異なる樹形のウンシュウミカンの冷夏・寡日照年 における着果部位別果実品質¹

富永茂人²・大東 宏

四国農業試験場土地利用部 765 香川県善通寺町

Fruit Quality of Satsuma Mandarins at Various Locations on
Differently Trained Trees in a Cool and Cloudy Summer

Shigeto TOMINAGA and Hiroshi DAITO

Shikoku Agricultural Experiment Station, Zentsuji, Kagawa 765

Summary

In Japan, it rained heavily during a period from July to August in 1980. The summer climate was cooler and cloudier than in 1976 and 1977. The fruit growth and quality of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) were, therefore, investigated with special reference to fruiting locations and tree forms during a period from September to December in 1980. The results obtained were discussed in comparison with those of 1976 and 1977, which had been already published by the authors.

Results are given as follows.

1. Fruit weight was greater at the top than at the interior and skirt of the trees of open center and fence forms throughout the experimental period.

2. In both forms of trees, the color index and "a" value of color difference meter were highest in the fruits at the top, followed by those at the skirt, and were lowest in those at the interior.

3. In both forms of trees, Brix value of fruit juice was substantially higher in the fruits at the top than those at the interior and skirt, and was parallel to fructose, glucose and sucrose contents. Brix value and the sugar contents of fruits at each location on the trees of open center form were higher than those of the fruits at the corresponding locations on the trees of fence form.

4. In both forms of trees, the titratable acidity in the fruit juice was slightly lower in the fruits at the top during the maturation. But the difference among the fruiting locations was small in both forms of trees. The titratable acidity and the citric acid content showed the same tendency in relation to the fruiting locations.

5. The percentages of proline, arginine and alanine to total amino acids increased gradually and those of asparagine, aspartic acid and glutamic acid decreased slowly with maturation at any location in both forms of trees. No consistent tendency could be observed between the content of any amino acid and fruiting locations or tree forms.

In 1980, sugar contents and coloring showed greater differences among the fruiting locations and tree forms than in 1976 and 1977. It may be due to cooler and cloudier climate of this summer.

緒 言

ウンシュウミカン果実の品質, すなわち果実重, 糖お

よび酸含量, 着色などに対し, 気象条件, 特に日射量の影響が大きいこと, 一般に日射量が多いほど果実重, 果実の糖および酸含量が高まるが, 日射が強すぎる場合には, その寄与度はかえって低くなることが知られている(6).

しかし, 著者らが 1976, '77 の両年, ウンシュウミカ

¹ 1981年9月21日 受理

ウンシュウミカンの栽植方式と樹形に関する研究
第6報

² 現在果樹試験場興津支場

ンの開心自然形樹と柵仕立て樹における着果部位別の微気象条件と果実品質について一連の調査を行った結果では、果実の糖および酸含量などについて、樹形および着果部位間に一定の傾向を認めることができなかった(1, 2, 3, 4)。

当地域は温暖寡雨の瀬戸内に属するため、降水量が少なく、日照時間は長く、日射量が多い。また、その土壌はせき薄な花こう岩であるため、樹相はコンパクトとなっている。さきの調査年の気象は平年並みであり、平年の光条件下、当地の樹相では、直達光や散乱光が樹冠内深くまで到達することができるため、果実品質について、樹形および着果部位間に相違が認められなかったものと思われる。

一方、1980年の気象は極めて異常であり、初夏から初秋にかけてのウンシュウミカン果実発育期に雨が多く、冷夏、寡日照となった(9)。特に、瀬戸内地域において、降水量が極めて多く、平年の1.5倍にも達し、日照時間も著しく少なかった。その結果、1980年産のウンシュウミカンは、当年が真年だったこともあり、生産量が大幅に低下し、果実品質も劣った。

本報告はさきの調査に用いたと同じ開心自然形樹および柵仕立て樹を供試して、1980年の冷夏、多雨・寡日照条件下での着果部位別の果実品質について検討したものである。

材料及び方法

さきの報告(1)で供試した四国農試、土地利用部平坦地実験圃場に栽植の樹(開心自然形樹、柵仕立て樹とも1963年3月に2年生の杉山系普通ウンシュウミカンを定植)を調査樹とした。なお、柵仕立て樹の栽植距離は南北方向に2m、東西方向に4mとし、東西4mの樹列間に2m幅の作業道を設定し、柵仕立てへの樹形改造は1980年より開始した。樹冠幅は軽い間引きせん定により60~80cmに抑えた。一方、開心自然形樹は2×4mの栽植距離であり、整枝、せん定は慣行法に従った。

1980年9月29日、10月15日、11月4日、11月17日、12月4日、12月15日に開心自然形樹は樹冠南側上部、同内部、同北側下部(以下単に上、中、下と記す)の、柵仕立て樹は、上、中、下部の各3カ所ずつの着果部位について、その部位での平均的な大きさの果実を10個ずつ無作為に採取し、個々の果実について着色度、果皮の色調値、果実重、果汁の屈折計示度(Brix)、滴定酸度を、また毎月1回、各部位果の果汁を等量ずつ混合した果汁について果汁中の糖、有機酸およびアミノ酸の組成を調査した。

果実の着色度は肉眼観察により0~10の11段階に分

けた。果皮の色調値は測色色差計(東京電色製、TC-360型)を用いて果面の果頂部と赤道部について測定した。なお、赤道部については3カ所を無作為に選んで測定し、平均値で表した。果汁の屈折計示度はアッペの屈折計を用い、Brixとして表した。果汁の滴定酸度は0.156N水酸化ナトリウム溶液による中和滴定により、クエン酸含量として表した。

果汁の糖組成は、遠沈(3,000rpm)した果汁の上澄液をメンブランフィルター(東洋TM-2P)でろ過した後、ろ液を高速液体クロマトグラフ(日本分光社製、検出器は示差屈折計)で分析した。

果汁の有機酸組成は、果汁を遠沈ろ過した後、直ちにカルボン酸分析計(協和精密社製)で分析した。なお、果汁に多量に含まれるクエン酸の含量は、果汁を0.2N-HCl溶液で10倍に希釈した後、カルボン計分析計で分析した。

果汁のアミノ酸組成は、遠沈ろ過した果汁をそのままアミノ酸分析計(柳本L-7型)で分析した。一方、果汁中のアミドは遠沈ろ過した果汁2mlに2N-HCl5mlを加え、60℃で一昼夜インキュベートした後40℃で減圧乾固して、pH2.2のクエン酸緩衝液で溶解し、アミノ酸分析計で分析した。

結 果

1. 1980年の気象

1976、1977および1980年の5月から12月までの各月の平均気温、降雨量、降雨日数、日照時間は第1表に示すとおりである。

1980年の5~6月の気象は平年並みであったが、7~8月には、1976および1977年に比べて、降雨日数が多く、降水量も大幅に多かった。その結果、平均気温は低下した。また、両月の日照時間は大幅に短くなり、1976年と1977年の同期間に対して、それぞれ71、74%しかなかった。9~10月には、日照時間が少し短いものの平年並みの気象に戻った。なお、各着果部位の微気象は測定しなかった。

2. 果実の発育

両樹形樹の各着果部位における果実重の推移は第1図に示すとおりである。

柵仕立て樹の上部の果実重が最も高く推移し、次いで、開心自然形樹の上部の果実が重く、両者の差は11月に最も大きく、約10g程度であった。一方、両樹形樹それぞれの内部の果実重は調査期間中最も低く推移し、開心自然形樹上部あるいは柵仕立て樹上部の果実重より終始25g程度低かった。両樹形樹それぞれの下部の果実重は上部と内部の果実重の中間的な値を示す時期

Table 1. Temperature, rainfall, and sunshine from May through December in 1976, 1977 and 1980.

		May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1976	Mean daily temperature (°C)	17.2	21.0	24.2	25.7	20.0	16.0	9.8	6.0
	Rainfall (mm)	115.0	115.0	76.5	160.5	492.0	166.5	66.0	45.5
	Number of rain days	13	11	10	10	13	11	9	9
	Duration of sunshine (h)	243.0	217.9	299.3	275.8	201.8	212.0	148.4	143.8
1977	Mean daily temperature (°C)	17.4	21.2	26.3	25.5	22.9	17.8	12.6	7.9
	Rainfall (mm)	87.5	90.0	31.5	45.0	179.5	74.5	140.0	34.0
	Number of rain days	13	12	5	8	11	4	13	19
	Duration of sunshine (h)	258.1	204.4	312.1	240.2	233.5	251.9	153.6	172.7
1980	Mean daily temperature (°C)	17.3	21.9	24.0	24.1	22.1	16.4	11.3	5.2
	Rainfall (mm)	213.5	126.0	268.0	210.0	94.0	169.5	38.0	40.5
	Number of rain days	11	15	16	22	14	13	5	6
	Duration of sunshine (h)	271.9	221.4	232.0	178.3	195.8	197.2	175.9	150.5

Fig.1. Seasonal changes in fruit weight at different locations within a canopy in 1980.

もあったが、おおむね両樹形樹それぞれの内部の果実重に近い値で推移した。

3. 果実の着色度

両樹形樹の各着果部位における果実の着色度の推移を第2図に示した。

両樹形樹のいずれの着果部位においても10月15日までは果実は完全緑色であったが、11月4日から着色し始めた。果実の着色度は、成熟前の11月17日には、開心自然形樹の上部で最も高く、次いで柵仕立て樹の上部、開心自然形樹下部、柵仕立て樹下部、同内部、開心自然形樹内部の順に低くなった。12月4日には各着果部位間の果実着色度の差は小さくなったが、開心自然形樹上部で最も高く、ほぼ完全に近い状態になった。次いで、開心自然形樹下部、同内部、柵仕立て樹上部、同下部の順であり、柵仕立て樹内部で最も低く、開心自然形樹上部

Fig.2. Seasonal changes in color index of fruits at different locations within a canopy in 1980.

の果実と比べて2度余り低かった。その後、柵仕立て樹内部の果実の着色度も進んだため、成熟期の12月15日になると各着果部位間の果実着色度の差はますます小さくなった。

4. 果皮の色調値

両樹形樹の各着果部位における果実の果頂部および赤道部の色調の推移を第3図に示した。

果頂部および赤道部のL値、b値は、9月25日および10月15日には両樹形樹の内部および開心自然形樹の下部の果実で高く、開心形樹の上部、柵仕立て樹の上部、同下部の果実で低かったが、11月4日から12月15日にかけては樹形や着果部位による差異は認められず、

Fig.3. Seasonal changes in the value of a color difference meter of fruits at different locations within a canopy in 1980.

近似した値を示した。一方、a値は両樹形樹とも、また果頂部、赤道部とも、9月29日、10月15日には低い値で着果部位による差異はほとんど認められなかったが、11月4日から上昇を始め、11月17日から12月15日にかけて上部果実で高い値で推移し、次いで下部果実、内部果実の順で推移した。

5. 果汁の Brix と滴定酸度

両樹形樹の各着果部位における果実の果汁の Brix と滴定酸度の推移は第4図に示すとおりである。

果汁の Brix の推移をみる。開心自然形樹の上部の果実で調査期間を通じて最も高く推移し、9月29日には約8.0、12月4日には11.0であった。次いで、開心自然形樹の下部、内部で高く、12月4日にはそれぞれ約10.6と9.5であった。柵仕立て樹の各着果部位の果実は開心自然形樹の各着果部位の果実に比べて終始低い値で推移した。柵仕立て樹の上部の果実では9月29日に

は7.4であり、12月14日には9.4であった。柵仕立て樹の下部と内部の果実は最も低い値で推移し、開心自然形樹の上部の果実に比較して9月29日には約1.0、12月14日には約2.0も低い値を示した。

果汁の滴定酸度は、調査期間中概して開心自然形樹上部および柵仕立て樹上部の果実で幾分低い値で推移したが、樹形あるいは着果部位による差異はみられなかった。

6. 果汁の糖組成

調査期間中、毎月1回測定した果汁の糖組成は第2表に示すとおりである。

両樹形樹とも上部の果実において、果汁の総糖含量および果糖、ブドウ糖、ショ糖の各組成糖含量ともに最も高かった。両樹形樹それぞれの内部および下部の果実では上部の果実に比較して果汁の各組成糖含量および総糖含量とも終始低い値で推移したが、両樹形樹とも内部と

Fig.4. Seasonal changes in Brix and titratable acidity of fruits at different locations within a canopy in 1980.

下部間の差は少なかった。開心自然形樹と柵仕立て樹を比較すると、いずれの調査日でも、開心自然形樹の各着果部位の果実では柵仕立て樹の各着果部位の果実におけ

るより高い値で推移した。例えば、開心自然形樹上部果実での糖含量と柵仕立て樹上部果実のそれを比較してみると、9月29日にはそれぞれ5.76 g/100 ml と 4.85 g/100 ml であり、12月15日にはそれぞれ10.02 g/100 ml と 8.32 g/100 ml であった。

7. 果汁の有機酸組成

毎月1回測定した果汁の有機酸組成は第3表に示すとおりである。

有機酸のうちクエン酸の含量が圧倒的に高く、各時期とも、クエン酸の動向が全有機酸含量の消長を支配した。次いでリンゴ酸が多く、他の有機酸は微量であった。

開心自然形樹においては、総有機酸含量、クエン酸含量とも上部果実において低い傾向にあった。9月29日には上部果実で最も低く、下部果実で最も高かった。12月15日には上部と下部の果実で低く、内部の果実で最も高い値を示した。柵仕立て樹においても、上部果実で低い傾向にあり、9月29日、10月15日、11月17日にはそれぞれ約2.8%、1.9%および1.4%と最も低か

Table 2. Seasonal changes in sugar composition of fruit juice at different locations within a canopy in 1980 (g/100ml).

Fruit location			Fructose	Glucose	Sucrose	Total
Harvested on Sept. 29, 1980	Open center form	South side top	1.39	1.27	3.10	5.76
		Interior	1.03	0.95	2.50	4.48
		North side skirt	1.03	0.92	2.49	4.44
	Fence form	Top	1.23	1.12	2.50	4.85
		Interior	0.83	0.78	1.96	3.57
		Skirt	0.92	0.82	1.99	3.73
Harvested on Oct. 15, 1980	Open center form	South side top	1.49	1.37	4.22	7.08
		Interior	1.30	1.17	3.76	6.23
		North side skirt	1.21	1.06	3.88	6.15
	Fence form	Top	1.37	1.23	3.63	6.23
		Interior	1.03	0.89	2.83	4.75
		Skirt	1.09	0.93	3.00	5.02
Harvested on Nov. 17, 1980	Open center form	South side top	1.89	1.64	5.96	9.49
		Interior	1.29	1.06	5.24	7.59
		North side skirt	1.41	1.22	5.37	8.00
	Fence form	Top	1.45	1.22	4.88	7.55
		Interior	1.25	1.05	4.63	6.93
		Skirt	1.26	1.06	4.51	6.83
Harvested on Dec. 15, 1980	Open center form	South side top	1.93	1.63	6.46	10.02
		Interior	1.82	1.62	5.50	8.94
		North side skirt	1.56	1.33	5.98	8.87
	Fence form	Top	1.66	1.41	5.25	8.32
		Interior	1.38	1.16	5.07	7.61
		Skirt	1.48	1.24	4.90	7.62

Table 3. Seasonal changes in organic acid composition of fruit juice at different locations within a canopy in 1980 (mg/100ml).

Fruit location			Gluc.	Pyro Glu.	Lact.	Acet.	Pyru.	Mal.	Cit.	Suc.	Iso- Cit.	α - keto Glu.	Total
Harvested on Sept. 29, 1980	Open center form	South side top	0.8	0.4	0.8	0.1	3.1	143.0	2,520.8	+	12.9	2.0	2,683.8
		Interior	0.8	0.3	0.4	0.1	4.9	170.7	3,015.1	+	12.9	2.0	3,207.1
		North side skirt	0.8	0.3	0.3	0.2	4.9	189.1	3,093.1	+	13.8	2.3	3,304.1
	Fence form	Top	0.8	0.3	0.2	0.1	4.6	259.8	2,503.7	+	15.5	2.0	2,787.1
		Interior	0.8	0.3	0.2	0.2	5.3	251.9	3,040.5	+	13.8	2.5	3,315.5
		Skirt	0.8	0.3	0.3	0.2	4.6	283.2	3,065.9	+	16.4	2.3	3,373.9
	Open center form	South side top	0.8	0.3	0.2	0.2	2.7	198.0	2,038.4	+	10.4	1.5	2,252.4
		Interior	0.8	0.2	0.2	0.1	4.6	213.3	2,165.1	+	8.6	1.8	2,394.6
		North side skirt	0.8	0.2	0.2	0.1	5.7	291.0	2,047.9	+	9.5	2.3	2,357.6
Harvested on Oct. 15, 1980	Open center form	Top	0.8	0.4	0.2	0.2	5.3	304.7	1,577.8	+	10.4	2.0	1,901.7
		Interior	0.8	0.3	0.3	0.1	6.6	287.1	2,230.7	+	12.1	2.5	2,540.6
		Skirt	0.8	0.3	0.3	0.2	6.8	298.8	2,011.5	+	10.4	2.5	2,331.5
	Open center form	South side top	1.6	0.3	0.2	0.1	3.5	141.2	1,431.3	+	8.6	0.8	1,587.5
		Interior	0.8	0.4	0.2	0.1	4.6	168.2	1,659.1	+	7.8	1.0	1,806.9
		North side skirt	0.8	0.4	0.2	0.1	4.6	168.2	1,373.4	0.2	8.6	0.8	1,557.2
	Fence form	Top	1.2	0.6	0.3	0.2	6.2	180.3	1,201.5	+	9.5	0.8	1,400.4
		Interior	2.3	0.5	0.2	0.1	5.1	126.4	1,278.3	0.2	10.4	1.0	1,424.4
		Skirt	0.8	0.3	0.2	0.2	6.6	188.1	1,304.6	0.3	9.5	1.0	1,511.4
Harvested on Nov. 17, 1980	Open center form	South side top	1.2	0.5	0.2	0.2	3.3	114.1	1,238.6	+	9.5	0.8	1,368.2
		Interior	0.8	0.4	0.3	0.3	5.1	108.8	1,330.2	0.3	9.5	0.5	1,544.9
		North side top	1.2	0.5	0.3	0.3	5.3	112.7	1,232.6	0.3	10.4	0.5	1,363.7
	Open center form	Top	0.8	0.5	0.2	0.2	6.2	141.0	1,182.5	+	12.1	0.5	1,344.0
		Interior	0.8	0.5	0.2	0.2	7.1	122.1	1,290.4	0.3	8.6	0.5	1,430.6
		Skirt	0.8	0.6	0.2	0.2	7.1	123.0	1,160.7	0.4	11.2	0.5	1,304.7
	Fence form	South side top	1.2	0.5	0.2	0.2	3.3	114.1	1,238.6	+	9.5	0.8	1,368.2
		Interior	0.8	0.4	0.3	0.3	5.1	108.8	1,330.2	0.3	9.5	0.5	1,544.9
		North side top	1.2	0.5	0.3	0.3	5.3	112.7	1,232.6	0.3	10.4	0.5	1,363.7
Harvested on Dec. 15, 1980	Open center form	Top	0.8	0.5	0.2	0.2	6.2	141.0	1,182.5	+	12.1	0.5	1,344.0
		Interior	0.8	0.5	0.2	0.2	7.1	122.1	1,290.4	0.3	8.6	0.5	1,430.6
		Skirt	0.8	0.6	0.2	0.2	7.1	123.0	1,160.7	0.4	11.2	0.5	1,304.7
	Fence form	South side top	1.2	0.5	0.2	0.2	3.3	114.1	1,238.6	+	9.5	0.8	1,368.2
		Interior	0.8	0.4	0.3	0.3	5.1	108.8	1,330.2	0.3	9.5	0.5	1,544.9
		North side top	1.2	0.5	0.3	0.3	5.3	112.7	1,232.6	0.3	10.4	0.5	1,363.7
	Fence form	Top	0.8	0.5	0.2	0.2	6.2	141.0	1,182.5	+	12.1	0.5	1,344.0
		Interior	0.8	0.5	0.2	0.2	7.1	122.1	1,290.4	0.3	8.6	0.5	1,430.6
		Skirt	0.8	0.6	0.2	0.2	7.1	123.0	1,160.7	0.4	11.2	0.5	1,304.7

Abbreviations : Gluc.=Glucronic, Pyro-Glu.=Pyro-Glutamic, Lact.=Lactic, Acet.=Acetic, Pyru.=Pyruvic, Mal.=Malic, Cit.=Citric, Suc.=Succinic, Iso-Cit.=Iso-Citric, α -keto-Glu.= α -keto-Glutaric.

ったが、12月15日には内部果実で最も高く、下部果実で最も低く、上部果実では両部位果実での中間的な含量であった。各着果部位間での果汁のリンゴ酸含量の差異は明らかでなかった。

両樹形樹間の果汁の総有機酸含量、クエン酸含量の差異については明確でなく一定の傾向は認められなかった。

8. 果汁のアミノ酸組成

毎月1回測定した果汁のアミノ酸組成は第4表に示した。

両樹形樹の各着果部位における果汁の総アミノ酸含量についてみると、概して両樹形樹とも果実が成熟する前の9月29日、10月15日には果汁中総アミノ酸含量はBrixが高い上部の果実において多かったが、成熟後期の11月17日、12月15日になると必ずしも一定の傾向は認められなかった。

両樹形樹の各着果部位における果汁の各組成アミノ酸含量についてみると、両樹形樹とも着果部位、あるいは調査日による変動が大きく、一定の傾向は認められなかった。

果汁中に比較的多く含有されるアスパラギン、アスパラギン酸、プロリン、アルギニン、グルタミン酸およびアラニン含量の総アミノ酸含量に対する割合の推移については第5図に示した。

果実の成熟に伴ってアスパラギン、アスパラギン酸、グルタミン酸含量は減少する傾向にあり、プロリン、アルギニン、アラニン含量は増加する傾向にあった。しかし、総アミノ酸含量に対する各アミノ酸含量の割合について、樹形および着果部位の相違による差異には一定の傾向は認められなかった。

考 察

わが国のウンシュウミカン果実の発育ステージにおい

Fig.5. Seasonal changes in ratio of each of major amino acids to total amino acids in fruit juice at different locations within a canopy in 1980.

て7～8月は細胞質増加期で、果実の生理代謝的な面から重要であり、この期間の気象条件は果実の品質に相当強く影響するものと考えられる(13)。

ところで、1980年のわが国の気象条件は甚だ異常であり、初夏から初秋にかけて降雨日数と降雨量が多く、その結果冷夏、寡日照となった(9)。このような気象条件下で9月から12月まで、開心自然形樹と柵仕立て樹における着果部位別の果実肥大と果実品質について調査したところ、果実の肥大および果皮の着色、果汁の糖度、滴定酸度からみた果実品質は、両樹形樹とも上部の果実で最もすぐれ、次いで下部の果実であり、内部の果実で最も劣ったが、下部と内部の果実の差異は小さかった。また、果汁の果糖、ブドウ糖、ショ糖含量は上部果実において他部位の果実より大幅に大きかった。一方、樹形の相違による果実の肥大、果皮の着色、果汁の滴定酸度の差異は認められなかったが、開心自然形樹の果実の糖度および果糖、ブドウ糖、ショ糖含量はいずれも、果実の着生部位にかかわらず、柵仕立て樹のそれらより

も終始高い値で推移した。有機酸組成のうち、果汁中で圧倒的に多量を占めるクエン酸含量は、果実が未熟な時には両樹形樹とも上部の果実でやや低い傾向を示したが、果実の成熟につれて着果部位間の差異はなくなった。果汁の総アミノ酸含量は樹形や着果部位との間に一定の傾向が見いだせなかった。また、比較的含量の多いアミノ酸について、総アミノ酸含量に対する割合をみると、果実の成熟につれて、プロリン、アルギニン、アラニンは増加し、アスパラギン、アスパラギン酸、グルタミン酸は減少したが、いずれも樹形、着果部位との間に一定の傾向は認められなかった。

ウンシュウミカンの果実肥大や果実への糖の集積および果実での酸の生成は樹体の光合成速度と密接に関係している。小野ら(12)によると光合成速度は照度に比例し、樹冠上部に対して晴天日の相対照度が20%以下になるような部位では、光合成速度は半分以下に低下し、果実の肥大と着色は劣り、果汁の糖度が低下するようになる。また、小野ら(10, 11)は、同じ照度では、曇天日

Table 4. Seasonal changes in amino acid composition of fruit juice

Fruit location			Asn.	Gln.	Asp.	Thr.	Ser.	Glu.	Pro.	Gly.
Harvested on Sept. 29, 1980	Open center form	South side top	59.3	+	41.5	7.2	18.8	26.7	8.7	0.6
		Interior	44.8	0.9	32.5	2.5	10.1	17.2	2.9	0.4
		North side skirt	33.6	+	41.4	3.4	11.7	21.6	3.1	0.5
	Fence form	Top	32.8	3.5	39.0	3.5	13.1	17.4	9.8	0.6
		Interior	32.3	+	33.3	2.3	9.8	15.3	1.6	0.3
		Skirt	23.8	5.0	39.3	3.0	7.0	17.5	2.2	0.4
	Open center form	South side top	75.3	3.4	43.2	6.0	14.8	21.4	6.9	0.6
		Interior	48.7	3.6	30.0	3.4	10.7	16.0	2.0	0.4
		North side skirt	48.4	+	38.7	4.4	10.7	20.9	8.8	0.5
Harvested on Oct. 15, 1980	Fence form	Top	46.0	1.2	31.9	4.2	9.6	14.5	2.6	0.4
		Interior	54.2	1.1	31.1	3.3	9.8	13.9	2.6	0.3
		Skirt	26.9	+	35.1	3.6	7.2	16.1	5.5	0.4
	Open center form	South side top	27.9	+	45.6	11.7	12.1	18.8	39.2	0.7
		Interior	35.2	2.7	35.6	11.2	10.1	18.0	24.1	0.4
		North side skirt	40.3	+	32.1	10.7	12.4	16.1	23.1	0.4
	Fence form	Top	27.5	+	29.9	10.4	9.1	13.6	24.6	0.5
		Interior	33.3	+	28.3	10.7	9.2	15.7	36.4	0.4
		Skirt	26.4	+	31.0	10.6	10.4	15.5	24.5	0.4
Harvested on Nov. 17, 1980	Open center form	South side top	39.4	5.9	21.5	5.1	14.8	12.1	36.1	0.6
		Interior	25.8	+	33.2	9.1	11.8	22.9	51.9	0.8
		North side skirt	22.4	+	29.9	11.0	10.3	17.4	75.0	1.0
	Fence form	Top	16.4	+	26.6	7.2	12.9	19.4	54.6	0.9
		Interior	33.1	+	23.3	7.9	9.9	21.9	43.6	0.6
		Skirt	33.8	+	22.0	7.1	10.9	15.4	35.6	0.7
	Open center form	South side top	39.4	5.9	21.5	5.1	14.8	12.1	36.1	0.6
		Interior	25.8	+	33.2	9.1	11.8	22.9	51.9	0.8
		North side skirt	22.4	+	29.9	11.0	10.3	17.4	75.0	1.0
Harvested on Dec. 15, 1980	Fence form	Top	16.4	+	26.6	7.2	12.9	19.4	54.6	0.9
		Interior	33.1	+	23.3	7.9	9.9	21.9	43.6	0.6
		Skirt	33.8	+	22.0	7.1	10.9	15.4	35.6	0.7
	Open center form	South side top	39.4	5.9	21.5	5.1	14.8	12.1	36.1	0.6
		Interior	25.8	+	33.2	9.1	11.8	22.9	51.9	0.8
		North side skirt	22.4	+	29.9	11.0	10.3	17.4	75.0	1.0
	Fence form	Top	16.4	+	26.6	7.2	12.9	19.4	54.6	0.9
		Interior	33.1	+	23.3	7.9	9.9	21.9	43.6	0.6
		Skirt	33.8	+	22.0	7.1	10.9	15.4	35.6	0.7

の光合成速度が晴天日の光合成速度よりかなり大きいこと、7～8月のウンシュウミカンの光合成速度は気温が28～29℃で最高となり、気温がそれ以上に上昇すると光合成速度はむしろ低下することを報告している。

著者らはさきにウンシュウミカンの開心自然形樹と柵仕立て樹を供試し、両樹形樹における着果部位別の微気象条件と果実品質を調査した。その結果、両樹形樹とも明らかに樹冠上部の果実で肥大がすぐれ、着色が先行し、内部の果実で肥大は劣り、着色は遅れたが、果汁の糖、酸含量に関して、樹形、着果部位との間に一定の傾向は認められなかった(1, 2, 3, 4)。これらの結果は新居(7)、西浦ら(8)の結果と必ずしも一致しないが、これはその調査地である香川県善通寺市は瀬戸内地域の多照寡雨地帯に属し、さきの調査年の1976, 1977年は気象条件は順調であり、両年とも7～8月の平均気温は高く、降雨日数ならびに降雨量は少なく、多日照であったことによるとと思われる。

さらに、1977年8月の典型的な晴天日と曇天日の両樹形樹における着果部位別の微気象条件を比較すると、晴天日には開心自然形樹では南側上部の総日射量が圧倒的

に高く、内部、北側下部ではそれぞれ南側上部の31%、45%であった。最高気温、最高果実温も南側上部で北側下部、内部より高く、最高果実温は南側上部で40℃、北側下部で33℃、内部では31℃であった。柵仕立て樹でも同様の傾向であったが、供試した柵仕立て樹の列は南北方向に走っているため、上部、内部、下部の総日射量はそれぞれ開心自然形樹の同じ部位の総日射量より少なかった。一方、曇天日には直射日光がないため最高気温、最高果実温は樹形、着果部位による差異はほとんどみられず、いずれも30℃前後であった。総日射量は開心自然形樹南側上部でも晴天日の71%であり、他部位では晴天日の半分近くまで減少した。

1976, 1977年は気象条件は順調であり、両年とも7～8月の平均気温は高く、降雨日数と降雨量は少なく、多日照であった。そのような年には、果実に直射日光が当たる樹冠外層部、すなわち開心自然形樹南側上部、柵仕立て樹東西側上部においては7～8月の強い日射条件では果実温が異常に上昇し、最高で40℃前後にまでなったので、果実呼吸量は大きくなり、光合成速度は低下し、果実の品質は逆に損われたものと推察される。一

at different locations within a canopy in 1980 (mg/100ml).

Ala.	Cys.	Val.	Met.	ILeu.	Leu.	Tyr.	Phe.	γ -ABA.	Lys.	His.	Arg.	Ammo.	Total
12.5	+	0.4	0.5	0.6	0.6	0.4	1.1	4.7	1.4	0.3	13.9	1.7	200.7
7.2	+	0.2	0.2	0.3	0.4	0.3	0.8	1.9	1.2	0.2	12.5	2.6	138.9
9.3	+	1.2	0.4	0.4	0.5	0.4	0.9	2.1	2.0	0.2	16.7	5.7	155.2
11.9	0.1	1.2	0.4	0.4	0.5	0.4	1.2	14.4	2.3	0.3	21.0	4.2	177.8
4.4	+	0.5	0.4	0.3	0.5	0.3	0.8	8.0	1.6	0.1	8.4	6.2	126.3
6.2	+	0.4	0.3	0.3	0.4	0.2	0.7	8.2	0.9	0.1	5.1	2.2	123.2
11.7	+	1.7	0.5	0.3	0.4	0.3	1.0	3.5	2.4	0.2	27.7	1.6	223.0
7.6	0.1	1.0	0.4	0.2	0.4	0.2	0.6	2.9	1.5	0.2	14.8	1.3	145.9
10.6	+	0.6	0.4	0.3	0.4	0.3	0.8	3.3	2.7	0.3	30.4	2.1	184.1
6.8	0.1	1.7	0.7	0.4	0.4	0.2	0.7	3.0	2.7	0.4	28.9	2.8	159.2
5.7	+	1.1	0.4	0.2	0.3	0.2	0.8	1.7	1.6	0.2	13.3	2.3	144.2
6.6	+	1.2	0.4	0.4	0.3	0.2	0.6	9.6	2.0	0.2	20.1	2.0	138.0
16.1	0.2	1.1	0.9	0.5	0.6	0.8	1.4	11.4	2.7	0.3	27.1	0.8	219.9
8.6	0.1	0.6	0.3	0.3	0.4	0.9	1.3	5.7	3.0	0.4	27.4	1.2	184.7
7.8	0.2	1.2	0.5	0.5	0.4	0.9	1.5	4.1	3.5	0.3	32.0	1.0	191.8
9.8	0.2	0.7	0.4	0.3	0.4	0.8	1.2	4.1	2.6	0.2	22.1	0.9	259.3
10.6	0.2	1.5	0.5	0.3	0.5	1.0	1.8	6.8	2.2	0.2	12.3	0.7	172.5
10.0	0.3	1.3	0.4	0.3	0.4	0.8	1.3	12.7	2.5	0.3	17.3	0.7	167.1
14.1	0.3	1.3	0.5	0.5	0.4	0.8	1.6	13.0	5.1	0.4	40.8	0.8	414.8
22.5	0.7	2.4	0.6	0.7	0.7	1.3	2.4	19.8	3.7	0.3	36.7	0.9	248.1
26.0	0.5	2.7	0.7	0.9	0.9	1.9	2.2	18.8	6.4	0.4	37.4	1.2	267.0
26.7	0.5	3.0	0.8	1.3	0.9	1.5	2.6	17.5	5.4	0.4	36.2	0.9	235.7
15.1	0.5	2.2	0.6	0.6	0.5	1.5	2.6	13.1	6.2	0.3	28.9	1.1	213.6
18.9	0.4	2.1	0.6	0.8	0.7	1.3	2.2	12.1	5.9	0.4	48.4	1.7	220.8

方、樹冠の下部や内部にはかなりの直射光、散乱光があって光合成が進行し、その結果樹冠上下、内外の着果位置による果実品質の差異は小さくなったものと思われる。

一方、1980年には7～8月の降雨日数が多く、その期間の日照時間は1976、1977年のそれらの71～74%であった。1980年には両樹形樹の各着果部位の微気象は測定しなかったが、このような気象条件下では直達光が当たる機会が少ないため、着果部位間の気温や果実温の差は小さく、開心自然形樹南側上部、柵仕立て樹上部でも最高果実温は果実品質に悪影響を及ぼすほど高くなかったものと考えられる。したがって、果実の肥大や品質の変動には各着果部位における日射量の多少が強く影響したものと考えられる。すなわち、開心自然形樹においては、1976、1977年の観測値から推定して、南側上部の総日射量は平年の約70%で、果実品質の低下をひき起こすほどには光合成速度は低下せず、しかも葉温、果実温は適度で光合成量はかなりあり、果実への糖類の蓄積は多く、果実の肥大、着色は順調であったが、内部、北側下部では受光量は極めて少なく、光合成量が少なかった

ため、果実の肥大、糖の蓄積も劣ったものと考えられる。しかし、開心自然形樹では樹冠が半球形のため、樹全体の受光量は曇天日でも比較的多く、樹冠表層部の葉での光合成量は多く、そこから転流により内部、北側下部の果実へも糖の移行、蓄積がある程度あったものと考えられる。柵仕立て樹では樹列が南北方向のため、上部、下部ともそれぞれ東側で午前、西側で午後だけしか日射がなく、開心自然形樹に比べて全般に受光量が少ない。1980年度の受光量は、平年度の観測値から推定して、開心自然形樹南側上部の日射量に対して上部でも約6割、下部で約1/3、内部では約1/5しかなかったものと考えられる。すなわち、樹冠表層部の葉といえども、またいずれの着果部位においても、光合成速度に対して受光量が大幅に不足し、光合成量は極めて少なく、上部の果実の肥大は順調であったものの、各部位とも果実への糖の集積が大幅に少なく、糖含量からみた果実品質は開心自然形樹のいずれの部位の果実より劣ったものと推察される。

有機酸は直接の光合成産物ではなく、果実内で代謝の過程で生成される。またアミノ酸は植物の導管内を移動

する窒素化合物の主たるものであり(5), その含量は樹体の窒素レベルに左右される。そのため, それらの生成, 分解は日照の直接的な影響は受けにくいものと考えられ, 加えて曇天日においては両樹形樹の着果部位間の気温, 果実温に差がないため, 果実中の有機酸およびアミノ酸組成と含量には, 樹形, 着果部位による相違はみられなかったものと思われる。

摘 要

1980 年の 7~8 月は, 降水日数および降水量が多く, 冷夏, 寡日照であった。このような異常気象条件下でのウンシュウミカン果実の発育およびその品質について, 開心自然形樹および柵仕立て樹における着果部位(開心自然形樹南側上部, 内部, 北側下部, 柵仕立て樹上部, 内部, 下部)別の差異を, 9 月から 12 月にかけて調査した。結果は以下のとおりである。

1. 開心自然形樹, 柵仕立て樹とも果実の肥大は樹冠の上部の果実ですぐれ, 内部, 下部の果実で劣った。
2. 両樹形樹とも, 果皮の着色度と色差計の a 値は上部の果実で高く, 次いで下部の果実であり, 内部の果実で最も低かった。
3. 両樹形樹とも, 果実の果汁の糖度は上部の果実で高く, 下部, 内部の果実で低かった。開心自然形樹の各着果部位の果実の果汁の糖度はいずれも柵仕立て樹の各着果部位の果実のそれより高かった。果汁の果糖, ブドウ糖, ショ糖含量はいずれも, 糖度の高い果実において高く, 糖度の低い果実において低かった。
4. 両樹形樹とも, 果汁の滴定酸度は上部の果実で低い傾向にあったが, 樹形, 着果部位間の差異は小さかった。果汁中のクエン酸含量および総有機酸含量は滴定酸度の高い果実において高かった。
5. 果実の成熟に伴って, 果汁のアミノ酸総量に対して, プロリン, アルギニン, アラニンの割合は高くなり, アスパラギン, アスパラギン酸, グルタミン酸の割合は低くなる傾向にあったが, いずれのアミノ酸含量も樹形, 着果部位との間に一定の傾向は認められなかった。

謝 辞 本稿を校閲いただいた鹿児島大学農学部, 岩堀修一助教授に謝意を表する。

引用文献

1. 大東 宏・小野祐幸・富永茂人・森永邦久・工藤和典. 1980. ウンシュウミカンの栽植方式と樹形に関する研究。(第1報)異なる樹形における着果部位別日射量, 気温の日変化と1日の積算日射量. 園学雑. 49: 331—346.
2. 大東 宏・小野祐幸・富永茂人・森永邦久・工藤和典. 1981. ウンシュウミカンの栽植方式と樹形に関する研究。(第2報)異なる樹形における着果部位別の日射量, 気温及び果実温の旬平均値の時期別変化と相互関係, 園学雑. 49: 523—533.
3. 大東 宏・富永茂人・小野祐幸・森永邦久. 1981. ウンシュウミカンの異なる樹形における収量および着果部位別の品質について. 園学雑. 50: 131—142.
4. 大東 宏・富永茂人. 1981. ウンシュウミカンの異なる樹形における着果部位別の果実品質, 特に糖, 有機酸およびアミノ酸組成について. 園学雑. 50: 143—156.
5. 加藤忠司・塚原貞雄. 1981. ミカンの導管内を移動する主要窒素成分の季節変化とその起源. 園学要旨 昭 56 春: 22—23.
6. 松本和夫. 1973. 柑橘園芸新書, 養賢堂, 東京.
7. 新居直祐. 1971. 果樹の発育と昼夜の温度条件に関する研究——ブドウと温州ミカンを中心として——. 静岡大農学園芸研報. 5: 1—89.
8. 西浦昌男・伊庭慶昭・木原武士・朝原三千代. 1968. 温州ミカン果実の形質と着果位置が果実品質に及ぼす影響. 園試興津年報(果, 加)昭和 42 年: 40—42.
9. 能登正之・久保木光照・朝倉 正・田代茂夫. 1980. 1980年の冷い夏. 気象. 1980: 2—5.
10. 小野祐幸・工藤和典・大東 宏. 1978. 温州ミカンの光合成作用および生産構造に関する研究. 第1報. 環境要因が光合成速度に及ぼす影響について. 四国農試報. 31: 147—158.
11. 小野祐幸・大東 宏. 1978. 温州ミカンの光合成作用および生産構造に関する研究. 第2報. 圃場における環境要因が成木の光合成速度に及ぼす影響について. 四国農試報. 32: 1—12.
12. 小野祐幸・森永邦久・富永茂人・大東 宏. 1980. 温州ミカン成木における樹冠の部位別光合成能について. 園学要旨 昭 55 春: 22—23.
13. 沢村正義・篠島 豊. 1973. ^{14}C -トレーサ法による温州ミカンの転流物質について. 農化. 47: 733—735.