温州ミカンの果実の品質および開花に 及ぼす夏季の水分と窒素施用の影響

富 田 栄 一

(和歌山県果樹試験場)

Effects of summer application of water and nitrogen on fruit
quality and flowering of Satsuma orange trees

Eiichi TOMITA

Wakayama Fruit Tree Experiment Station,

Kibi-cho, Wakayama

Summary

1. Different levels of nitrogen and water were applied to Satsuma orange in summer of 1968, and their effects on fruit quality and the number of flowers in the following spring were observed. All combinations of three levels of soil moisture (pF 2.3, 3.0, 4.0) and two levels of nitrogen (0 or 18 g/pot) were examined.

2. As a result, the soil moisture kept at pF 3.0 in summer was optimum for the best growth and quality of fruit. When soil moisture lowered to pF 4.0, fruit weight became extremely smaller and coloring of fruits was much more retarded. On the other hand, when the soil moisture increased at pF

2.3, soluble solids and total sugar contents in fruit juice decreased.

3. When nitrogen was applied in summer, fruit weight slightly increased, but soluble solids and total sugar contents in fruit juice were lowered and coloring of fruits was much retarded.

4. Although the number of flowers in the following spring increased with decreasing soil moisture, the growth of new shoot was checked. Even in such a case, when nitrogen was applied, the growth of new shoots was improved as well as the number of flowers.

緒 言

温州ミカンの果実の生長と品質に係る各種の栽培要因のなかで、土壌水分と窒素肥料の影響は大きい。果実の生長、品質と土壌水分の関係についてはすでに数多くの試験成績があるが、とくに収穫前の秋季の土壌水分が品質に強く影響することが知られている^{10,15,18,20)}。窒素の施用量および施用時期が果実の生長、品質におよぼす影響についても多くの試験成績があるが、その傾向は必ずしも一様でない。わずかに追肥を7月以降に施すと、果実の着色をおくらしたり、浮皮の発生を助長することが認められているにすぎない^{1,24)}。これは窒素以外の他の要因が複雑に関与しているためと思われる^{14,16)}。

本報告は、温州ミカンの果実の発育期にあたる7～8月の土壌水分と窒素施用の組み合わせが、果実の生長、品質および翌年の花数におよぼす影響について調査したものである。

材料および方法

1967年4月に、径60cm、深さ45cmのコンクリート

1971年3月15日受理

ポット(有底)に埴土を入れ、同時にポットあたりコンポスト2kg、苦土石灰1kgを全層に施用して、2年生林系温州ミカンを植付けた。以後1968年6月までは、いずれの樹も同一に管理して、同年7月から処理を開始した。

処理区は、土壌水分をpF 2.3, 3.0, 4.0の3段階に、窒素施用を無施用、施用の2段階として、これらを組み合わせた6処理区で、1区4本を供試して、7月11日から9月10日までの2か月間処理を行なった。

土壌水分の処理方法は、ポット内の深さ15cmの土壌水分が所定のpF値にまで低下したとき、ポットあたり10lのかん水を行なつて、土壌水分を圃場容水量以上にした。処理期間中はこれを繰返した。窒素施用区は、ポットあたり窒素成分で18gを7月9日および8月10日の2回、硫酸で施用した。なお、他の肥料は施用しなかった。各区とも処理終了後(9月11日以降)は十分にかん水を行ない、また施肥は行なわず、翌年の7月まで同一に管理した。

土壌水分の測定は、ポット内の深さ15cmの位置に、

テンシオメーターおよびガラスブロック型土壌水分計を埋設して行なつた。なお、処理開始時までに施用した施肥量は、ポットあたり 1967 年に年間 N, P, K をそれぞれ 20-10-15g の割合で 4 回に分けて施用し、1968 年は 12-6-8g で 3 月および 4 月の 2 回に分けて施用した。施用した肥料は硫酸、ヨウリン、硫加である。

供試樹は 7 月上旬に摘果を行なつて、25 葉に 1 果の割合となるよう結実させ、12 月 5 日に果実を収穫して果実の品質を調査した。また、果皮の着色度をみるために、11 月 5 日に果皮のクロロフィル含量を定量した。この場合、果汁の可溶性固形物含量は検糖計で、糖含量は SOMOGYI 法で、酸含量は中和滴定法でクエン酸として求め、果皮のクロロフィル含量は色素を 80% アセトンで抽出したのち、分光光度計で 665m μ における吸光度を測定して求めた。翌年の 1969 年 5 月から 6 月にかけて、開花期、開花数および新梢伸長量を調査した。

春葉の窒素および炭水化合物含量は、不結果枝の春葉を 9 月 10 日および 12 月 6 日の 2 回採葉して分析した。分析方法は、窒素は semi-micro KJELDAHL 法、炭水化合物は SOMOGYI 法で行なつた。

供試土壌の機械分析および水分恒数は第 1 表に示すとおりである。機械分析はピペット法、水分恒数はテンシオメーター法および遠心分離法で求めた。

実験結果

果実の生長、品質 果実の生長、品質は第 2 表に示

第 1 表 供試土壌の機械分析および水分恒数

機 械 分 析 (%)				水 分 恒 数 (容量 %)				
粗砂	細砂	微砂	粘土	pF2.0	pF2.3	pF3.0	pF4.0	pF4.2
16.6	28.4	26.5	28.5	54.0	48.9	34.0	23.7	20.7

第 2 表 温州ミカンの果実の品質に及ぼす夏季の土壌水分と窒素施用の影響 (12 月 5 日)

処 理 区		一果平均重 (g)	果皮歩合 (%)	可溶性固形物 (%)	還元糖 (%)	全糖 (%)	クエン酸 (%)	甘味率	果汁中の窒素含量 (mg/100 ml)
-N pF	2.3	101	27.7	10.5	3.42	7.23	1.68	4.30	36
	3.0	101	27.7	11.1	3.63	7.95	1.67	4.76	35
	4.0	82	28.9	12.8	4.18	8.91	1.54	5.79	47
+N pF	2.3	103	29.8	9.4	3.41	6.14	1.51	4.07	52
	3.0	105	29.7	10.3	3.23	6.73	1.67	4.03	53
	4.0	92	32.8	11.5	3.63	8.24	1.57	5.25	79
有意性	土壌水分	**	*	**	*	**	N. S.	**	**
	窒素施用	*	**	**	*	**	N. S.	*	**

注) N. S. : 5% 水準の F 値で有意性のないことを示す。

* : 5% 水準の F 値で有意性のあることを示す。

** : 1% 水準の F 値で有意性のあることを示す。

第 1 図 温州ミカン果皮のクロロフィル含量に及ぼす夏季の土壌水分と窒素施用の影響 (11 月 5 日)

すとおりでである。1 果平均重は窒素施用の有無にかかわらず、pF 4.0 区で最も劣り、その傾向は窒素の無施用の場合にはなはだしく、反対に窒素施用の pF 3.0 区で最もすぐれた。

果汁の可溶性固形物および全糖含量は土壌水分が低下するにつれて高くなり、甘味率は pF 4.0 区で最も高く、クエン酸含量は土壌水分の多少による差がなかった。窒素を施すと、果汁の窒素含量は高くなるが、果汁の可溶性固形物、全糖含量および甘味率は低下した。この場合、クエン酸含量には差がなかった。

収穫 1 か月前から収穫時までの果汁の可溶性固形物含量の変化をみると、第 3 表のとおりで、各区とも収穫期に近づくにつれて、可溶性固形物含量は増加したが、この傾向は窒素が無施用で土壌水分が少ないほど著しかった。結局、可溶性固形物含量よりみて、窒素施用区では無施用区にくらべて、約 2~3 週間成熟が遅れた。

つぎに、11 月 5 日の果皮のクロロフィル含量は第 1 図に示すとおりである。すなわち、土壌水分が低下するにつれてクロロフィル含量は多くなり、窒素を施すとさらに増加し

第 3 表 温州ミカンの果汁の可溶性固形物含量の変化に及ぼす夏季の土壌水分と窒素施用の影響

処 理 区	11月5日 (%)	11月20日 (%)	12月5日 (%)
-N pF 2.3	9.2	10.0	10.5
3.0	9.2	10.4	11.1
4.0	10.2	11.5	12.8
+N pF 2.3	8.0	8.8	9.4
3.0	8.4	9.0	10.3
4.0	9.8	10.2	11.5

た。したがって、果皮の緑色の消失は、窒素施用の pF 4.0 区で最も遅れ、窒素無施用の pF2.3 区および 3.0 区で最も早かった。結局、収穫時(12月5日)には、窒素無施用の pF2.3 区および 3.0 区では果皮の橙色が濃く、かつ肌が滑らかで外観の美しい果実であり、他方、窒素施用の各区では橙色より黄色の色調が強く、果皮は粗であり、外観は劣った。

翌年の開花および新梢伸長 各処理区の翌年の開花期、開花数および新梢伸長量は第4表のとおりである。開花期は土壤水分の少ない区ほど早く、この傾向は窒素の施用でより助長され、窒素施用の pF 4.0 の区で最も早かった。翌年の1樹あたりの開花数は、土壤水分の少ない区ほど多く、かつ、いずれの土壤水分レベルでも窒素を施すと増加した。反対に、翌年の1樹あたりの新梢伸長量および新葉数は、土壤水分の少ない区ほど劣り、それらはいずれの土壤水分レベルでも窒素を施すと増大した。

春葉の体内成分 処理終了時(9月10日)の春葉の体内成分は第5表に示すとおりである。水溶性窒素は土壤水分が低下するにつれて高くなり、その値はいずれの土壤水分レベルにおいても窒素の施用により増大した。不溶性窒素は窒素施用区で土壤水分が低下するにつれて

第4表 翌年の温州ミカンの開花期、開花数および新梢伸長量に及ぼす夏季の土壤水分と窒素施用の影響

処 理 区	開花期 (月日)	開花 数	新 梢 伸長量 (cm)	新葉 数	新 葉 総面積 (cm ²)
—N pF 2.3	5.14	169	404	250	3,300
3.0	12	326	368	242	3,000
4.0	12	603	204	175	3,500
+N pF 2.3	11	497	749	503	17,900
3.0	11	483	742	480	15,800
4.0	9	902	365	326	14,100
有意性	土壤水分	—	**	**	**
	窒素施用	—	**	**	**

第5表 温州ミカン春葉内成分(9月10日)に及ぼす夏季の土壤水分と窒素施用の影響(乾物%)

処 理 区	水溶性 窒素	不溶性 窒素	全 窒素	還元 糖	非還元 糖	全 糖	全炭 水化物
—N pF 2.3	0.44	1.99	2.43	2.32	3.84	6.16	18.93
3.0	0.50	1.96	2.46	2.32	3.41	5.73	16.14
4.0	0.73	2.26	2.99	2.55	2.82	5.37	12.91
+N pF 2.3	0.69	3.01	3.70	2.15	3.18	5.33	15.43
3.0	0.81	2.74	3.55	2.14	2.94	5.08	15.10
4.0	1.15	2.55	3.70	2.26	1.66	3.92	12.06
有意性	土壤水分	**	N.S.	**	N.S.	**	**
	窒素施用	**	**	**	*	**	**

第6表 温州ミカン春葉内成分(12月6日)に及ぼす夏季の土壤水分と窒素施用の影響(乾物%)

処 理 区	水溶性 窒素	不溶性 窒素	全 窒素	還元 糖	非還元 糖	全 糖	全炭 水化物
—N pF 2.3	0.68	1.52	2.20	3.59	2.39	5.98	16.02
3.0	0.71	1.54	2.25	3.84	2.15	5.99	16.60
4.0	0.66	1.63	2.29	3.18	2.70	5.88	20.52
+N pF 2.3	0.96	2.53	3.49	2.61	2.45	5.06	13.76
3.0	0.96	2.58	3.54	2.62	2.36	4.98	14.25
4.0	1.09	2.50	3.59	2.36	2.55	4.91	15.01
有意性	土壤水分	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.
	窒素施用	**	**	**	**	N.S.	**

低くなり、全窒素は窒素無施用区で pF 4.0 区が高く、また、それらはいずれの土壤水分レベルにおいても窒素の施用によりその値は増大した。反対に、非還元糖、全糖および全炭水化物は、土壤水分が低下するにつれて低くなり、窒素の施用によりその値はさらに低下した。

収穫時(12月6日)の春葉の体内成分は第6表のとおりで、水溶性、不溶性および全窒素は土壤水分の多少による差はなかつたが、窒素施用区は無施用区にくらべて著しく高かつた。

考 察

本実験は、温州ミカンの果実の発育期にあたる 7～8 月における土壤水分ならびに窒素施用が温州ミカンの果実の生長、品質および翌年の開花におよぼす影響をみたものである。ただし、土壤水分については水分当量(pF 3.0)を中心にして、pF 2.3 区および pF 4.0 区を設けた。

その結果、1 果平均重では窒素の施用の有無にかかわらず、水分当量(pF 3.0)付近ですぐれ、pF 4.0 になると著しく劣った。果皮の着色は水分当量以上、すなわち pF 2.3 区および pF 3.0 区ですぐれた。しかし、窒素を施すと、着色ははなはだ劣った。この点については、すでに夏季の土壤乾燥が温州ミカンの果皮の着色の不良を招くこと^{10,18,20,22)}、および窒素施用量が多いと着色の遅れること^{14,17,21,22,24)}が報告されている。

果汁中の可溶性固形物および全糖含量は、土壤水分が低下するにつれて高くなつた。このことについては、これまでの成績によると、夏季の土壤乾燥によつて高くなる場合^{10,20,22)}と、ほとんど差がない場合¹⁸⁾があり、土壤乾燥の影響としては夏季より秋季の方が顕著である場合が多い。つぎに、窒素の影響についてみると、果汁中の可溶性固形物含量あるいは糖含量が、窒素施用量が少ないほど高くなる場合^{2,9,14,22)}、とくに 8～9 月あるいは 10～11 月に窒素の供給を欠除すると高くなる場合^{4,5)}が報告されているが、本実験の結果は後者と一致した。しか

しながら、反対に果汁中の可溶性固形物含量が、窒素施用量が多くなるにつれて高くなる場合^{11,16)}と、ほとんど差がない場合^{1,3)}の成績もある。他の柑橘についても同じような結果の報告^{6,7,8,12,13)}がある。このように、果汁中の可溶性固形物含量におよぼす窒素の影響が一様でないのは、樹体条件や土壌条件などの違いによつて、窒素以外の他の要因が複雑に関与してくるためと思われる。本実験の場合、夏季に窒素を施すと、果汁中の可溶性固形物含量が明らかに低下したが、これは9月以降の窒素無施用区と施用区の春葉の全窒素含量の違いが大きく、12月6日では窒素無施用区の2.2~2.3%に対し、窒素施用区では3.5~3.6%であり、著しく高かつたためと思われる。

なお、温州ミカンの果実の生育時期と関連して、果汁中の可溶性固形物含量におよぼす窒素の影響は、本実験のごとく夏季の場合には、土壌水分の乾湿に関係なく認められるが、秋季の場合には、土壌水分が乾燥状態のときにはその影響が認められない^{21,23)}。このように、果実の生育時期および土壌水分の乾湿の違いによつて、果汁中の可溶性固形物含量におよぼす窒素の影響が異なることは興味深い。

果汁中のクエン酸含量については、処理による影響がなかつたが、土壌水分の影響については処理終了後各区とも十分にかん水を行なつたためと思われ²⁰⁾、窒素の影響については窒素施用量が多くなると高くなること^{14,16)}が報告されているが、本実験の場合、窒素処理による影響の差がなかつたことについては、その理由が明らかでない。

翌年の開花および新梢伸長におよぼす処理の影響をみると、土壌水分の少なかつた区ほど開花数が多く、とくにpF 4.0区ではなほだ多かつたが、新梢伸長量および新葉数は劣つた。この場合、窒素施用区では無施用区にくらべて、開花数、新梢伸長量および新葉数はともに、

第7表 温州ミカンの開花数と前年の春葉内成分との間の相関関係

葉内成分	9月10日	12月6日
水溶性窒素	0.878**	0.582**
不溶性窒素	0.350	0.417*
全窒素	0.598**	0.478*
還元糖	0.146	-0.511*
非還元糖	-0.740**	0.356
全糖	-0.726**	-0.368
全炭水化物	-0.649**	0.052

注) *: 5% 水準で有意な相関あり。

** : 1% 水準で有意な相関あり。

いずれの土壌水分レベルにおいても増大した。

一般に、土壌乾燥が温州ミカンの翌年の開花数を多くすることは経験的に知られているが、この点について、

鈴木ら¹⁸⁾は温州ミカンの時期別

土壌乾燥処理が翌年の結実におよぼす試験のなかで、7~8月に断水処理した樹はかん水した樹にくらべて、翌年の開花数の多くなることを認め、樹体の栄養生長が一時的に停止する程度に土壌がひどく乾燥すると、冬季の花芽分化を促がし、その結果、翌年の花蕾着生を有利に導いたのではないかと報告している。

つぎに、開花数は第7表で明らかなように、前年の9月および12月の春葉の窒素含量と有意な正の相関関係にあり、本実験の場合、春葉の全窒素含量が、9月から12月にかけて窒素無施用区では3.0~2.2%の範囲であつたのにくらべ、窒素施用区では3.7~3.5%であり、秋季における樹体の同化養分の集積は窒素施用区で多く、このことが翌年の開花数を多くしたのではないかと考えられる。

翌年の新梢伸長量および新葉数は、土壌水分の少なかつた区ほど劣り、pF 4.0区で最も少なかつたが、これはpF 4.0区では開花数が多かつたため、反対に栄養生長が抑制されたものと思われる。なお、新梢伸長量および新葉数は、窒素施用区にくらべて無施用区で著しく劣つたが、冬から翌春にかけての窒素無施用区の体内の窒素レベルが低かつたので、栄養生長にとつて低窒素レベルが制限要素になつたものと思われる。

摘 要

1. コンクリートポットに植えた3年生林系温州ミカンについて、7月11日から9月10日までの2カ月間、土壌水分をpF 2.3, 3.0, 4.0に調整し、この各々に窒素の無施用区と施用区を設け、果実の生長、品質および翌年の開花におよぼす影響をみた。

2. その結果、夏期(7~8月)に土壌水分を水分当量(pF 3.0)付近に保つことは、果実の生長、品質の点よりみて、もつとも好適であつた。土壌水分がこれよりも少なく、pF 4.0になると、果重が著しく劣るとともに果皮歩合が大となり、かつ着色がはなはだしく悪くなつた。反対に土壌水分がこれより多くpF 2.3になると、果汁中の可溶性固形物および全糖含量が低下した。

3. 夏期に窒素を施すと、果重はやや増大するが、果皮歩合が高くなるとともに、果汁中の可溶性固形物および全糖含量が低下し、果皮の着色が著しく劣つた。

4. 夏期に土壌水分が少ないほど、翌年の開花数は増加し、反対に新梢伸長量は衰えた。この場合、夏期に窒素を施すと、開花数、新梢伸長量はともに増大した。

謝辞 この報告をするにあつて、ご校閲と教示を賜わつた京大農学部教授小林 章博士、実験の遂行にあつて、ご指導と便宜をいただいた前和歌山県果試場長東史郎氏に深く感謝の意を表する。

また、費用の一部は農林省総合助成試験費によつた。

引用文献

1. 赤松 聡・大和田厚・船上和喜. 1970. 昭和45年度春季園芸学会研究発表要旨. pp. 48—49.
2. 葦沢正義. 1969. 果実日本. 24(5) : 56—59.
3. 平方康夫・岩本数人・宮崎久哉・大津量男. 1965. 熊本果試業務報告. pp. 142—146.
4. 井上 宏. 1968. 昭和 43 年度秋季園芸学会研究発表要旨. pp. 102—103.
5. 岩本数人・宮崎久哉・大津量男・金川英明. 1967. 熊本果試業務報告. pp. 256—261.
6. JONES, W. W., and E. R. PARKER. 1949. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 53 : 91—102.
7. ——— and T. W. EMBLETON. 1967. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 91 : 138—142.
8. ——— . ——— and R. G. PLATT. 1968. California Citrograph. 53(10) : 367.
9. 小園照雄・松尾 平・河瀬憲次. 1966. 昭和41年度秋季園芸学会研究発表要旨. pp. 33—34.
10. 栗山隆明・白石真一. 1967. 昭和42年度春季園芸学会研究発表要旨. pp. 132—133.
11. 中原美智男・山本正人・岩切 徹. 1967. 昭和42年度秋季園芸学会研究発表要旨. pp. 112—113.
12. REUTHER, W., and P. F. SMITH. 1952. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 59 : 1—12.
13. ———, ———, G. K. SCUDDER and G. HRNCIAR. 1957. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 70 : 223—236.
14. 坂本辰馬・奥地 進. 1968. 園学雑. 37 (1) : 30—36.
15. ——— . ———. 1968. 園学雑. 37(3) : 212—220.
16. ——— . ———. 1969. 園学雑. 38(4) : 300—308.
17. 佐藤公一・石原正義・栗原昭夫. 1958. 農技研報. E (7) : 17—39.
18. 鈴木鉄男・金子 衛・田中 実. 1967. 園学雑. 36(4) : 389—398.
19. ——— . ——— . ———. 1969. 園学雑. 38(4) : 287—294.
20. 富田栄一・東 史郎. 1969. 和歌山果試研究報告. 2 : 33—59.
21. ——— . ———. 1969. 昭和 44 年度春季園芸学会研究発表要旨. pp. 100—101.
22. ———. 1969. 農及園. 44(11) : 1727—1728.
23. ——— . ———. 1970. 昭和 45 年度秋季園芸学会研究発表要旨. pp. 100—101.
24. 鳥潟博高・増井正夫・鈴木 登. 1955. 園芸学研究集録. 7 : 42—48.