10.3	6.7	12.3	56.8
			N・S	N・S	N・S	N・S
交 互 作 用	Ca	少	10.2	6.3	11.9	55.9
		多	10.1	6.5	11.4	54.3
	有 意 性		N・S	N・S	N・S	N・S
ブ ロ ッ ク	Mg	少	10.5	6.5	11.6	53.9
		多	9.9	6.4	11.7	56.3
	有 意 性		N・S	N・S	N・S	N・S
交 互 作 用	K × Ca	N・S	N・S	N・S	N・S	
	Ca × Mg	N・S	N・S	N・S	N・S	
	Mg × K	N・S	N・S	N・S	N・S	
	Ca × Mg × K	N・S	N・S	N・S	* *	
ブ ロ ッ ク		* *	* *	* *	* *	

1976~1984の年平均伸長率

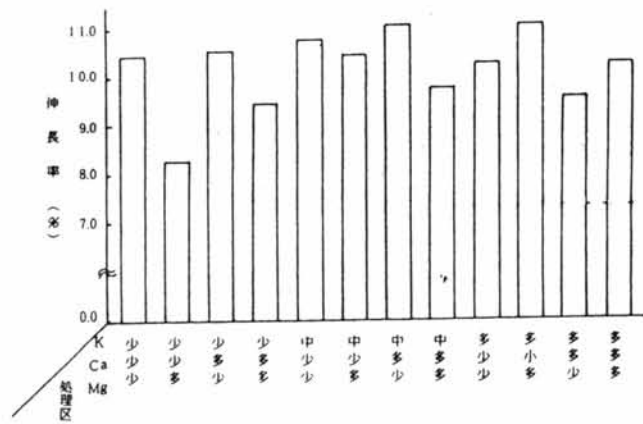


図1 幹周の年平均伸長率

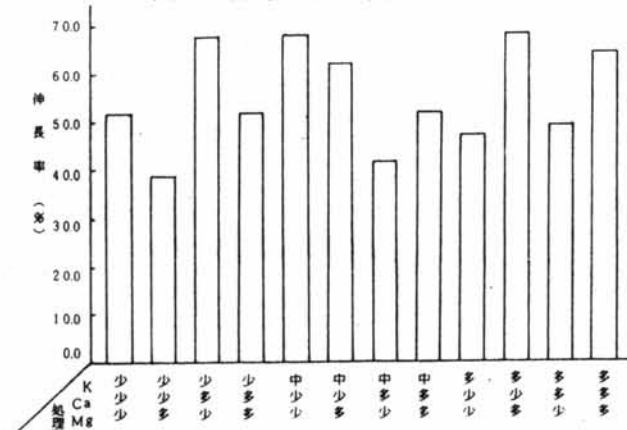


図2 樹容積の年平均伸長率

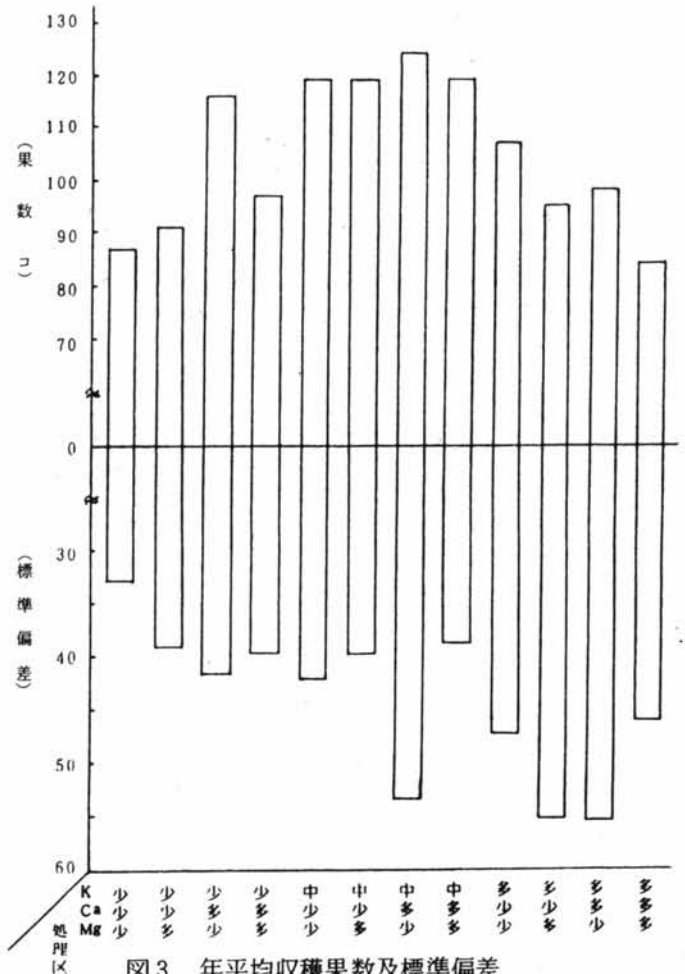


図3 年平均収穫果数及標準偏差

表3 収量と試験区の有意性

主 効 果							交 互 作 用			
K		Ca			Mg		Ca×K	Ca×Mg	Mg×K	Ca×Mg×K
少	中	多	少	多	少	多				
101果	120果	91果	102果	106果	107果	101果				
*	*		N·S		N·S		N·S	N·S	N·S	N·S

1976~1984 (1980除く) の1樹当り平均果数

容は、図4に示すように可溶性固形物が多いのは(少少多)(少多多)(少多少)であり、低いのは(中多少)(中多多)であった。クエン酸含量が多いのは(少多少)であり、少ないのは(中多少)(多多少)であった。

試験区別の果実特性は、表4に示すようにKの主効果としてK少区は果実が小さく、可溶性固形物およびクエン酸含量が高く有意差が見られた。交互作用としてK中区とCa多区では、可溶性固形物の減少が見られた。Caの主効果として、Ca少区の果実がやや大きかった。Mgの主効果として、Mg少区の果実がやや大きかったが、いずれも有意差は見られなかった。

これら施肥による区間差は、標準偏差が大きくなる2~3年目より現われたものと思われる。

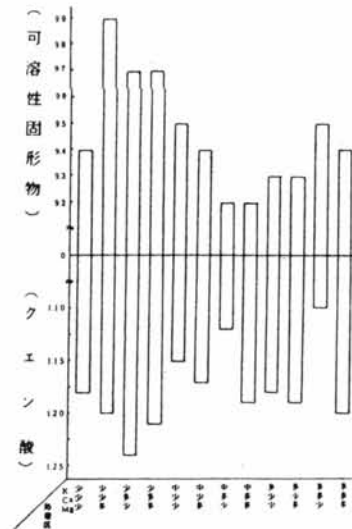


図4 年平均果汁成分

表4 果実特性と試験区の有意性

区	項目		果 重	横 径	果形指数	皮 色	果肉歩合	肉 色
	主 効 果	K	少	117 g	64.3 mm	124	3.0	82.2 %
中			123	65.5	124	3.1	82.3	3.4
多			122	65.2	125	3.0	82.2	3.4
		有意性	*	**	*	N·S	N·S	N·S
Ca		少	122	65.1	124	3.0	82.2	3.4
		多	120	64.9	124	3.0	82.3	3.4
		有意性	N·S	N·S	N·S	N·S	N·S	N·S
Mg		少	122	65.1	124	3.0	82.2	3.4
		多	120	64.9	124	3.0	82.3	3.5
	有意性	N·S	N·S	N·S	N·S	N·S	N·S	
交 互 作 用	K×Ca		N·S	N·S	N·S	N·S	N·S	N·S
	Ca×Mg		N·S	N·S	N·S	N·S	N·S	N·S
	Mg×K		N·S	N·S	N·S	N·S	N·S	N·S
	Ca×Mg×K		N·S	N·S	N·S	N·S	N·S	N·S
	ブロック		**	**	**	**	**	**

1976~1983 (1980除く) の9月下~10月下における平均値

表5 収量及び果実品質と樹体の生育との相関係数

(n=36)

項 目	収 量	幹 周	樹 高	樹 巾	樹 容 積
収 量	—	-0.866	-0.697	-0.788	-0.661
果 実 重	-0.180	0.293	—	—	—
	0.259	0.299	0.334	0.313	0.333
果 形 指 数	0.306	-0.050	—	—	—
	0.468	0.107	0.157	0.207	0.193
果 肉 歩 合	0.444	-0.024	—	—	—
	0.158	0.301	0.303	0.272	0.272
果 皮 色	-0.028	0.025	—	—	—
	-0.148	0.169	0.015	-0.014	-0.024
可 溶 性 固 形 物	-0.166	-0.503	—	—	—
	-0.350	-0.443	-0.443	-0.414	-0.373
ク エ ン 酸 含 量	-0.619	0.147	—	—	—
	-0.111	-0.079	-0.127	-0.215	-0.144

注) 収量と樹体の生育は1983年 収量、樹体の生育と果実品質は上段が1982年、下段が1983年

4. 収量と樹勢の関係：収量は樹勢に影響されると思われる。本試験における相関係数は、収量・樹高-0.697、収量・樹巾-0.788、収量・樹容積-0.661、収量・幹周-0.866であり、収量と樹勢とは負の相関がかなり高かった。従って、両者を共に大きくする事は栽培上困難と思われる。

5. 樹勢と果実特性：年次によってやや差が見られるが、幹周・可溶性固形物-0.4~0.5とやや相関が見られるが、幹周・クエン酸含量-0.1ではほとんど相関は見られない。

6. 収量と果実特性：本試験での収量と果実特性との相関係数は、年次によってやや差が見られ、比較的相関が高かったのは収量・果形指数0.3~0.5。収量・クエン酸含量-0.1~-0.6であり、その他は収量・可溶性固形物-0.2~-0.4、収量・果肉歩合0.2~0.4、収量・果実重-0.2~-0.3、収量・果皮色0.1と低かった。

論 議

樹勢：Embletonら⁶⁾は、Kの増加はカンキョウ樹の生育を助長すると述べているが、本試験の主効果でK少区の生育が劣ったのは、Kが不足したものである。

Caは、植物の栄養としても必要であるが、佐藤ら⁵⁾の試験によっても土壌PH調整機能の方が樹体伸長に作用していると思われる。なお、本試験での土壌PHはCa多区が5.2~7.4で、Ca少区が4.5~6.9であっ

たが詳細は第2報で述べる。

KとMgの2要素間の吸収について石原¹⁾は、みかん苗木を用いKとMgの濃度を変え、組み合わせ試験を行った結果、Kの各濃度に対し、Mgの低濃度の組み合わせ区は、新梢伸長量が多いという結果を得、又、Kの多施用はMg欠乏のおそれがあると述べている。しかし、本試験においてはK多Mg少区の生育はやや劣っている。

本試験のように、K, Ca, Mgと3要素間の場合、伸長率の高い組み合わせは(多少多)(少多少)に示されるように、K, Mgの割合が多い場合と少ない場合とがあり、Kの多い場合にはCaが少なく、少ない場合にはCaが多い。伸長率の低い組み合わせは(少少多)(多多少)に示されるようにKが少ない場合にはMgが多く、逆にKが多いとMgが少ない場合である。前者の場合Caは少なく、後者の場合はCaが多い。これらの現象は、K, Mgの吸収の機作として両者の施用量、割合も影響されるものの、両者の量、割合にCa量も大きく影響しているものと思われる。

収量：収量が多いのはいずれもK中區で、Ca, Mgの影響は少ない。収量が少ないのは(多多少)(少少少)と、K, Ca, Mgが共に多い場合と少ない場合があり、又、(少少多)のようにK, Caが少ない場合にも見られた。

Smithら⁴⁾によると、収量が多かったのはK, Ca, Mgの濃度組み合わせが(中中中)(中多少)であり、少なかったのは(少少多)(中少多)であった。本試験とは施用量が異なるが、K, Caの組み合わせが少の場合は収量の低下に影響していると思われる。

Embletonら⁶⁾らは、葉中K含量が0.7%以上の場合は収量への影響はないとしている。本試験の含量は0.7~2.0%であり、収量に区間差が見られるのは、K量以外の効果が見られたものと思われる。

果実特性：可溶性固形物の多いのは(少少多)(少多多)(少多少)と3区ともK少区であり、(少少少)のK少区の場合、可溶性固形物濃度が高くない要因は、なお検討を要する。

クエン酸の多いのは(少多少)(少多多)と、K, Caの組み合わせの影響が見られ、少ないのは(多多少)(中多少)と、Ca, Mgの組み合わせの影響が見られる。

K, Ca, Mgの組み合わせ試験でSmith⁴⁾は、K少区の果実が顕著に小さかったと報告しており、本試験でもそのような傾向を示している。

ChapmanおよびReuther²⁾は、K単用試験でK少区の果実は可溶性固形物が高く、クエン酸が低かったと述べているが、本試験ではK少区の可溶性固形物は高いが、クエン酸含量もほぼ高かった。

結 論

前述のように、一般的には樹勢と収量とは相反するが本試験の(中少少)は、樹勢も収量も共に均衡を保った生育を示し、一方、樹勢も収量も共に減少するのは(少少多)であった。

収量も多く、隔年結果が少ないのは(中少多)(中多多)で、収量も多いが、隔年結果も多いのは(中多少)であった。

果実特性で、果皮色が濃橙で樹勢が強いのは(中少少)果皮色が濃橙で収量が多いのは(中多多)であり、果皮色も淡橙で収量も少ないのは(少少少)であった。可溶性固形物が多く、隔年結果が少ないのは(少少多)(少多多)、可溶性固形物が少なく、隔年結果が多いのは(中多少)であった。

隔年結果も少なく、可溶性固形物も多いが、収量が少ないのは(少少多)であった。収量も多く、隔年結果も少なく、濃橙であるが、樹勢が弱いのは(中多多)であった。

以上の結果、樹勢、収量、隔年結果、果皮色、可溶性固形物、クエン酸含量など総合的に考慮して、早生温州の早期出荷を目標とした施肥技術の最も優れた組み合わせは、標準の(中少少)であり、次いで(中少多)であっ

た。劣っていたのは(少少少)であった。しかし、園によって樹勢が強く収量の低い樹には(中多多)施用が考えられ、収量増と生産安定が期待出来る。

摘 要

早生温州の早期出荷を行なう方法の一つとして、N, Pの施用を一定にし、K, Ca, Mgの施用量を組み合わせ、圃場試験を8年間行なった。その結果、次の成績が得られた。

1. 幹周、樹容積の伸長率が大きかったのは、K, Ca, Mgの施用割合が(多多少)(中少少)であり、小さかったのは(少少多)であった。
2. 収量が多かったのは(中多少)(中少多)で少なかったのは(多多少)(少少少)であった。隔年結果が少なかったのは(少少少)(中多多)であり、多かったのは(多多少)(多多少)であった。
3. 果皮色が濃橙であったのは(中少少)(中多多)で、淡橙であったのは(少少少)(中少多)であった。可溶性固形物が高かったのは(少少多)(少多多)であり、低かったのは(中多少)(中多多)であった。クエン酸含量が少なかったのは(中多少)であり、多かったのは(少多少)であった。
4. 施肥組み合わせと樹勢とでは主効果、交互作用とも有意差は見られなかった。収量とでは、主効果がKにあり、その他では主効果、交互作用とも有意差は見られなかった。果実特性とでは、主効果がKで可溶性固形物およびクエン酸含量に見られ、交互作用はK×Ca, K×Ca×Mgで見られた。
5. 以上の結果、樹勢、収量、隔年結果、果皮色、可溶性固形物、クエン酸含量を考慮すると、標準(慣行)の(中少少)又は(中少多)の施用割合が栽培上好ましいと思われる。

謝 辞

この試験を遂行するに当たり、大畑繁前場長、田端市郎場長のご指導を頂いた。又、現地圃場を8年間提供して下さい、金山柑橘経営管理センターの方々に感謝する。

参考文献

- 1) 石原正義(1982)：果樹の栄養生理 第1刷 東京農文協
- 2) 小林章(1968)：果樹の良品生産技術 第1刷 東京、誠文堂新光社
- 3) 熊沢喜久雄(1974)：植物栄養学大要 第1刷 東京、養賢堂

- 4) PAUL F. SMITH and GORDON
K. RASMUSSEN (1959) : Relation
of Pottassium Nutnition to Size and
Quality of Valencia Orange Proc. Amer.
Soc. Hort. Sci 74 : 261-265
- 5) 佐藤公一・石原正義・栗原昭夫 (1960) : 石灰
およびPHが主要果樹の生長ならびに体内成分に及ぼ
す影響、農技研報告 8.77-91
- 6) WALTER REUTHER, LEON DEX
TER BATCHELOR HERBERT JO
HN WEBBER (1968) : The Citrus
Industry Vol II Univ Calif