

温州ミカン果実の酸の消長(集積,稀しゃく,減少)に及ぼす夏 冬季の土壌乾湿の影響

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
巻/号	392
掲載ページ	p. 107-114
発行年月	1970年6月

温州ミカン果実の酸の消長(集積, 稀しゃく, 減少) に及ぼす夏秋季の土壤乾湿の影響

坂本辰馬・奥地 進

(愛媛県果樹試験場)

Effects of drought and moist soil condition in summer and
autumn on the acid change of Satsuma orange fruits

Tatsuma SAKAMOTO and Susumu OKUCHI

Ehime Fruit Tree Experiment Station, Matsuyama, Ehime

Summary

1. In order to clarify the effects of drought and moist soil condition on the acid change of Satsuma orange fruits from mid-summer (after 3 months from blooming) until the harvest, pot experiment carried out with 4- and 5-years-old early Satsuma orange trees.

2. In experiment used much bearing trees, growth of fruits was greatly inhibited under drought soil condition during 20 or 30 days in August and September, and water content in flesh (flavedo) remarkably decreased. Soil drought resulted in higher acid concentration (g as free citric acid per 100 ml. of juice), but in lower acid content in flesh (g as free citric acid per fruit) as compared to no drought. When irrigated water was sufficiently supplied during 5 days followed from the end of each drought periods, water content in flesh increased rapidly, and simultaneously acid concentration decreased remarkably, in while acid content of flesh increased. Above changes of acid due to soil drought and irrigation, were more conspicuous in the case of drought treatment from early August to early September than in that in middle or late September.

3. Acid concentration in middle August was already in decreasing process, and peak concentration appears to be at late July or early August, depending on the year. Decrease of acid concentration during the period from middle August to middle or late September which enlargement of fruits is most great, was rapid, and gradual after late September. On the other hand, peak content of acid in flesh was found during the period middle to

late September. Therefore, change of acid was apparently differentiated into two process as follows; accumulation before middle or late September and decrease (or disappearance) after this time. Disappearance of acid after this time was actual decrease in total amount caused by a change in nutritional metabolism of fruits. Great difference depending on the time of drought treatment on the decrease of acid concentration and increase of acid content which were occurred by the irrigation followed from the end of drought period, appeared to be associated with accumulation and decrease in process of acid change.

4. In experiment of soil moisture variation during 2 months of September and October used less bearing trees, fruits grew larger in moist condition than in drought condition, and had lower acid concentration. Compared of acid change in fruits between moist and drought condition during about one month before the harvest, November 5, actual decrease was greater under drought condition. Fruits grown under drought condition had the qualities such as thin peel, deep coloring and high soluble solids concentration.

5. In conclusion, acid concentration of Satsuma orange fruits was affected greatly by the variation of soil moisture in late summer and autumn, especially after middle or late September. Poor fruit quality, watery taste, occurring frequently under rainy condition or excessive irrigation in late summer and autumn, appeared to be closely related with dilution caused by the increase of flesh water.

I. 緒 言

温州ミカン果実の品質が気象要因の影響をうけて、その年々にかなり違うことは周知の事実であるが、これに関して、著者らは、とくに秋季(9月, 10月)の降水

1970年3月6日受理

量の多少が果汁の可溶性固形物および酸の濃度の高低に密接に関係していることを報告した^(11,12)。また、灌水による土壤の乾湿についても、9~10月の期間の乾湿が果汁の品質に同じような影響をもたらすことが報告されている⁽¹⁴⁾。しかし、降水量の多少や灌水がミカン果汁

の可溶性固形物、酸の濃度の高低や含量の増減に及ぼす影響について、その機作を解析したものはあまりみあたらない。ただ一般には、水の供給が多いときは（土壌が湿潤なとき）、果肉中の水分が増加して可溶性固形物、酸の濃度が減少し、反対に水の供給が少ないときは（土壌が乾燥するとき）逆の傾向になるということが推論される。

本報文は、夏秋季の土壌の乾湿がミカンの品質に及ぼす影響に関して、とくに果汁の酸が果実の肥大成熟の過程、ならびに果肉中の水分の増減によつて、どのような集積、稀しやく、減少の変化をうけるかを、幼木のポット試験から解析したものである。

II. 材料および方法

愛媛果試の平坦な圃場において、径90 cm、高さ55 cmのコンクリート製のポットに花崗岩風化の砂土（2 mm以上の礫が35~40%、このうち2~4 mmのものが20~25%、細土中の粘土は10%未満、細土の容水量⁽²⁾は24.4%）をつめ、2年生の早生温州ミカン（宮川系）を移植し、2年間栽培して4年生にした。

8~9月の土壌乾湿実験（1968年）以上の4年生のミカン樹について、1968年の8月1日から9月30日の期間に、土壌を乾燥させるときにはポットに透明ビニル布を被覆して雨水を遮断し（晴天のときはビニル布をはずす）、湿潤にするときには灌水し、第1表に示すような土壌乾湿処理をおこなつた。2か月間にわたつて湿潤にするもの（M、容水量の70~80%の土壌水分）と乾燥するもの（D）、さらにD₁~D₅のようにある期間かなり激しく乾燥させたのち、5日間充分に灌水する7処理区である。乾燥処理期間中の土壌水分は、D区は容水量の40~50%、D₁~D₅区は30~40%になるように適宜な灌水で調節した。なお、以上の土壌水分の調節および

維持にあつては、葉のしおれや果実肥大の状態などを観察して乾燥の程度を判断しながら、適宜に灌水の時期および量を調節する方法も併用した^(注)。

D₁~D₅の各区の乾燥処理期間以外、ならびに10月以降収穫（11月5日）までの期間の各区の土壌水分は、容水量の55~60%になるようにした。8~9月の間で降水量がとくに多かつたときには、乾燥処理区の樹はビニル布で被覆し、雨水が直接樹体に吸収されるのを防いだ。また、10月以降でも多雨のときには、ポット表面にビニル布を被つて雨水を遮断した。供試樹は、枝梢や葉数に応じてほぼ齊一に着果（7月中旬の摘果で調節、1樹あたり35~40の着果数で、1果あたりの葉数は約25枚）しているものをえらび、D₁~D₅区は6~8本、とくに果実試料の採取が多いM区とD区は、収穫までに樹上の果実が極端に少なくならないようにするため、10~12本とした。果実試料は、D₁~D₅の各区においては、それぞれの区の乾燥期間の終り、ならびに5日間の灌水後に1樹から4個の果実を採り、個々の果実について調査分析した。

9~10月の土壌乾湿実験（1969年）前年実験に使用して5年生になつた供試樹について、7月下旬に摘果し（葉数約45枚に1果の割合で着果させ、1樹に25~30個着果しているものをえらぶ）、8月末まで同一の管理で栽培した。9月からの土壌の乾湿処理は、9~10月の2か月湿潤にする区（容水量の約80%の土壌水分、区略称M₉₋₁₀）、2か月間乾燥する区（容水量の約40%の土壌水分、D₉₋₁₀）、9月は乾燥し10月に湿潤にする区（D_{9-M10}）、9月は湿潤にし10月に乾燥する区（M_{9-D10}）の4処理である。以上の乾湿処理のための灌水の時期および量の調節は、葉のしおれや果実肥大などの状態を観察して適宜におこなつたことは、前年と同様である。また、その他の処置（雨水よけなど）も前年と同じような方法を講じた。果実試料は、9月4日および10月1日に1樹から4個の果実をとり（供試本数は各区7本）、個々の果実について

Table 1. Treatments of soil moisture during the period of August and September in 1968.

Treatment plot	Period of drought condition	Period of excessive irrigation	Remarks
M	—	—	maintained in the moist soil condition during 2 months of Aug. and Sept.
D	Aug. -Sept.	--	maintained in the drought soil condition during 2 months of Aug. and Sept.
D ₁ D ₂ D ₃ D ₄ D ₅	Aug. 1—20 Aug. 11—31 Aug. 21—Sept. 10 Aug. 26—Sept. 20 Sept. 1—30	Aug. 21—25 Sept. 1—5 Sept. 11—15 Sept. 21—25 Oct. 1—5	maintained in the moderately moist soil condition during the other periods

(注) 土壌の乾湿処理は、処理区間の果実の生長肥大に相対的に区別できる差をつけるのが目的であるため、土壌の水分および樹体内（葉など）の水分変化のデータの表示、ならびに果実の生長肥大と土壌水分または樹体内水分との関係⁽¹²⁾などの考察は省略することにした。

調査分析し、収穫は11月5日におこなった。

果汁の遊離酸・可溶性固形物の分析、果肉の水分含量測定 果汁は果肉搾汁液をガラスワールで吸引濾過して調製し、0.1規定のカセイソーダ溶液の中和滴定によって酸（遊離酸、クエン酸に換算して果汁100ml中のgで表示）、糖度計によつて可溶性固形物（Brix、蔗糖の重量%で表示）を分析した。果肉の新鮮重は剥皮して可能なかぎりアルベドを除いて測定し、さらにこれを70°C前後で恒量になるまで減圧下で脱水乾燥し、減量を果肉中の水分とした。果肉中の酸（遊離）量は、果汁100mlあたりの酸量を以上のようにして測定した果肉中の水分量に換算して求めた。

III. 実験結果

1. 8～9月の土壤乾湿実験

(1) 果肉の肥大生長の変化

8月20日から9月30日までのM区およびD区の約10日ごとの新鮮果肉重の増加、ならびにD₁～D₅の各区の乾燥処理の終りと5日間灌水したのちの果肉重の変化は、第1図に示すとおりである。

M区の果肉重の増加は、8月末から9月20日の間で著しく、D区では9月10日から20日の間で著しくなっている。M区とD区の果肉重は、すでに8月20日にあきらかな差があり、この差は9月10日にはさらに大きくなる。D₁～D₅の各区の乾燥終りの果肉重は、いず

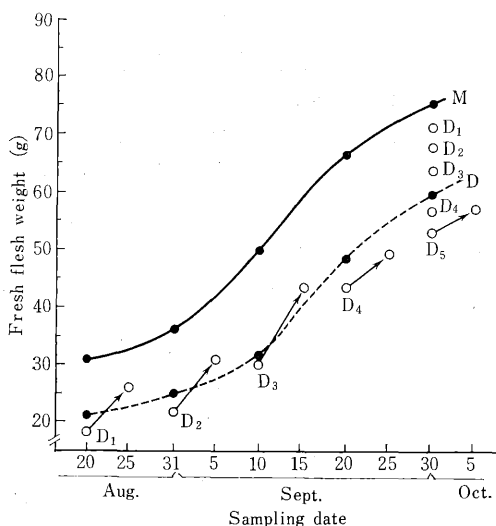


Fig. 1. Effects of soil drought during the period of August and September on the increase of flesh weight in Satsuma orange fruits (1968). Arrow lines show the changes of flesh weight as influenced by 5 days' irrigation followed from the end of drought treatment.

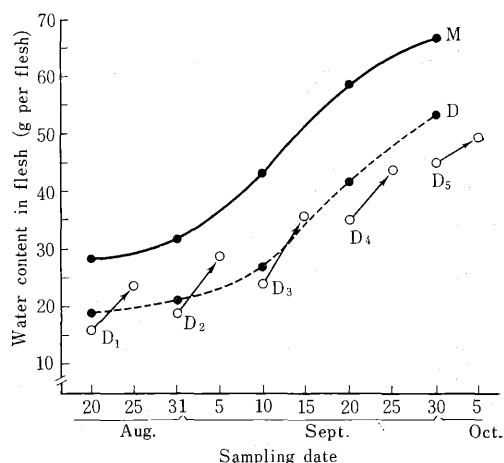


Fig. 2. Effects of soil drought during the period of August and September on the increase of flesh-water in Satsuma orange fruits (1968). Arrow lines show the changes of flesh-water content as influenced by 5 days' irrigation followed from the end of drought treatment.

れもD区の果肉重よりも小さい。これらの区の果肉重は、5日間の灌水によつて増加するが、D₁～D₃の3区の果肉重はD区よりも大きくなるのに対し、D₄区およびD₅区では大きくならない。

以上の果肉重の増加ならびに変化について、果肉中の水分がどのような関係にあるかをみるため、果肉中の水分含量の変化を示すと、第2図である。M区とD区の水分含量の増加は、果肉重の増加にほぼ比例し、またD₁～D₅のそれぞれの区の乾燥処理後の5日間の灌水による水分含量の変化も、果肉重の変化とほぼ同じである。他方、果肉中の乾物も、果肉重の増加にともない、ある時期までは比例的に増加する傾向にあるが（データ省略）、果肉重に対して乾物のしめる割合は、水分に比べるとかなり少ない。すなわち、8月20日から9月末までの期間で、果肉重に対して水分のしめる割合は、M区では86～90%、D区では84～88%である。したがって、果肉重に対する水分の関係については、果肉中における乾物増加の意味を度外視して考えれば、果肉重の変化は、水分含量の増減に大きく左右されていることになる。この点からみると、D₁～D₅の各区の5日間の灌水による果肉重の増加は、水分の吸収のためであるとみる事ができる。

(2) 果汁中の遊離酸の変化

8月20日から9月末までの5～6日ごとのM区とD区の果汁の遊離酸の濃度、ならびにD₁～D₅の各区の乾燥処理の終りと5日間灌水後の遊離酸の変化を示すと、第

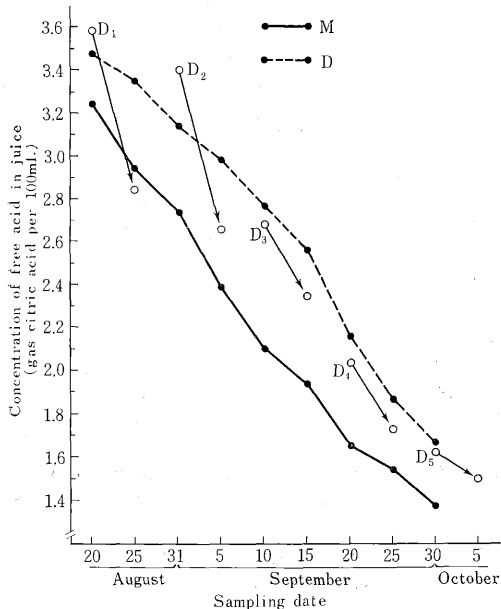


Fig. 3. Effects of soil drought during the period of August and September on the concentration of free acid in Satsuma orange fruits (1968). Arrow lines show the changes of concentration as influenced by 5 days' irrigation followed from the end of drought treatment.

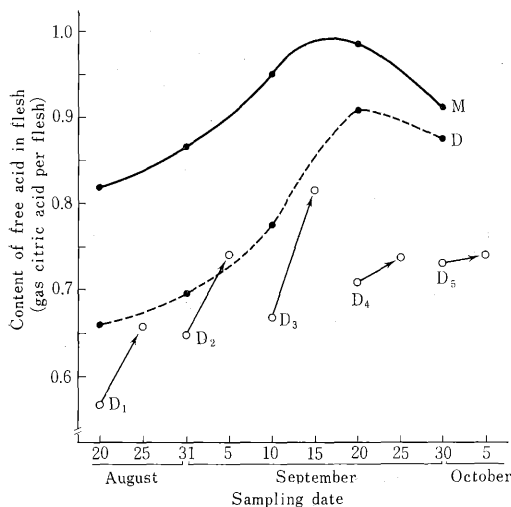


Fig. 4. Effects of soil drought during the period of August and September on the content of free acid in fresh Satsuma orange fruits (1968). Arrow lines show the changes of acid content as influenced by 5 days' irrigation followed from the end of drought treatment.

3図のとおりである。

M区とD区の遊離酸の濃度は、いずれも約40日の間に半減し、D区のほうがあきらかに高い。両区間の濃度の差は、果汁100mlあたりのクエン酸として0.30~0.65gの範囲にあるが、もつとも差があるのは9月10日および15日である。D₁~D₅の各区の遊離酸の変化をみると、乾燥処理の終りの濃度は、D₁区およびD₂区がD区よりも高く、D₃~D₅の3区はD区よりも低い。さらに灌水後の濃度は、D₁区およびD₂区がD区よりもかなり低くなり、とくにD₁区はM区よりも低くなる。D₃~D₅の3区の乾燥処理終りの濃度は、D₁およびD₂区と異なつて、すでにD区よりも低く、さらにこれらの区の灌水後の濃度の減少はゆるやかである。

つぎに、果肉中の遊離酸含量を求めると、第4図に示すとおりである。M区とD区とを比較すると、濃度の場合とは逆になり、M区のほうの遊離酸含量があきらかに多い。遊離酸含量がもつとも高くなる時期は、M区では9月10日から20日の間、D区では9月20日前後とみられるが、とくにD区の9月10日から20日にかけての含量の増加が著しい。そして、9月30日になると、両区間の差が急激にちぢまつている。

D₁~D₅の各区の乾燥処理の終りの遊離酸含量は、いずれもD区より少ない。5日間の灌水による変化は、D₁~D₃区ではかなりの増加を示し、とくにD₃区の増加が著しい。これらの区に比べると、D₄区およびD₅区における増加はきわめてわずかである。

(3) 収穫時の果実の大きさ、果汁の遊離酸および可溶性固形物

9月30日と11月5日の収穫時の果実の大きさ、果汁の遊離酸および可溶性固形物をみると、第2表に示すとおりである。

9月30日の果実の大きさは、D₅区、D区およびD₄区が小さく、つづいてD₃区が小さい。D₂区とD₁区の果実の大きさは、M区に比べて有意な差がなく、これらの区の乾燥の影響が認められなくなつている。果汁の遊離酸および可溶性固形物も、区間によつては有意な差がある。しかし、遊離酸と可溶性固形物の区間の有意な差は、その傾向がかならずしも一致していない。M区の遊離酸と可溶性固形物に対して、D₁~D₄の各区の乾燥の影響をみると、D₁区ではほとんど認められず、D₂区ではわずかに認められ、D₃区とD₄区では明りように認められる。

11月5日になると、果実はさらに大きくなり、果汁の遊離酸は減少し、可溶性固形物は増加する。果実の大きさについては、やはり9月30日の傾向とほぼ同じよ

Table 2. Effects of soil drought during the period of August and September on the weight, soluble solids and free acid of Satsuma orange fruits (1968).

Treatment plot	September, 30			November, 5			
	Fresh fruit weight (g/fruit)	Soluble solids (%)	Free acid (g as citric acid per 100 ml.)	Fresh fruit weight (g/fruit)	Soluble solids (%)	Free acid (g as citric acid per 100 ml.)	Ratio of soluble solids to acid
M	90	8.2	1.38	111	9.8	0.93	10.5
D	71	11.5	1.68	85	13.7	1.18	11.6
D ₁	87	8.4	1.40	107	9.9	0.94	10.6
D ₂	85	8.7	1.45	106	10.1	0.95	10.7
D ₃	80	9.6	1.50	100	10.5	0.99	10.6
D ₄	73	10.4	1.54	91	11.4	1.07	10.7
D ₅	66(72*)	10.9(10.3*)	1.61(1.50*)	86	11.9	1.09	10.9
L. S. D. (5%)		0.5	0.07		0.4	0.05	0.2

* October, 5

Table 3. Effects of soil moisture variation during the period of September and October on the weight, flesh-water, soluble solids and free acid of Satsuma orange fruits (1969).

Treatment*	Date	Fresh fruit weight (g/fruit)	Flesh		Soluble solids (%)	Free acid (g as citric acid per 100 ml.)	Ratio of soluble solids to acid	Free acid (g as citric acid per flesh)
			Dry matter (g/flesh)	Water (g/flesh)				
M (Sept.-Oct.)	Sept. 4	59	3.5	38.2	—	2.87	—	1.10
	Oct. 1	98	6.1	69.8	6.6	1.83	—	1.28
	Nov. 5	145	10.2	105.7	7.4	1.04	7.1	1.11
D(Sept.-Oct.)	Sept. 4	50	2.7	34.6	—	3.34	—	1.15
	Oct. 1	71	4.1	51.1	8.3	2.75	—	1.41
	Nov. 5	91	8.0	63.4	11.8	1.58	7.5	0.99
D(Sept.)-M(Oct.)	Sept. 4	52	2.8	34.4	—	3.25	—	1.12
	Oct. 1	74	4.3	53.9	8.0	2.37	—	1.27
	Nov. 5	120	9.4	88.2	9.5	1.13	8.5	1.00
M(Sept.)-D(Oct.)	Sept. 4	58	3.3	36.3	—	2.92	—	1.06
	Oct. 1	88	5.4	61.4	7.1	2.04	—	1.25
	Nov. 5	104	8.7	72.0	10.7	1.26	8.4	0.90

* M indicates moist soil condition, and D indicates the drought.

うな区間の差がある。果汁の遊離酸も区間によつては有意な差があるが、M区に対比したときには、D₁区とD₂区は差がなく、D₃区は高い。D区に対比したときには、D₄区とD₅区の遊離酸の濃度は低い。また可溶性固形物についても、遊離酸と同様な区間の差が認められる。可溶性固形物対酸の比(甘味比)は、D区がもつとも高く、M区が低くなり、D₁~D₅の各区間では差がない。

2. 9~10月の土壤乾湿実験

9~10月の土壤乾湿処理による果実の肥大、果汁の遊離酸および可溶性固形物の変化は、第3表に示すとおりである。

果実の新鮮重は、1か月後の10月1日には乾湿処理の影響が反映して、D₉₋₁₀区とD_{9-M10}区の果重が小さ

い。11月5日になると、D_{9-M10}区では10月の湿潤の影響が果重の著しい増加に反映し、逆にM_{9-D10}区では乾燥が果重増加を著しく抑制して、D_{9-M10}区よりも果重が小さくなっている。また、M₉₋₁₀区とD₉₋₁₀区との果重には、約55gの大差がある。果肉をみると、水分はやはり果重と同じような区間の差があり、この傾向はとくに11月5日で著しい。

果肉中の乾物にも乾湿処理の影響が反映し、11月5日の果肉中では、M区の乾物量はD区より多く、またD_{9-M10}区がM_{9-D10}区よりも多くなっている。しかしながら、いずれの区においても、乾物が果肉中でしめる割合は10%前後で大差がなく、やはり水分のしめる割合はやはり多くなっている。

Table 4. Effects of soil moisture variation on the increase and decrease of flesh-water and free acid in Satsuma orange fruits for about one month from Oct. 1 to Nov. 5 (1969).

Treatment*	Increase and decrease from Oct. 1 to Nov. 5		
	Flesh-water (g/flesh)	Content of free acid (g as citric acid per flesh)	Concentration of free acid (g as citric acid per 100 ml.)
M(Sept.-Oct.)	+36(+51%)	-0.17(-13%)	-0.79(-43%)
D(Sept.-Oct.)	+12(+24%)	-0.42(-30%)	-1.17(-43%)
D(Sept.)-M(Oct.)	+34(+64%)	-0.27(-21%)	-1.24(-52%)
M(Sept.)-D(Oct.)	+11(+17%)	-0.35(-28%)	-0.78(-38%)

* See Table 3 for explanation of treatment.

Note: Per cent values in parentheses show the proportion of increased or decreased values to that in Oct. 1.

果汁の遊離酸についても、9~10月の間の乾湿処理の影響が強く認められる。すなわち、前年と同様に乾燥によつて遊離酸の濃度が著しく高くなり、とくに11月5日のM₉-D₁₀区の濃度がD₉-M₁₀区より高くなつてゐることは、10月の乾燥の影響が強かつたことを示している。可溶性固形物についても、遊離酸濃度とほぼ同じような各区間の差が認められ、土壌乾湿の影響はむしろ可溶性固形物に強くあらわれている傾向もある。

他方、果肉中の遊離酸含量は、各区とも10月1日にもつとも高い含量を示し、なおM₉-10区を除けば、9月4日より11月5日のほうの含量が少なくなつてゐる。M₉-10区とD₉-10区との間では、10月1日はD₉-10区の含量が高く、11月5日は逆にM₉-10区の含量が高くなつてゐる。さらに、D₉-M₁₀区とM₉-D₁₀区との間では11月5日の含量はM₉-D₁₀区のほうで少なくなつてゐる。

なお、ここでとくに10月1日から11月5日の間の約か1月間の果肉中の水分、遊離酸の増減を詳しくしらべてみた結果は、第4表である。

約1か月間の果肉中の水分の増加量は、M₉-10区とD₉-M₁₀区とで、またD₉-10区とM₉-D₁₀区とではほぼ等しいが、増加割合は各区間で異なつてゐる。すなわち、増加割合がもつとも高いのはD₉-M₁₀区、逆にもつとも低いのはM₉-D₁₀区で、上にも述べたように、10月の土壌の乾湿の影響が強く反映していることがここでも認められる。以上の各区の果肉水分の増加割合は、厳密な解析からみると疑問があるが、一応10月1日~11月5日の約1か月間の遊離酸濃度に対する稀しやく割合に相当するものとみなされる。

果肉中の遊離酸含量の減少量は、この約1か月間の実質的な消失量であり、またこの間の分解量と生成量との差引き量ともみることができ、10月に乾燥した場

合(D₉-10区とM₉-D₁₀区)の減少量が多い。また、減少の割合も、10月に湿潤にした場合よりも乾燥した場合のほうで高くなる。遊離酸濃度の減少割合は、38~52%の範囲にあるが、濃度そのものの減少はD₉-10区とD₉-M₁₀区で著しく、この点は、含量の減少に比べて傾向が違つてゐる。

IV. 考 察

カンキツ果実の酸の季節的な変化についての報文や発表をみると^(3,4,13)、果汁の全酸と遊離酸とはほぼ比例的な関係にあるので、温州ミカンについて

も、本報文のような遊離酸だけの分析から、果実(または果肉)中の酸の時期的な消長を把握することができるようにおもわれる。本報文の8月中旬~11月上旬の間の遊離酸の変化から、果肉中における酸の集積、稀しやくおよび減少をしらべると、つぎのことが解析できる。

果汁の酸の濃度は、8月20日にはすでに減少の過程にあるが、濃度がもつとも高くなるのは、著者らの既報の結果^(10,12)からみれば、7月下旬ないし8月上旬であるとおもわれる。他方、果肉中の酸含量は、9月中旬ないし下旬に最高になつて、これ以降減少の経過をたどるが、これも著者らの既報の結果⁽¹²⁾とほぼ一致している。したがつて、濃度からみた7月下旬~8月上旬から9月中~下旬の酸の減少は、もつばら果肉水分増加の稀しやくによるもので、実質的に酸の減少(分解が生成より多くなる)の過程に入つたとはみなせない。稀しやくによる酸濃度の減少は果肉中の水分が増加するまで続わけであるが(多分11月上旬ごろまで)、果肉中の酸含量からみた変化は、少なくとも9月中~下旬までは分解よりも生成が多い集積過程、これ以降は生成よりも分解が多くなる減少過程とに分けられる。

以上のような消長を示す酸に及ぼす土壌乾湿の影響に関して、たとえば、8~9月の期間に乾燥が激しくなると、酸の濃度は高くなるが、酸の生成集積は抑制される傾向にある。ここで注目されるのは、9月10日ごろまでの乾燥処理では、処理後5日間の充分な水の供給によつて、果肉中の酸の顕著な増加が認められ、乾燥が9月下旬までおよんだときには、酸の増加があまり認められないことである。以上のような酸の増加の相違がどんな原因でもたらされるかあきらかでないが、おそらく果実または果肉の肥大生長の段階の相違、ならびにこれともなう果肉中の栄養代謝の相違とに密接に関係しているように推察される。

すなわち、果肉重の増加経過からみると、果肉の肥大生長は9月中旬ごろまでがもつともさかんで、果肉中の酸含量もこの時期を境にして集積と減少の過程にわかれる消長を示している。したがって、この時期を前後にして、果肉中の酸代謝の様相に大きな変化があり、このために、9月10日ごろまでと下旬ごろによつて、乾燥処理後の5日間の灌水による酸の増加にはなほだしい差がでたものではなからうか。

パレンシャオレンジの酸の季節的な変化をしらべた報文をみると、SINCLAIRら⁽¹³⁾は酸の集積は若い果実のときに急速におこることを認め、RASMUSSEN⁽⁷⁾は、果肉中の酸含量は果実が最大肥大時の約3分の2の大きさに生長したところに最高になり、単位重量あたりの果肉中の酸含量はこの時期より前に最高になることを見出している。また、呼吸の季節的な変化をしらべたBAINの報文⁽⁴⁾によると、果肉細胞がさかんに膨大する時期になると、単位重量あたりの果実の呼吸は弱くなるが、果実あたりの呼吸量は急増するようになり、酸濃度が増加から減少へと変わる時期がある。したがって、果肉中の酸の集積および減少は果実の生長段階、これにともなう呼吸や栄養代謝の変化と密接に関係していることが考えられ、ブドウについても同じ傾向があることが発表されている⁽⁶⁾。以上のことから判断すると、本報文の8~9月の土壤の乾燥によつて酸の集積が抑制された傾向についても、土壤の乾燥が果肉中の酸代謝に著しい影響を及ぼしたためとみられるが、この点は今後の詳細な解析が必要である。なお、1969年の9~10月の実験における10月初めの果肉中の酸含量には、9月の土壤乾湿の影響として、上に述べた傾向があらわれていない。これは、2か年の間の新梢の生長、結果量、果実の肥大生長、土壤の乾湿の程度などの違いが原因しているとおもわれるので、これらの点からも酸の消長と土壤の乾湿との関係はさらにしらべなければならぬだろう。

果汁の酸濃度および果肉中の酸含量が最高になる時期については、カンキツの種類⁽⁸⁾や環境条件^(9,10)などによつて異なるが、本報文における9月中旬ないし下旬以降の酸の変化は、前述したように、実質的な減少と稀しやくになる。9~10月の土壤乾湿の実験の結果では、10月初めから11月上旬の約1か

月間の果肉中の酸含量の減少は、土壤が乾燥したときに著しい。酸含量の減少が多くなる理由は、乾燥で果実への水分供給が不足になり、果肉組織の成熟化への変化が早まったためとみられる。他方、土壤が湿潤で水分の供給が充分なときには、果実の肥大がすこぶるさかんであり(第3表)、また葉の同化作用もさかんであることが報告されている⁽¹⁶⁾。9月下旬ないし10月以降の果実の生長については、果肉では砂じょうがより肥大して液胞中の水分が増加し、果皮は柔組織が多くなつて厚くなり⁽⁶⁾、とくに収穫期になつても褪緑がおくれる。したがって、収穫前約1か月の間の土壤の乾湿によつて果肉中の酸含量の減少に差があらわれたことも、以上のような果実や葉の生長ならびに代謝作用の様相の相違にもとづいていとおもわれる。

しかしながら、果汁100mlあたりの酸濃度は、土壤が湿潤のときにかかなり低くなる。これは、果実が肥大して、果肉中の水分増加による稀しやくの影響がきわめて強いことを示している。ところで、通常の果汁分析では、遊離酸の濃度だけしか知ることができないので、ここで仮定的な事項を設けて、さらに収穫前約1か月の濃度からみた酸の見かけの上の(あるいは推定からみた)稀しやくと減少を解析すると、第5表のとおりである。

11月5日の遊離酸の濃度は、10月1日以降の希しやくと遊離酸含量の減少によつてもたらされたものであるが、この間の濃度の減りぐあいを厳密に稀しやくと減少とによるものに分けることはむずかしい。したがって、第5表では、前にも述べたように、果肉中の水分の増加割合を稀しやく割合と仮定し、さらに10月1日以降は遊離酸含量が変わらないものとして、10月1日~11月5日の間に稀しやくされた濃度の値を算出した

Table 5. Effects of soil moisture variation on the apparent dilution and decrease of free acid concentration in Satsuma orange fruits during about one month from Oct. 1 to Nov. 5 (1969).

Treatment*	Concentration of free acid in juice (g as citric acid per 100 ml.)					
	Oct. 1 (A)	Nov. 5 (B)	Nov. 5 (C**)	Difference (A-B)	Apparent dilution (A-C)	Apparent decrease (C-B)
M(Sept.-Oct.)	1.83	1.04	1.21	0.79(100)	0.62(78)	0.17(22)
D(Sept.-Oct.)	2.75	1.58	2.22	1.17(100)	0.53(45)	0.64(55)
D(Sept.)-M(Oct.)	2.37	1.13	1.45	1.24(100)	0.92(74)	0.32(26)
M(Sept.)-D(Oct.)	2.04	1.26	1.77	0.78(100)	0.27(35)	0.51(65)

* See Table 3 for expansion of treatment.

** C values show concentration estimated from the presumption which free acid during about one month was influenced only by dilution of increased flesh water without actual decrease.

Note: Values in parentheses show the proportion of apparent dilution (A-C) and decrease (C-B) to the difference (A-B).

(第5表のA-C)。そして、実際に減つた濃度の値(第5表のA-B)と以上の稀しやくされた値との差を、稀しやくによらなくて減少した濃度の値(第5表のC-B)とした。

以上の推定的な算出から、収穫前約1か月間の酸濃度の減りぐあいを解析すると、土壤の乾湿の影響をかなりはつきりととらえることができる。すなわち、M₉₋₁₀区とD_{9-M10}区の遊離酸濃度の減りぐあいは、74~78%が稀しやく、22~26%が減少によるものとなる。他方、D₉₋₁₀区とM_{9-D10}区では、35~45%が稀しやく、55~65%が減少になる。実際の濃度の減りぐあいについては、いずれの区においても、稀しやくの割合が第5表の値よりも小さくなるとみなければならぬが、これによつて、各区間の遊離酸の稀しやくと減少の傾向が大幅に違つてくることはないものと予想される。以上のことから推察しても、9~10月の土壤の乾湿によつて、果汁の酸濃度の減りぐあいの内容がかなり異なることがわかる。

稀しやくの影響が強くあらわれることは、酸のみでなく、可溶性固形物についても同じである。この点、鈴木らは⁽¹⁶⁾、9~10月の土壤水分の多少と温州ミカンの品質との関係について、多湿のときの葉の同化量の増大は炭水化物の集積を意味するとはかぎらず、品質に関してはある程度の乾燥のほうが有利であると指摘している。本報文の第3表の10月1日から11月5日までの可溶性固形物の変化についても、仮りに第4表および第5表の酸と同じような方法で解析できるとすれば、やはり土壤が多湿のときに可溶性固形物の稀しやくの程度が強くなる。

V. 摘 要

1. 温州ミカン果汁の酸の変化、とくに集積、稀しやく、減少に及ぼす夏秋季の土壤乾湿の影響を解析するため、早生温州ミカン幼木についてポット試験をおこなつた。

2. 結果量が多かつた4年生樹についての8~9月の土壤乾湿実験では、この期間における20日ないし30日間の乾燥によつて、果肉の肥大生長が抑えられ、果汁の酸濃度は高くなり、果肉中の酸含量は減少した。9月10日ごろまでの乾燥では、乾燥直後の5日間の灌水によつて果肉中の水分が急増し、これにともなつて酸濃度が急減したが、逆に果肉中の酸含量は増加した。しかし、9月20日すぎまでの乾燥では、以上の傾向があまり認められなかつた。

3. 果汁の酸濃度は8月中旬にはすでに減少の過程にあるが、果肉中の酸含量は9月20日ごろから下旬にかけて最高になつた。この時期を前後にして、生成および

分解からみた酸の変化が、集積と減少の過程に区別できた。

4. 上述の乾燥直後の灌水による酸濃度の減少および酸含量の増加に、時期による著しい差があつたのは、それぞれの時期が酸の集積過程と減少過程とにあつた違いのためとみられ、この時期を境いにして、果肉の生長、果肉内の物質代謝に大きな変化があると推察された。

5. 結果量が少なかつた5年生樹についての9~10月の土壤乾湿実験では、多湿のときに10月になつても果実の肥大生長が著しく、やはり果汁の酸濃度が低くなつた。収穫前約1か月間の酸の変化をしらべると、乾燥のときに酸の減少量(実質的な消失量、または分解量と生成量との差)が多くなり、多湿のときに稀しやくが著しく多くなつた。

6. 夏秋季の土壤水分の多少の影響に関して、収穫時の温州ミカン果汁の酸および可溶性固形物濃度の高低は、とくに9月中~下旬以降の多湿または乾燥とに密接に関係し、とくに多湿の場合には果肉中の水分増加による稀しやくの強い影響があるのをあきらかにした。

引用文献

1. BAIN, J. M. 1958. Aust. Jour. Bot. 6: 1—24.
2. 船引真吾・青峯重範. 1953. 土壤学実験法. pp. 233—246. 養賢堂(東京).
3. 伊庭慶昭・山田彬雄・西浦昌男. 1969. 昭和44年度園芸学会秋季大会研究発表要旨. pp. 42—43.
4. 門屋一臣・倉岡唯行・松本和夫. 1966. 園学雑. 35(2): 111—116.
5. 倉岡唯行. 1962. 愛媛大学紀要第6部(農学). 8: 105—154.
6. 中川昌一・堀内昭作・平田尚美. 1967. 昭和42年度園芸学会秋季大会研究発表要旨. pp. 36—37.
7. RASMUSSEN, G. K. 1964. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 84: 181—187.
8. ———, P. C. REECE and W. H. HENRY. 1965. Proc. Florida State Hort. Soc. 78: 51—55.
9. ———, A. PEYNADO, R. HILGEMAN, J. R. FURR and G. CAHOON. 1966. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89: 206—210.
10. 坂本辰馬・奥地 進. 1967. 園学雑. 36(1): 45—54.
11. ———. 1968. 園学雑. 37(3): 212—220.
12. ———. 1969. 園学雑. 38(4): 300—308.
13. SINCLAIR, W. B. and R. C. RAMSEY. 1944. Bot. Gaz. 106: 140—148.
14. 鈴木鉄男・金子 衛・田中 実. 1967. 園学雑. 36(4): 389—398.
15. ———. 鳥潟博高・八田洋章. 1968. 園学雑. 37(1): 37—44.
16. ———. 1969. 園学雑. 38(1): 1—8.