温州ミカン果実の可溶性固形物、酸に及ぼす降水量の影響

坂本辰馬・奥地 進

(愛媛県果樹試験場)

Effects of rainfall on soluble solids and acid in Satsuma oranges

T. SAKAMOTO and S. OKUCHI

Ehime Fruit Tree Experiment Station, Matsuyama, Ehime

Summary

1. In order to clarify the relation between fruit qualities of Satsuma orange and climatic conditions, annual variations in the soluble solids and acid were determined from 8 years' data in fertilizer and soil experiments which had been carried out over 10 years in Ehime Fruit Tree Experiment Station.

2. The content of soluble solids and acid in fruit juice considerably varied with the year of production from 1959 to 1966. In the fertilizer experiment, for example, the content of soluble solids varied from 11.23 to 14.51 g per 100 ml of juice, and the acid varied from 0.82 to 1.41 g as citric acid per 100 ml of juice. The figure of changes during 8 years in the content of soluble solids and acid was very similar in 3 different experiments.

3. Rainfall in seasons from mid-summer to autumn was very different year by year. The precipitation varied from 0.0 to 133 mm for the latter half of July, from 31 to 263 mm for August, from 34 to 400 mm for September, and from 40 to 186 mm for October.

4. To know the relation of precipitation to soluble solids and acid, correlation analyses have been

made for each month, and for 2 month period (August-September and September-October). However, there was scarcely significant correlation between the precipitation and soluble solids or acid.

5. Available precipitation was calculated by the subtracting of water percolated below 60 cm of soil depth from precipitation. The correlation of available precipitation to soluble solids was negatively significant for October, for September-October, and for August-September. The available precipitation for October also was negatively correlated with the acid. Such tendency was very similar with the results of irrigation experiments that had been carried out in experiment stations of various locality.

6. There was no significant relation between rainfall and temperature (available heat units) during 8 years. Compared with the effects of temperature in previous paper, rainfall strongly affected on the qualities of fruits. The fruit qualities appear to be affected greatly more by rainfall than by some fertilizations and soil conditions, e.g. dressing of differential nitrogen and the kind of soil derived from various parent rocks.

I. 緒 言

温州ミカン果実の成熟時期や着色、果汁の糖分および酸などが、年によつてかなり違うことをしばしば経験するが、これは気象的な要因が強く影響しているためではないかと観察している。カンキツ果実の品質に及ぼす気象要因については、気温、降水量、日照の影響が強いと指摘されている⁽³⁾。

筆者らは、温州ミカン果実の酸、可溶性固形物の8年間の変化について気温との関係を解析し、とくに酸含量には6月および9月後半-10月の気温の高低がかなり強く影響することを本誌に発表した⁽¹⁷⁾。本報文は、同じ温州ミカン果実の可溶性固形物、酸の8年間の変化と降水量との関係をしらべ、さらに気温と降水量の影響を比較したものである。

II. 材料および方法

温州ミカン果実の遊離酸（または滴定酸、以下の文では単に酸と略称する）および可溶性固形物の8年間の分析結果をえた三つの試験、降水量のデーター、ならびに解析方法はつぎのとおりである。

試験1：1954年に、愛媛県果樹試験場の洪積層台地（平坦）に5.4mの間隔に栽植されていた5年生の温州ミカン（南柑4号）に、縦2.7m、横2.7m、深さ1.2mの無底のコンクリートわくを設け、翌1955年から1966年まで肥料の試験を行なつた。肥料区は、硫安・過石・硫酸カリ区および硫安系化成肥料区（N：P₂O₅：K₂O=14：12：10）、ならびにこれらの肥料に3月の春肥だけに魚粕・菜種油粕を添加した区（春肥中の窒素の約30%を魚粕・菜種油粕、約70%を硫安または化成肥料で施用、6月の夏肥および11月の秋肥は硫安・過石・

1968年5月16日受理

硫酸カリ区または硫酸系化成肥料区と同じ)の4区で、各区の供試樹数は9本とした。施肥は、毎年1樹(または1わく)あたり $N\ 300\text{ g}$, $P_2O_5\ 250\text{ g}$, $K_2O\ 210\text{ g}$ で、春肥に50%, 夏肥および秋肥に25% あて分施した。供試樹の栽培(剪定, 摘果など)は慣行に準じて行ない、最初の2年間は未結果にし、3年めから着果させた。

分析用果実試料の採取は毎年11月25日前後に行ない、各肥料区から3本の代表樹をえらび、1樹について代表的果実10果の採取を3回繰り返した。10果の混合果汁を調製し、0.1N カセイソーダ溶液滴定によって遊離酸(クエン酸に換算)、比重法⁽²¹⁾によつて可溶性固形物を分析した。以上のようにして求めた果汁の酸および可溶性固形物分析値の総平均(36回値の平均)について、1959年(供試樹の樹令は10年)から1966年までの8年間のものを用いて、降水量との関係をしらべた。

試験2: 供試樹が中熟系の温州ミカン(南柑20号)、分析用果実試料の採取が毎年11月12日前後、ならびに化成肥料が硝安系であることをのぞけば、供試樹の樹令、は場設備、施肥、栽培管理、分析用果実試料の採取方法などは、試験1の場合とまったく同じである。

なお、試験1および2いずれも、1965年から施肥量および肥料の種類がやや変わったが、果汁の酸、可溶性固形物にはこれらの影響をほとんど認めなかつたので、ここでは施肥変更の詳述を省略することにした。

試験3: 本試験は、温州ミカンについての母材別土壌の比較試験で、材料、方法および結果の詳細はすでに本誌に発表したとおりであるが^(15,16)、概略はつぎのとおりである。

1957年に、愛媛果試の洪積台地の平坦なほ場に、縦1.8m、横1.8m、深さ1.2mの無底のコンクリートわくを設け、これに愛媛県下の母材を異にする6種類の未耕地土壌をつめた。ついで、4年生の温州ミカン(南柑4号)を各わくに1本あて移植し、供試樹数は各土壌に9本(9わく)とした。供試樹の栽培は慣行に準じて行ない、試験3年めの1959年から着果させた。分析用果実試料の採取は毎年11月15~20日の間に行なつたが、各土壌の代表樹3本をえらび、1樹について代表的果実10果の採取を2回繰り返した。ついで試験1の場合と同様にして、果汁の酸および可溶性固形物の分析値の総平均を求めた。

降水量のデーター: 1959年から1966年までの8年間の7月後半(16日~31日)、8月、9月、10月の降水量のデーターは、松山气象台(愛媛果試より西方の2.7km)観測記録を用いた。

解析方法: 8年間の7月後半、8月、9月、10月の降

水量、ならびに7月後半—8月、8月—9月、9月—10月の合計降水量のそれぞれと、可溶性固形物、酸、甘味比との相関関係をしらべた。また、降水量から浸透水(土層の深さ60cm以下に浸透するような降水量のとき)を差引いた降水量との相関関係もしらべた。

III. 結 果

1. 遊離酸、可溶性固形物の8年間の変化

試験1, 2, 3の温州ミカン果実の酸、可溶性固形物、甘味比の8年間の変化は、第1図に示すとおりである。

まず酸は、試験1, 2, 3いずれも年ごとの変化の様相がまったく同じであつた。試験1の酸含量は果汁100ml. あたりクエン酸として0.82g~1.41g, 試験2は0.80g~1.25g, 試験3は0.98g~1.48gの範囲で変化した。8年間をとしてみると、酸含量は増加する傾向を示し、これは試験1, 2, 3の間で一致していた。また、酸含量を前年対比でみたとき、1964年あるいは1965年のいずれかを除外すれば、隔年ごとに増減する傾向が

第1図 1959~1966年の8年間の温州ミカン果実の酸、可溶性固形物および甘味比

はつきりと認められた。

つぎに、可溶性固形物は、これも8年間の変化の様相が、試験1, 2, 3の間でまったく一致していた。試験1の可溶性固形物は果汁 100 ml あたり 11.23 g~14.51 g, 試験2は 10.40 g~14.63 g, 試験3は 11.42 g~14.49 g の範囲で増減した。1961年または1962年以降の可溶性固形物の変化は酸の変化とはほぼ一致したが、酸にみられたような前年対比したときの隔年ごとの増減の傾向はなかつた。

甘味比は、試験1では 10.0~13.7, 試験2では 9.2~15.6, 試験3では 9.3~12.7 の範囲で変化した。1966年を除けば、試験1, 2, 3の間で、8年間の甘味比の変化の様相がよく一致した。なお、試験2の甘味比が試験1および3よりも大きいのは、酸含量が低いためであった。

2. 降水量の8年間の変化

1959年~1966年の8年間の7月後半(16日~30日), 8月, 9月, 10月の降水量は、第1表に示すとおりである。8年間の平均降水量は9月が最も多く、8月と10月はほぼ同じであったが、年による差が著しかった。降水量の多い年をみると、7月後半は1965年、8月は1963年と1959年、9月は1965年と1966年、10月は1961年であった。

第1表 1958年~1966年の8年間の夏季および秋季の降水量*

年	7月 16日~31日 (mm)	8月 (mm)	9月 (mm)	10月 (mm)
1959年	35.0	196.0	53.8	103.0
1960年	5.6	81.7	143.3	122.5
1961年	37.2	32.0	96.5	186.4
1962年	8.6	82.4	34.0	77.5
1963年	0.0	263.2	122.7	126.7
1964年	40.5	58.5	145.9	76.8
1965年	132.5	30.5	344.3	65.5
1966年	17.0	78.9	400.4	40.5
平均	34.6	102.9	167.6	99.8

* 松山気象台観測

なお、温州ミカンが吸収できる降水については、以上の降水量の値をそのまま評価することは必ずしも適当でない場合があり、とくに、このことは降水量の多いときに強調できる。すなわち、根圏以下の土層に浸透したり、あるいは土壌表面を流去して、無効降水となるからである。そこで、本報文では以上のことを考慮して、浸透水を差引いた降水量(本報文の試験1, 2, 3は、いづれもコンクリートのわく試験であるため、降水の土壌

表面流去を考慮する必要はない)を求めると、つぎのようになる。

降水の土層浸透については、筆者らが温州ミカンを植え付けて行なつた肥料溶脱試験(ライシメーター試験)^(2,14)における降水の浸透、ならびに灌水による水の浸透の観察から、愛媛県松山台地のミカン園土壌における土層 60 cm を浸透する降水量をつぎのようにきめた。すなわち、土壌(深さ 30 ないし 40 cm まで)が著しく乾燥しているときは 40~45 mm, 普通の土壌水分のときは 25~30 mm, やや水分が多いときは 17.5~20 mm, 過湿のときは 10~12.5 mm とし、これ以上の降水量は、土層 60 cm 以下に浸透するものとした。以上のようにして求めた浸透水差引きの降水量の8月, 9月, 10月の例は第2図に、8年間をまとめたものは第3図に

第2図 愛媛県松山台地ミカン園土壌における浸透水差引き降水量の8月, 9月, 10月の例

第3図 1959年~1966年の8年間の夏季および秋季における浸透水差引き降水量

示すとおりである。

第3図をみると、第1表で降水量の多かった場合に、必ずしも浸透水差引きの降水量が多くなるとはかぎらなかった。すなわち、1965年の7月後半、1959年の8月、1965年の9月、1961年の10月の降水がこれに相当した。浸透水差引き降水量の8年間の平均は、7月後半が約24mm、8月が69mm、9月が86mm、10月が77mmで、第1表に比べて、9月の場合に著しく少なくなった。しかし、いずれの月においても、年による差は著しかった。

3. 可溶性固形物、酸、甘味比と降水量との相関関係

以上の温州ミカン果実の可溶性固形物、酸、甘味比と第1表の各月の降水量、ならびに7月後半—8月、8—9月、9—10月の合計降水量との関係について、相関係数を求めた結果を示すと、第2表のとおりである。

可溶性固形物との相関についてみると、有意な（自由度 $n-2=6$ の5%有意水準の相関係数は0.707）相関係数は見出せなかった。また、酸との相関についても、わずかに試験3の10'月（1966年を除外）の降水量だけに負の有意性が認められるだけで、他は可溶性固形物と同様にまったく有意な関係がなかった。甘味比は、試験2に、9月、8—9月および9—10月の降水量との間に有意な負の相関、10月の降水量との間に有意な正の相関があつた。しかし、試験1および3には、甘味比と降水量との有意な相関はまったく認められなかった。

つぎに、可溶性固形物および酸と浸透水を差引いた降水量との間の相関を求めると、第4図および第5図のとおりである。

まず、可溶性固形物について（第4図）、試験1、2、

第4図 1959年—1966年の8年間の温州ミカン果実の可溶性固形物と夏季および秋季における浸透水差引き降水量との相関

注 10'月は1966年を除外したとき

第2表 1959年—1966年の8年間の温州ミカン果実の可溶性固形物、酸、甘味比と夏季および秋季における降水量との相関

果実試料	降水の月および月間							
	7月 16—31日	8月	9月	10月	10'月	7月16日 —8月	8—9月	9—10月
可溶性固形物との相関係数								
試験 1	0.475	-0.232	0.002	-0.073	-0.356	-0.551	-0.451	-0.053
試験 2	0.553	-0.505	-0.167	-0.068	-0.486	-0.281	-0.502	-0.213
試験 3	0.609	-0.415	-0.033	-0.411	-0.119	-0.108	-0.290	-0.205
酸との相関係数								
試験 1	0.413	-0.575	0.436	-0.506	-0.553	-0.457	0.080	0.312
試験 2	0.161	-0.197	0.450	-0.536	-0.243	0.075	0.336	0.313
試験 3	0.490	-0.410	0.501	-0.663	-0.728*	-0.173	0.254	0.322
甘味比との相関係数								
試験 1	-0.041	0.164	-0.564	0.492	0.450	0.158	-0.473	-0.471
試験 2	-0.136	-0.077	-0.887**	0.759*	0.484	0.007	-0.857**	-0.745*
試験 3	-0.015	0.141	-0.402	0.496	0.194	0.149	-0.596	-0.590

* 5%レベルで有意性あり

** 1%レベルで有意性あり

注 10'月は1966年を除外したとき

第5図 1959年—1966年の8年間の温州ミカン果実の酸と夏季および秋季における浸透水差引き降水量との相関
注 10'月は1966年を除外したとき

3に共通して有意な相関があつたのは、10'月（1966年を除外）と9—10月の降水量であつた。すなわち、10月または9—10月の浸透水差引き降水量が多いときには、可溶性固形物が少なくなつた。第1表および第3図に示したように、1966年10月の降水量は、1959年—1966年の8年間の10月のなかでは最も少なかつた。1966年の10月の降水量と可溶性固形物を除外したときには、以上のような有意な負の相関が認められたが、第2表の降水量そのままのときには（第2表の10月）、有意な相関は見出せなかつた。

ついで、試験1および3の可溶性固形物と8—9月の合計降水量との間にも高い負の相関があり、さらに試験1の可溶性固形物は、8月および7月後半—8月の降水量との間に有意な負の相関を示した。

酸については（第5図）、可溶性固形物と同様に、10'月の浸透水差引き降水量とに、試験1、2、3に共通して有意な負の相関があつた。さらに、試験1および3の酸は、10月の浸透水差引き降水量との間にも高い相関を示した。なお、甘味比は（図省略）、第2表と同様に試験2だけに9月および10月の浸透水差引き降水量との間に有意な相関があつたが、8—9月および9—10月と

の間では有意性が消失した。

IV. 論 議

温州ミカン果実の品質は、秋季の降水の多少に強く影響されることはよく経験することであるが、降水量の影響を詳細に解析して発表した成績はほとんどない。ただわずかに高橋⁽²⁰⁾が、10年間の6月から11月までの6か月間の湿度および雨量と温州ミカン果実との関係をしらべ、雨量よりもむしろ湿度のほうが品質に関係していた年があつたことを指摘しているにすぎない。

本報文の温州ミカン果実の可溶性固形物および酸は、系統、樹令、土壌および肥料などの違いに関係なく、三つの異なつた試験で年ごとの変化の様相がよく一致した。したがつて、これは、気象的な要因の影響が介在しているためではないかということ容易に想像させた。すなわち、さきに本誌に発表したように⁽¹⁷⁾、気温の影響については、6月の有効積算温度の高低が酸含量に密接に関係し、ついで9月後半—10月の気温の影響（統計的に有意な相関関係ではなかつたが）も無視できないことを明らかにした。しかしながら、果実の品質には複雑な要因が関与し、気象要因の影響としては、気温ばかりでなく、降水量との関係の解析も必要であることを指摘しておいた。

本報文の降水の影響については、土壌浸透水を差引いた降水量と可溶性固形物、酸との関係が密接で、このような解析のときに、降水量そのものの値を用いることは、必ずしも適当でない場合があることを示した。降水量から土壌浸透水を差引くことは、かりに土面蒸発を無視すれば、一応雨水の土壌中残留とみることができが、これが、厳密に土壌水分として温州ミカンに利用されるかは種々問題が残されるであろう。しかし、降水量から土面蒸発量を差引いた有効降水量⁽¹²⁾、あるいは降水量から浸透水量および土面蒸発量を差引いた水分収支⁽¹²⁾は、かなり厳密に土壌水分としてとりあつかねばならぬので、これらと果実との関係を解析することは、きわめて困難になる。したがつて、ここでは、降水量と果実の可溶性固形物、酸との関係を解析しやすくするため、降水について比較的判別しやすい土壌浸透水だけを差引くことにしたわけである。なお、7月は、例年上旬はまだ梅雨期間中で雨量が多く、梅雨が終わるのは15日ごろである。したがつて、温州ミカン果実の品質には、7月後半の降水が影響するものとして、16日以降の降水量をとりあつた。

降水の影響を以上のような土壌浸透水差引きの降水量からみると、本報文の温州ミカン果実の可溶性固形物の高低には、10月または9—10月の降水量の多少が負の

関係で影響し、さらに8—9月の降水量が同様に影響する場合もあった。なお、8月および7月後半—8月の降水量の影響が強いときもあったが、これは三つの試験に共通したものではないので、10月や9—10月の降水量のように密接な関係ではないとおもわれた。酸の高低は、10月の降水量の多少に負の関係で影響され、10月以外の月の降水量、あるいは8—9月または9—10月の合計降水量の多少にほとんど関係がなかった。甘味比は、降水量の直接の影響よりも、むしろ可溶性固形物および酸の変化によつて間接的に影響されるとみなされるが、三つの試験に共通した降水量との有意な相関は認められなかった。

前述したように、1966年10月の降水量は、8年間のなかでは最も少なく、逆に9月の降水量は最も多かった。この年の可溶性固形物は前年に比べて著しく少なく、酸にも同様な傾向があった。可溶性固形物の減少と10月の降水量の少なかつたことは、上述の可溶性固形物と10月の降水量との関係に一致しない。それで、1966年の可溶性固形物の著しい減少は、むしろ9月の多雨に影響されたとみることができた。そして、第4図の可溶性固形物と浸透水差引き降水量との相関で、1966年を除外したときは有意な相関が認められ（第4図の10'月）、除外しなかつたときは認められなかつたが（第4図の10月）、これは1966年の10月の降水量の少なかつたことがきわめて大きく関与していることを示した。なお、7月後半、8月および9月の降水量と可溶性固形物、酸との間には、以上の10月の降水量と可溶性固形物との関係（すなわち、8年間のうち、ある1年だけの結果を除くと、有意な相関があらわれる）のようなことはま

つたく見出されなかつた。

降水の果実に対する影響は、雨水が土壌水分となり、土壌の乾湿の度合となつて影響する場合と、雨水が樹体（枝葉や果実）に直接吸収されて影響する場合があるが、通常は前者のほうの影響が強いと考えられる。それで、本調査の結果を吟味するため、各地で行なわれた温州ミカンについての灌水試験の成績から、可溶性固形物、酸に及ぼす月別または月間別の土壌乾燥の影響をまとめてみると、第3表である。

本表によれば、幼木および成木いずれの場合も、9月または10月、あるいは9—10月に土壌が乾燥したときに可溶性固形物および酸含量が最も高くなり、これはいずれの成績においても一致した。さらにこの傾向は、8月よりも10月、ならびに7—8月よりも10—11月のほうの土壌乾燥のときにも認められた。本調査の結果も以上の成績によく一致し、降水量の影響が、土壌水分の多少あるいは土壌の乾湿の影響としてあらわれることを示唆した。なお、鈴木らは⁽¹⁸⁾、酸含量には、9—10月と7—8月のいずれの土壌乾燥によつてもあまり差がないが、可溶性固形物あるいは全糖の含量は9—10月の土壌乾燥のときにきわめて高くなる場合があることを発表している。本報文においても、酸には10月単独の降水量が最も強く影響しているのに対し、可溶性固形物には10月単独の降水量以外に、9—10月あるいは8—9月の合計降水量が影響している。それで、降水も、以上の鈴木らの成績のように、酸よりもむしろ可溶性固形物のほうに影響する度合が強い場合があることを示した。

わが国の温州ミカンについて、統一的な方法を用いて、各地における果実の成熟過程や品質の差を気象要因

第3表 温州ミカン果実の可溶性固形物、酸に及ぼす7—11月の土壌の乾燥の影響についての各地の試験結果

試験樹の老若	可溶性固形物または酸	土壌乾燥の月または月間						研究者
		7—8月	8月	8—9月	9月	9—10月	10月	
幼木	可溶性固形物	○ ○ ○		◎		◎ ◎ ◎		富田栄一ら ⁽²²⁾ 栗山隆明 ⁽⁹⁾ 鈴木鉄男ら ⁽¹⁹⁾ 坂井堅ら ⁽¹³⁾
	酸	○ ○ ○	○		◎	◎ ◎ ◎	◎	富田栄一ら 栗山隆明 鈴木鉄男ら 坂井 堅ら
成木	可溶性固形物	○ ○				◎ ◎	◎	円木忠志ら ⁽¹⁰⁾ 宮武貞男 ⁽¹¹⁾
	酸	○ ○				◎ ◎	○	円木忠志ら 宮武貞男

注 表中の“円”印は数が多いほど、可溶性固形物または酸含量が高いことを示す。たとえば処理期間が2つのときは◎、3つのときは◎。ただし、研究者相互間の比較はできない。

と関係づけて解析したものは、現在のところみられない。外国における調査、たとえば、アメリカ各地におけるバレンシヤオレンジの品質と気象との関係を調査した報文⁽¹⁾によると、果汁の可溶性固形物含量が早くから高まることや、酸分解の遅速などの各地の相違は、降水量および灌水量の多少にも影響されるが、気温の高低のほうにより関係があるように指摘されている。他方、同一の地域における灌水と無灌水の影響を5年間にわたって比較した報文によると⁽²⁾ (*Dancy Tangerine* について、灌水はその年の降水量によつて適宜加減する)、収量などを除外視すれば、無灌水のときに果汁の可溶性固形物および酸が多くなっている。この結果は、やはり果実の品質に及ぼす土壌水分の影響が著しいことを示し、本報文の降水量の影響とまったく傾向を同じくしている。

土壌の乾湿あるいは降水量の多少が、果汁成分の含量または濃淡に及ぼす機作については、あまり明らかにされていない。しかし、まず考えられることは、土壌水分あるいは降水量の多少が果実肥大の強弱に関係し、さらにこれが果肉中の水分含量に連けいして、可溶性固形物や酸含量に影響することである。このような点から、本報文の試験1および2の8年間の果実の大きさ(1果平均重)をみると、第4表である。試験1、2ともに、果

第4表 1959年—1966年の8年間の温州ミカン果実の大きさ

果実試料	果実の大きさ (1果平均重, g)							
	1959年	1960年	1961年	1962年	1963年	1964年	1965年	1966年
試験1	135	120	118	112	122	113	110	112
試験2	140	118	127	120	133	123	108	115

実がとくに大きかった 1959 年を除けば、試験1は 110 g—122g、試験2は 108g—133g の範囲で1果平均重が変化した。この果実の大きさの変化と、とくに可溶性固形物や酸含量に強く影響を及ぼしたと認められる 9—10 月の合計降水量の変化(第3図)とを対比すると、1962 年と 1963 年のように、9—10 月の降水量が著しく違うときには、1果平均重に 10g 以上の差がある場合もあるが、8年間を通じてみると、かならずしも降水量の多少が果実の大きさに顕著に反映しているとはみられなかった。したがって、果汁の可溶性固形物および酸含量の高低は、果実肥大の強弱あるいは果肉中の水分含量の多少によつて、著しく左右されたとは認めにくかった。たとえば、1965 年と 1966 年とでは、可溶性固形物がかなり違うが、これは 2g ないし 7g 程度の1果平均重の相違に影響されたものとは考えられない。このような傾向は、さきにあげた灌水試験の成績^(5,18)にも認められる。

それで、果実の品質に及ぼす降水量あるいは土壌水分の影響の機作については、以上のほかに種々の角度から解明される必要がある。

試験3は、温州ミカンについての母材別6種類の土壌の比較試験であり、試験の結果はすでに本誌に発表したとおりで^(15,16)、果汁の可溶性固形物および酸にも土壌間に著しい差があつた。たとえば、1962 年(試験6年め)から 1965 年までの4年間の可溶性固形物、酸の土壌間の最高最低の差、ならびに年度間の差を6種類の土壌の平均でみたのが、第5表である。本表によれば、年によ

第5表 試験3(母材別土壌の比較試験)の温州ミカン果実の可溶性固形物、酸の土壌間の最高最低の差と年度間の差との比較

含量の区別	1962 年	1963 年	1964 年	1965 年
可溶性固形物 (g/100 ml)				
最 高	15.92	12.36	15.68	15.83
最 低	12.61	10.74	11.90	13.20
差	3.31	1.62	3.78	2.63
年度間差*	2.97	2.19	1.06	
酸 (クエン酸換算, g/100 ml)				
最 高	1.48	1.23	1.54	1.63
最 低	1.27	1.07	1.23	1.30
差	0.21	0.16	0.31	0.33
年度間差*	0.21	0.09	0.24	

* 6 種類の土壌の平均の年度間差

つては、可溶性固形物および酸いずれも、土壌間の最高最低の差よりも、年度間の差のほうが大きいことがある。これは、可溶性固形物や酸に及ぼす土壌の種類の影響よりも、年によつては気象要因(本報文では降水量)の影響のほうが強いことを示唆するものであろう。

また、施肥、たとえば窒素の施用量と秋季における降水量の多少が、可溶性固形物、酸含量に影響したとみられる差を比較したものを示すと、第6表である。窒素の施用量の影響は、1年めの可溶性固形物および酸にはまったくあらわれていない。2年めには、窒素の施用量が多くなると、可溶性固形物および酸含量が高くなり、甘味比は逆に小さくなり、有意な差が認められる場合もある。年度間の比較では、可溶性固形物、酸、甘味比いずれも、1年めのほうが著しく高い。この年度間の差は、明らかに 1965 年と 1966 年の 9—10 月の降水量(浸透水差引き)の多少に影響されたものである。以上の2年めの窒素の施用量が可溶性固形物、酸、甘味比に及ぼした差と年度間の差とを比較すると、窒素 High の酸および

第6表 温州ミカン果実の可溶性固形物、酸、甘味比に及ぼすチッ施用量の影響と年度間の差との比較*

チッ施用量 (kg/75 本/10a/年)	試 験 年 次		
	1 年 (1965年)	2 年 (1966年)	差
可溶性固形物 (g/100ml.)			
None (0)	14.42	10.35	4.07
Low (15)	14.68	10.40	4.28
Medium (30)	14.62	10.61	4.01
High (60)	14.84	11.03	3.81
L. S. D. (5%)	n. s.	0.51	—
酸(クエン酸換算, g/100 ml)			
None (0)	1.24	0.98	0.26
Low (15)	1.25	1.02	0.23
Medium (30)	1.28	1.12	0.16
High (60)	1.29	1.25	0.04
L. S. D. (5%)	n. s.	0.07	—
甘 味 比			
None (0)	11.6	10.6	1.0
Low (15)	11.7	10.2	1.5
Medium (30)	11.4	9.5	1.9
High (60)	11.5	8.8	2.7
L. S. D. (5%)	0.3	0.5	—

* 樹令 16 年生 (1965 年) の温州ミカン南柑 20 号、洪積層土壌の平坦圃、肥料は硫酸・過石・硫酸カリ、3 月 50%, 6 月 25%, 11 月 25% に分施

甘味比を除けば、後者の差のほうが著しく大きい。この傾向は、とくに可溶性固形物について顕著である。以上のことから判断すると、温州ミカン果実の品質に及ぼす影響は、施肥量と肥料の種類のかんりの違いよりも、降水量の多少のほうがはるかに強い場合があることを指摘できる。

果実の品質には複雑多様な要因が影響するが、先報⁽¹⁷⁾の気温と本報の降水量についても、それぞれが独立した因子として作用するのではなく、相互に連けいしあつて、可溶性固形物や酸に影響すると考えなければならない。それで、8 年間の気温と降水量との関係を、有効積算温度と降水量そのままの場合、ならびに土壤浸透水差引き降水量の場合との相関係数でみると、第 7 表である。本表をみると 8 月、9 月、10 月および 1966 年を除いた 10 月 (表中の 10' 月) の各月の降水量の場合、ならびに 8—9 月、9—10 月の合計降水量の場合、いずれも有効積算温度との相関に低い。ただ傾向としてみると、気温と降水量との関係は、浸透水差引き降水量の場合よりも、降水量そのままの場合のほうがより密接のようである (ただし 9 月を除く)。

第7表 1959年—1966年の8年間の夏季および秋季における有効積算温度と降水量との相関*

降水の区分	8 月	9 月	10 月	10' 月	8—9 月	9—10 月
降 水 量	-0.599	0.022	0.582	0.651	-0.638	-0.494
浸透水差引き降水量**	-0.561	-0.423	0.265	0.313	-0.309	0.016

* 表中の値は相関係数を示す

** 土層の深さ 60 cm 以下浸透するときの降水量を差引く

注 10' 月は 1966 年を除いたとき

以上のように、先報⁽¹⁷⁾および本報における 8 年間の温州ミカン果実に影響を及ぼしたと認めることができる気温と降水量との間には、深い関係がなかつた。したがつて、気温と降水量とは独立した要因とみなすことができるかもしれないが、さらに統計的な方法、すなわち、偏相関関係の方法を用いて、可溶性固形物、酸と気温、降水量との関係を精査すると、つぎのとおりである。

すなわち、三つの試験を通じて、あるいは二つの試験を通じて、有意な偏相関 (自由度 $n-2=5$ の 5% 有意水準の偏相関係数は 0.754) が認められたものだけをあげると、酸と 9—10 月の有効積算温度との負の相関、甘味比と 9—10 月の有効積算温度との正の相関、可溶性固形物と 1966 年を除いた 10 月、8—9 月および 9—10 月の浸透水差引き降水量との負の相関、酸と 1966 年を除いた 10 月および 9—10 月の浸透水差引き降水量との負の相関であつた。以上のうち、単 (または単純) 相関において有意性が認められなかつたのは、9—10 月の有効積算温度と酸および甘味比との間、9—10 月の浸透水差引き降水量と酸との間であつた。それで、偏相関から導き出されたこれらの関係が、実際には信頼性の高いものとすれば、本報文においてとりあつた 8 年間の温州ミカン果実の可溶性固形物、酸に及ぼした気温と降水量の影響については、つぎのようにまとめられる。

気温は、6 月ならびに 9—10 月の気温の高低がとくに酸含量に負の関係で影響し、これは他の実験結果^(4,6,7,8)と一致していた。降水量は、9—10 月あるいは 10 月の降水量の多少がとくに可溶性固形物の含量に負の関係で影響し、さらに酸にも同様な関係でかなり影響している。そして、降水量の影響は、以上のように可溶性固形物および酸いづれにも反映していることから、気温に比べて、降水量の影響の度合いが強いこと、あるいは影響があらわれやすいことが推察された。しかし、気温と降水量とが相互に組みあわされた影響については、今後の解析が必要であつた。

V. 摘 要

1. 10 年生の温州ミカンについての肥料の種類比較

の二つの試験、6年生の温州ミカンについての母材別土壌の比較試験からえられた8年間の果実の可溶性固形物および酸と、夏季および秋季における降水量との関係を解析し、つぎの結果をえた。

2. 8年間の年ごとの可溶性固形物の変化は、三つの試験の間でまったく同じ様相を示した。また、酸および甘味比の変化も同様で、酸には前年対比でみたとき隔年ごとに増減する傾向があつた。8年間の7月後半(16—21日)、8月、9月および10月の降水量は、平均では9月が最も多く、8月と10月はほぼ同じであつた。しかし年による差が著しいのは、各月とも同じであつた。

3. 可溶性固形物、酸と7月後半から10月までの各月の降水量との間には、まったく有意な相関がなかつた。しかし、土壌浸透水を差引いた10月および9—10月の降水量と可溶性固形物との間には負の有意な相関があり、さらに8—9月の浸透水差引き降水量との間にも同じ傾向があつた。また酸と10月の浸透水差引き降水量との間には負の相関が高かつた。

4. 以上の関係は、各地で行なわれた灌水試験の結果とよく一致し、降水の多少は土壌の乾湿の度合となつて影響することを示した。先報の気温の影響(とくに酸に影響する)に比べてとき、降水量の影響は可溶性固形物、酸いずれにも反映し、むしろ影響の度合いが強いあるいは影響があらわれやすいようにおもわれた。

5. 降水量の多少は、土壌の種類や施肥(たとえば窒素施用量)などの相違よりも、果実の品質に強く影響する場合があることを指摘することができた。

6. 8年間の各月の気温(有効積算温度)と降水量との間には有意な相関がなかつた。可溶性固形物、酸と有効積算温度および降水量との偏相関から、とくに酸、甘味比と9—10月の有効積算温度との関係が密接(酸は負甘味比は正)であることが導き出された。しかし、気温と降水量とが相互に組みあわされた影響については、今後の解析が必要であつた。

謝辞. 本報文における降水量のとりあつかいについて有益な助言をいただいた名古屋大学農学部教授鳥潟博高博士に厚く感謝の意を表する。

引用文献

1. COOPER, W. C., A. PEYNADO, J. R. FURR, R. H. HILGEMAN, G. A. CAHOON and S. B. BOSWELL. 1963. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82: 180-192.
2. 船引真吾・永木幸子・坂辰馬・薬師寺清司・奥地 進. 1964. 土肥誌. 35: 125-130.
3. JONES, W. W. 1961. Environmental and cultural factors influencing the chemical and physical characters. Ch. 2 in The Orange. W. B. SINCLAIR, Ed., Univ. of Calif. Press.
4. 小林章ほか. 1967. 昭和 42 年度園芸学会春季大会研究発表要旨. 138-139.
5. KOO, R. C. J. and A. A. McCORNACK. 1965. Proc. Florida State Hort. Soc. 78: 10-15.
6. 栗原昭夫. 1967. 昭和 42 年度園芸学会春季大会研究発表要旨. 140-141.
7. ————. 1967. 昭和 42 年度園芸学会秋季大会研究発表要旨. 56-57.
8. ————. 1968. 昭和 43 年度園芸学会春季大会研究発表要旨. 78-79.
9. 栗山隆明・白石真一. 1967. 昭和 42 年度園芸学会春季大会研究発表要旨. 132-133.
10. 円木忠志・船上和喜. 1966. 昭和 41 年度愛媛県試年報. 194-196.
11. 宮武貞男. 1968. 昭和 42 年度カンキツ試験研究打合せ会議. 第2分科会資料. 239-240. 農林省園芸試験場編集.
12. 農林省振興局研究部監修. 1963. 農業気象ハンドブック. 44-62, 154. 養賢堂(東京).
13. 坂井 堅・秋元稔万. 1968. 昭和 41 年度広島農試年報. 319-321.
14. 坂辰馬. 1963. 愛媛果試研報. 3: 1-115.
15. ———・奥地 進. 1967. 園学雑. 36(1): 45-54.
16. ———・———. 1967. 園学雑. 36(2): 151-160.
17. ———・———. 1968. 園学雑. 37(2): 115-121.
18. 鈴木鉄男・金子 衛・田中 実. 1967. 園学雑. 36(4): 389-398.
19. ———・———. 1968. 昭和 43 年度園芸学会春季大会研究発表要旨. 92-93.
20. 高橋郁郎. 1958. 柑橘. 164-168. 養賢堂(東京).
21. 高田邦輔. 1931. 園芸の研究. 26: 29-45.
22. 富田栄一・東 史郎. 1965. 昭和 40 年度和歌山園芸果試年報. 39-49.