

## 晩生カンキツの果実品質に及ぼす果実周辺環境条件に関する研究(1)

誌名	果樹試験場報告. D, 口之津 = Bulletin of the Fruit Tree Research Station. Ser. D, Kuchinotsu
ISSN	03879011
巻/号	7
掲載ページ	p. 39-55
発行年月	1985年3月

## 晩生カンキツの果実品質に及ぼす果実周辺の 環境条件に関する研究

### I 福原オレンジの果実品質に及ぼす着果位置と その微気象的環境要因との関係†

内田 誠・吉永 勝一††・河瀬 憲次†††

#### I 緒 言

近年、我が国では各地でウンシュウミカンから他のカンキツ類への品種更新が進められている。その中にはネーブルオレンジを始めとするオレンジ類もいくつかあり、本報でとり上げた福原オレンジも、かつて結果性の良いオレンジとして注目された品種のひとつである。ウンシュウミカンから、これら中晩生カンキツへの更新は価格の低迷もさることながら、消費者の高品質嗜好を反映したものである。従ってオレンジ類の貿易自由化への動きと相まって、今後、我が国のカンキツ栽培においては外観だけでなく、果汁品質の良い果実を生産することが重要な課題である。しかし、我が国のオレンジ栽培の歴史は古いが、産地が限られていたこともあり、オレンジ類の果汁の品質向上を目的とした試験研究は少なく、とりわけ福原オレンジにおける成績は少ない(垣内ら, 1971; 山田ら, 1976; 石内ら, 1977; 大東ら, 1981a)。また、着果位置と果実品質との関係についての報告は、ウンシュウミカンでは多いが(西浦ら, 1968; 原田ら, 1971; 鈴木ら, 1973; 岩垣ら, 1979; 木原ら, 1981; 大東ら, 1981b)、他のカンキツ類において山津(1971)、内田ら(1977)、富田ら(1978, 1979)の報告があるにすぎず、これらの結果は細部において必ずしも一致していない。従って、中晩生カンキツの増殖に伴い、種々のカンキツ類に対して品質の要因解析が必要になってきた。

本報は、福原オレンジ成木の収穫期における果実品質の樹冠内変動を細分化して調査したものと、各着果位置の果実品質を時期を追って調査するとともに微気象についての調査を行い、果実周辺の環境要因(温度、照度)の品質に及ぼす影響を検討したものとから成る。

本文に先だち、この研究への助言をいただいた育種研究室長、奥代直巳氏ならびに園の提供を快諾された高見一男氏に深く感謝の意を表す。

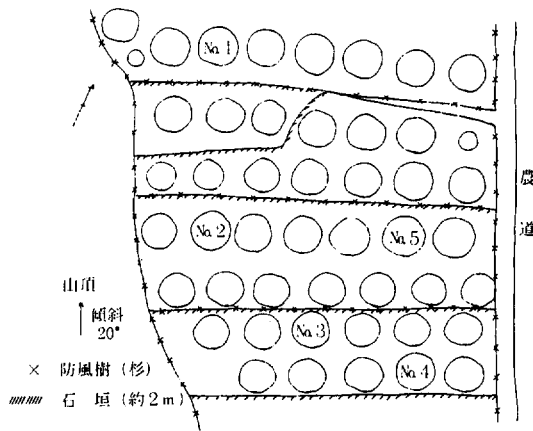
#### II 材料及び方法

##### 試験 I 収穫時(2月)の果実品質の樹冠内変動

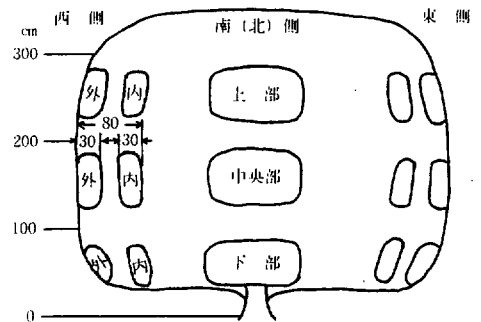
† 果樹試業績番号: D-59

†† 現果樹試安芸津支場

††† 現果樹試興津支場



第1図 供試圃の地形と供試樹(No. 1~No. 5)



第2図 着果部位別サンプリング位置

調査園及び調査樹：調査園は長崎県南高来郡加津佐町，高見一男氏所有の園であり，南東向きの傾斜地（約20度）に階段畑で連年安定生産を行っていた。供試樹は20年生，樹高約3.5 m，樹冠の直径約4 mで樹勢の良好な5樹を供した。このうち4樹がユズ台，1樹がカラタチ台であった（第1図）。

サンプリング方法：1973年2月27日，東西南北の4方位について，それぞれ地上からの高さ250 cm（上部），150 cm（中央部），50 cm（下部）の位置で，樹冠外周（外なり）及び樹冠外周から約65 cm 内部（内なり）の計24個所に分け，それぞれの部位から任意に5果を採取した（第2図）。

分析方法：各区ごとに5果をまとめて搾汁し（富士電気社製，ジューサー使用），果汁の可溶性固形物，Brixを常法により測定，酸は0.1 N-NaOHで中和滴定し，クエン酸含量として表した。糖は改良ベルトラン法で全糖（4% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>で加水分解），及び還元糖含量を求め，非還元糖は（全糖－還元糖）×0.95により算出した。なお，還元糖率は非還元糖と還元糖の割合（%），すなわち，（還元糖／非還元糖）×100で求めた。

データの統計処理：各着果位置を3要因，5樹を反復として，繰り返しのある三重分類データとし，農林研究計算センターの電子計算機を使い分散分析を行った（野中，1968）。なお，要因Aの寄与率（ $\rho_A$ ）は $\rho_A = (A \text{ の変動} - A \text{ の自由度} \times \text{誤差}) \times 100$ で求めた（田口，1958）。

## 試験2 果実周辺の微気象的環境要因と果実品質

### 実験(1) 樹冠内の微気象及び果実温度

調査は試験1と同じ園のなかで比較的結実良好な4樹を用い（ユズ台），1975年8月下旬に以下の測定を行った。なお測定時間帯はいずれも午後2時30分から3時30分であった。

照度：樹冠外周より50 cm 内部を方位別に4個所，高さ別に50, 150, 250 cmの3個所の計12部位について，光電池照度計（東京光学機械製，SPI-5）を用い測定した。ただし，1部位の測定値として，平板内（30×20 cm），12個所の平均値を用いた。

外気温：樹冠外周と50 cm 内部，高さ別に50, 150, 250 cm，それに4方位の計24部位を熱電対温度計（安立計器製，HPB-4FR6）を用いて測定した。

果皮，果肉及び葉の温度：外気温の測定部位に結実していた代表的な果実を1個選び，その陽光面

側の果皮の表面温度(果皮温),及び陽光面側3 cm 内部の果肉温度(果肉温),さらに測定果の近傍に着生した葉の陽光面側の表面温度(葉温)を測定した。センサーには銅・コンスタンタンの熱電対で、果皮温及び葉温は板状のもの、果肉温には針状のものを使用した。

#### 実験(2) 初秋及び冬季における着果位置と品質

微気象調査に供した樹を用い、樹冠内外の高さ別に150 cm(中央部)、50 cm(下部)の2個所、方位別に南北の2方位、計8部位から5個ずつ果実を採り分析に供した。分析法ならびに統計処理は試験1に準じた。果皮の着色程度は測色色差計(京浜電色製)を用い、L, a, bの値から $\tan \theta = b/a$ の $\theta$ 値を求め、果皮色相として検討した。本調査は1975年9月4日及び翌年1月22日に行った。

#### 実験(3) 夏季及び冬季における果実の大きさ別にみた着果位置と品質

調査園内から結実良好な3樹(ユズ台)を供試し、1976年7月16日、地表面から約150 cmの高さの結実果を樹冠の南、北面、さらに樹冠の内、外周部とに分け、それぞれの着果位置別に全果の横径を調査した。さらに、それぞれの位置の果実から大果及び小果をそれぞれ10~20個ずつ採取し、糖の分析に供した。分析は採取果実を直ちに80°Cで熱風乾燥し、粉碎後、80%熱アルコールで糖を抽出し、アルコールを除去したのち、還元糖の定量をベルトラン法で行った。また同年12月20日、別途同様な方法で位置別に採取した果実について、従来の方法に準じて品質調査を行った。なお、果皮の着色程度の判定にはカラーチャート(山崎ら、1980)を用いた。

### III 結果及び考察

#### 1. 収穫時(2月)の着果位置と果実品質

収穫期(2月下旬)における果実分析結果を第1表に示し、各要因の有意性ならびに寄与率を第2表に示した。福原オレンジの果実品質は樹間の変異が著しいとされており(奥代ら、1969)、本試験でも5樹の反復による寄与率が3要因の寄与率の合計値より大きくなる分析項目がいくつか認められた。なかでもクエン酸と非還元糖含量において顕著であり、この両者は樹間変動がとくに著しいものと考えられる。なお、果皮の着色についてはほとんど差が認められなかったため調査していない。着色期における変動については試験2で取り上げた。

##### (1) 方位と果実品質との関係

方位と果実重、果肉歩合との関係は認められず、果汁歩合は樹冠北側の果実で高かった。果汁のBrix、可溶性固形物は樹冠西、南側の果実で高く、クエン酸含量も南側の果実で高く、次いで西、東、北側の順であった。甘味比には差がなかった。還元糖含量は樹冠南、西側の果実で高く、北、東側で低かった。一方、非還元糖含量には差がなく、還元糖率は東側の果実が顕著に低かった。なお全糖含量には差がなかった。

ウンシュウミカンにおいて、方位による品質差は小さいとされているが(岩垣ら、1977;木原ら、1981;大東ら、1981b)、別府ら(1973)はクエン酸含量は北側でやや低く、南、西側でやや高いとしている。また田中ら(1978)の数量化による多要因解析においては、糖酸に及ぼす方位の寄与度は高さや樹冠内外のそれよりも大きかった。すなわち糖は南~西側が北~東側よりも高く、酸は西側で最も高

第1表 福原オレンジの着果部位と品質との関係(1973年2月27日)

着果部位	分析果 果実重 (g)	果肉 歩合 (%)	果汁 歩合 (%)	Brix	可溶性 固形物 (%)	クエン 酸 (g/ 100 ml)	甘味比	全糖 (g/ 100 ml)	還元糖 (g/ 100 ml)	非還 元糖 (g/ 100 ml)	還元 糖率	
方位	東	168	63.3	72.9	9.6	10.4	0.99	10.7	7.54	3.36	3.99	82.8
	西	162	63.8	72.9	10.0	10.8	1.01	10.6	7.76	3.47	4.09	85.0
	南	162	63.6	72.3	9.9	10.8	1.04	10.4	7.84	3.57	4.05	85.4
	北	174	63.9	74.4	9.4	10.3	0.96	11.0	7.52	3.24	4.08	84.8
高さ (cm)	250	172	63.1	72.8	10.2	11.0	1.03	10.8	8.08	3.71	4.16	89.3
	150	169	63.2	73.2	9.6	10.4	1.00	10.6	7.50	3.34	3.95	83.2
	50	163	64.7	73.4	9.7	10.3	0.99	10.5	7.43	3.17	4.05	78.5
樹冠	外周部	171	62.9	72.8	10.0	10.9	0.99	11.1	7.91	3.61	4.10	87.3
	内部	165	64.3	73.5	9.4	10.2	1.01	10.2	7.42	3.20	4.00	80.0

第2表 着果部位と品質との関係の有意性と各要因の寄与率(第1表の統計解析)

	要因	分析果 平均重	果肉 歩合	果汁 歩合	Brix	可溶性 固形物	クエン 酸	甘味比	全糖	還元 糖	非還 元糖	還元 糖率
有意性	方位	NS	NS	*	**	**	*	NS	NS	*	NS	**
	高さ	NS	**	NS	**	**	*	NS	**	**	*	**
	樹冠	*	**	NS	**	**	NS	**	**	**	NS	**
	樹間	**	**	NS	**	**	**	**	**	**	**	**
寄与率 <sup>a</sup> (%)	方位	3	0	8	7	8	5	0	1	5	2	8
	高さ	4	8	0	19	16	1	0	13	20	4	20
	樹冠	3	8	1	17	19	0	9	10	16	1	14
	樹間	30	28	0	24	27	54	52	45	28	51	17
	誤差	60	56	91	33	30	40	39	31	31	42	41

<sup>a</sup> 寄与率  $\rho_A = (A \text{ の変動} - A \text{ の自由度} \times \text{誤差}) \times 100$

く北側で最も低かった。川野なつだいだい(山津, 1971)では, Brix, 可溶性固形物, クエン酸含量ともに, 西>南>東>北の順であった。パレンシアオレンジ(Sitesら, 1949, 1950)でも, 可溶性固形物の値が酸含量に大きく影響されている傾向が認められ, クエン酸含量は樹冠の西側で高く, 北側で低いと報じられている。

以上のことから, 一般に方位との関係は糖含量よりも酸含量に現れやすく, クエン酸含量は樹冠南, 西側の果実でやや高いものと思われる。なお北側の果実のクエン酸含量がやや低いのは, この部位の果実の果汁歩合が高いことから, 希釈による影響も無視できないものと思われた。

## (2) 高さと果実品質との関係

本試験においてサンプリングした高さは地上高, 50, 150, 250 cm の3部位である。これら着果位置の高さと果実重や果汁歩合との関係は認められなかったが, 果肉歩合は下部の果実ほど高かった。果汁のBrix, 可溶性固形物, 全糖含量に及ぼす高さの寄与率は比較的大きく, 全糖含量においては3要因中最大であった。一方, クエン酸含量に対する寄与率は小さかった。すなわち, Brix, 可溶性固形物, 全糖含量はいずれも樹冠上部で高く, 下部で低かった。また, クエン酸含量も同様の傾向であり,

糖酸比も上部で高くなった。糖組成では還元糖含量が上部ほど高く、還元糖率も同様であり、この寄与率は3要因中最大であった。

ウンシュウミカンにおいて、鈴木ら(1973a)は下部の果実で果肉歩合が低いことを報じており、Brix、可溶性固形物については一般に着果位置が高いほど増加すること、クエン酸含量は上部で高いが、中央部ではやや低いことが知られている(西浦ら, 1968; 鈴木ら, 1973b; 別府ら, 1973; 木原ら, 1981) 本報でも樹冠南及び北側の外周部の果実で同様のことが認められた(第3表)。一方、川野なつだいい(山津, 1971)では、上部ほどBrixは高いが酸は逆に低く、従って糖酸比は上部ほど高い。ハッサク(富田ら, 1978)では糖、酸ともに差がないとされる。パレンシアオレンジ(Sites, 1949, 1950)において、可溶性固形物は樹冠上部ほど明らかに増加すること、クエン酸含量は着果位置によってその傾向を異にするが、平均ではやはり上部において高いこと、甘味比もまた上部ほど高いことが報じられている。

以上のことから、糖含量は上部で高いが、酸含量は品種や成熟度によっても影響され(鈴木ら, 1973; 木原ら, 1981)、福原オレンジにおいてはパレンシアオレンジと同傾向をもつものと思われた。

### (3) 樹冠内外の違いと品質との関係

樹冠外周部の果実は内部の果実より重く、果肉歩合は低かった。果汁のBrix、可溶性固形物、全糖含量は樹冠外周部で明らかに高かった。還元糖含量も樹冠外周部で高く、非還元糖含量には差がなかった。従って還元糖率は明らかに外周部の方が高かった。また、クエン酸含量には差がなかった。

第3表 着果部位と果実のクエン酸含量 (g/100ml)

高さ (cm)	樹冠外周部					樹冠内部 <sup>a</sup>				
	東	西	南	北	平均	東	西	南	北	平均
250	1.03	1.04	1.03	0.97	1.02	1.01	1.02	1.09	1.02	1.03
150	0.96	1.03	1.03	0.89	0.98	1.02	1.03	1.00	1.01	1.01
50	0.92	1.01	1.04	0.96	0.98	1.00	1.01	1.03	0.92	0.99
平均	0.97	1.03	1.03	0.94	0.99	1.01	1.02	1.04	0.98	1.01

<sup>a</sup> 樹冠外周部より 65 cm 内部

樹冠外周部の肥大が良いことは、ウンシュウミカンで岩垣ら(1979)や木原ら(1981)が、川野なつだいいでも富田ら(1979)が認めているが、果肉歩合については論及していない。一般にウンシュウミカンにおいては、糖含量は外周部で高く、クエン酸含量は逆に低いとされている(西浦ら, 1968; 原田ら, 1971; 木原ら, 1981)が、クエン酸含量については外周部の方が高いとする報告もある(別府ら, 1973; 岩垣ら, 1979)。一方、川野なつだいいのクエン酸含量は外周部の方が低いといわれているが(山津, 1971)、著者らは(内田ら, 1985)、発育初期には明らかに内なり果の方が高いが、成熟とともに樹冠内外の差は小さくなり、その後内なり果の方が逆に低くなることを見ている。パレンシアオレンジにおいては(Sites, 1949, 1950)、可溶性固形物は外周部の果実で明らかに高いが、クエン酸含量は着果位置によって異なった。すなわち、樹冠上部では外周部の方が低い、下部では逆に高い。本報においても、さらに詳しくみると(第3表)、樹冠中央部(150 cm 高)で内外の差が最も大きく、下部での差は小さかった。しかし、方位間でも異なり統計的に有意性は認められなかった。

以上のことから、果汁の糖含量は外周部の方が明らかに高いが、クエン酸含量については着果部の

高さや方位ならびに果実の成熟度によって異なるものと思われた。

## 2. 微気象と品質

### (1) 樹冠内の微気象及び果実温度

樹冠内の部位別照度を第4表に示した。測定は曇天及び晴天の日中に行い、いずれも樹冠外周より約50 cm内部である。供試樹は整枝せん定が十分に行われているため、一般的傾向はとらえ難いが、方位間では樹冠の南、西側が東、北側よりも高く、この傾向は下部ほど顕著であった。高さ別にはどの方位も明らかに上部ほど高かった。

各着果位置の外気温、果皮温、果肉温、葉温を第5表に示し、要因別の有意性及び寄与率を第6表に示した。外気温は方位間では、樹冠の南、西側が東、北側よりも1°Cほど高く、この寄与率は3要因中最大であった。これに対し、高さ別には差が認められず、樹冠内外では外周部の方が0.6°C高かった。

果実の果皮温は、方位間では外気温同様、南、西側の果実が東、北側より高く、その差は2.5°Cと

第4表 樹冠内の照度 (Klx) —樹冠外側より50 cm内部—

樹No.	高さ 50 cm				高さ 150 cm				高さ 250 cm			
	東	西	南	北	東	西	南	北	東	西	南	北
1	8.1	24.8	9.6	3.8	18.1	15.0	5.0	18.8	5.8	16.3	33.3	42.3
2	13.7	16.3	39.4	8.9	37.3	28.1	35.2	20.4	76.5	52.5	45.1	107.8
3	1.5	13.0	21.5	11.5	13.4	46.8	17.8	7.2	17.8	22.6	42.5	129.6
4	8.4	8.6	3.7	11.8	13.7	13.2	15.4	8.9	31.0	19.1	54.8	32.9
平均	7.9	15.7	18.6	9.0	20.6	25.8	18.4	13.8	32.8	27.6	43.9	18.2
	(10.1)	(20.1)	(23.8)	(11.5)	(26.3)	(33.0)	(23.5)	(17.6)	(41.9)	(35.3)	(56.1)	(100.0)

( )内は平均照度の最も高かった上部・北側を100とした場合の指数

測定日時及び気象

No. 1, 2	1975年8月21日	うす曇
No. 3	1975年8月20日	快晴
No. 4	1975年8月27日	曇

外気温のそれよりも著しかった。高さ別には下部の果実が上部、中央部に比べ約1°C高かった。樹冠内外では外周部の果実が内部果実よりも3.2°C高く、この寄与率は3要因中最大であった。以下、果肉温、葉温ともにほぼ果皮温と同様であった。

新居ら(1972)や鈴木ら(1972)は早生ウンシュウミカンの成木を供試し、春～冬季にかけて樹冠内の日射量、照度、気温を測定し、日射量及び照度は外側>内側、上>中>下部の関係にあり、下部では上部の10%程度であると報告している。気温については上部と中部の差は小さいが、下部では明らかに低いとしている(鈴木ら, 1972)。著者ら(1985)は13年生川野なつだいを供試し、樹冠外周部と内部の日射量及び気温、外なり果と内なり果の果肉温を8月から翌年5月まで連続して測定しているが、ほぼこれらと同様の結果を得ている。本報の場合、樹冠下部の照度の低下はこれらの報告より少なく、また気温の低下も認められなかった。これは供試樹の枝の配置の相違と、測定位置が外周部より50 cm内であったことによる。これらの気象データは日変化や季節変化はあるものの樹冠内の差は年間を通じ同様の傾向と考えられる(新居ら, 1972; 鈴木ら, 1973; 内田ら, 1985)。

第5表 樹冠内の外気温、果実温度ならびに葉温 (°C)

測定部位		外気温	果皮温 <sup>a</sup>	果肉温 <sup>b</sup>	葉温 <sup>c</sup>
方位	東	31.3	30.5	30.1	30.9
	西	32.2	32.5	32.0	32.1
	南	32.3	32.8	32.5	32.4
	北	30.8	29.8	30.1	30.5
高さ (cm)	250	31.6	31.1	30.9	31.3
	150	31.6	31.0	30.6	31.4
	50	31.7	32.1	31.6	31.8
樹冠	外周部	31.9	33.0	32.6	32.5
	内部	31.3	29.8	29.5	30.5

a 陽光面側の果皮表面温度  
 b 陽光面側の果肉温度 (3 cm 内部)  
 c 陽光面側の葉の表面温度

} 測定日時は第4表に同じ

第6表 樹冠内微気象に及ぼす各要因の統計的有意性と寄与率 (第5表の解析)

要因	有意性				寄与率 (%)			
	外気温	果皮温	果肉温	葉温	外気温	果皮温	果肉温	葉温
方位	**	**	**	**	24	29	17	11
高さ	NS	*	NS	NS	0	2	2	0
樹冠内外	*	**	**	**	5	31	29	18
方位×高さ	NS	NS	NS	NS	0	0	0	0
方位×樹冠	NS	**	**	**	0	10	10	7
高さ×樹冠	NS	*	*	NS	0	2	3	0

以上のことから、各着果位置と日中の環境要因との関係をみると、1) 方位別には樹冠の南、西側は東、北側に比べ照度は高く、果実周辺の外気温が上昇し、果実温度も高く推移すること、2) 高さ別には照度は上部ほど高いが、温度にはほとんど差がないこと、3) 樹冠内外では照度は明らかに外周部で高く、このことが外気温よりも果実温度を著しく上昇させていることなどが推察された。

以下、これらの着果位置別の微気象要因特性と果実品質との関係について時期別に検討していく。

(2) 初秋及び冬季における着果位置と品質

初秋(9月初旬)における分析結果を第7表に、各要因の有意性ならびに寄与率を第8表に示した。

方位によって果実重、果汁率に差があり、しかもこの要因は3要因中最大であった。すなわち、果実重は樹冠の南側で重く、果汁率は高かった。これは南側の果実の発育が温度によって促進された結果であると考えられる。しかし、果汁の Brix、全糖及びクエン酸含量には差がなく、還元糖のみ南側の外周部で高かった。高さで果実重との関係は認められないが、果汁率は中央部(150 cm 高)の果実でやや高かった。果汁内容物には差がなかった。これに対し、樹冠内外の各分析項目に対する寄与率は大きかった。すなわち、樹冠外周部の果実は重く、有意性はないものの Brix は高く、クエン酸含量は低い傾向を示した。全糖、還元糖含量はともに高く、還元糖率も高かった。



第7表 福原オレンジの着果部位別品質調査(1975年9月4日)

方位	高さ (cm)	樹冠	果実重 (g)	果汁重/ 果実重 (%)	Brix	クエン酸 (g/100ml)	全糖 (g/100ml)	還元糖 (g/100ml)	非還元糖 (g/100ml)	還元糖 元率 (%)
南	150	外周部	64.0	22.1	9.4	3.91	3.86	2.05	1.72	121.6
		内部	50.5	21.2	8.6	4.50	2.54	1.16	1.77	70.7
	50	外周部	49.3	19.5	9.2	3.88	3.45	1.69	1.67	101.6
		内部	43.9	17.4	8.6	4.47	2.23	0.93	1.24	74.4
北	150	外周部	48.3	19.1	9.0	4.28	2.95	1.45	1.44	99.3
		内部	40.8	15.5	8.8	4.25	2.48	1.10	1.31	84.7
	50	外周部	43.4	11.6	9.2	4.33	2.94	1.35	1.52	91.3
		内部	41.7	18.3	8.5	4.54	2.22	0.87	1.29	67.0

第8表 着果部位と品質との関係の統計的有意性と各要因の寄与率(第7表の解析)

	要因	果実重	果汁重/ 果実重	Brix	クエン酸	全糖	還元糖	非還元糖	還元糖 元率
有意性	方位	*	**	NS	NS	NS	*	NS	NS
	高さ	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	樹冠内外	*	NS	NS	NS	**	**	NS	**
寄与率 (%)	方位	24	28	0	0	6	9	7	0
	高さ	12	12	0	0	1	5	0	2
	樹冠内外	16	0	19	13	51	53	5	40

次に、同じ樹の冬季(1月下旬)の分析結果と統計解析結果を第9, 10表に示した。方位と果実重との関係は9月同様認められたが、果肉歩合、果汁歩合及びクエン酸含量には差がなかった。果汁のBrix, 全糖含量は南側が有意に高く、しかもその寄与率は3要因中最大であった。また、果皮の色相への寄与率も3要因中最大であり、南側の果実の方が着色は勝った。高さとの関係も、全糖、還元糖含量、還元糖率で認められるようになり、これらの値は中央部(150 cm高)の方が下部より高かった。しかし、その寄与率は小さかった。クエン酸含量については差がなかった。着色は中央部の方が下部よりも勝った。樹冠内外では、外周部の果実の果肉歩合が明らかに低く、果汁のBrix, クエン酸含量に差がなく、全糖含量の差も見られなくなった。しかし、Brix, 全糖含量が高く、クエン酸含量は低いという傾向は9月同様認められた。還元糖含量はひき続き高く、還元糖率も高く、これらの寄与率は3要因中最大であった。なお、着色には差がなかった。

このように、発育初期において樹冠南側の果実肥大が良いのは、この部位で外気温が高く(Caprioら, 1955; Cooperら, 1963; 栗原, 1969; 新居ら, 1970), 日射量が多いため(葦沢ら, 1969; 新居ら, 1972; 鈴木ら, 1972, 1973a)と考えられる。一方、果汁内容物については樹冠内外の影響が大きく、外周部の果実で糖含量、なかでも還元糖含量が高くなった。これは、この部位の日射量が多く(Youngら, 1969; 葦沢ら, 1969; 栗山ら, 1970; 新居ら, 1972), 果実温が上昇しやすいため(内田ら, 1979; 大東ら, 1981; 宇都宮ら, 1982)と考えられ、著者は川野なつだいだいの1果実内でも同様のことを認めている(内田, 1983)。成熟が進むと、果汁内容物と樹冠内外との関係が小さくなり、かわって方位との関係が強くなったが、この理由については定かではない。

第9表 福原オレンジの着果部位別品質調査 (1976年1月22日)

方位	高さ (cm)	樹冠	果実重 (g)	果肉歩合 (%)	果汁歩合 (%)	Brix	(g/100 ml)				還元糖率 (%)	果皮 <sup>a</sup> 色相 (θ)
							クエン酸	全糖	還元糖	非還元糖		
南	150	外周部	138	62.7	52.4	10.1	1.70	7.86	3.91	3.91	104.2	47.5
		内部	145	66.4	53.8	9.1	1.72	7.17	3.22	3.22	85.9	45.7
	50	外周部	145	64.6	56.2	9.4	1.62	6.94	3.30	3.30	95.3	46.1
		内部	142	69.5	61.3	8.8	1.66	6.39	2.72	2.72	78.1	47.0
北	150	外周部	130	63.4	54.2	8.5	1.57	6.39	3.06	3.06	96.8	46.3
		内部	122	68.1	58.8	8.3	1.70	6.08	2.64	2.64	81.1	49.4
	50	外周部	124	65.4	59.3	8.2	1.68	5.89	2.62	2.62	84.6	51.7
		内部	122	69.5	57.3	8.0	1.77	5.63	2.33	2.33	74.5	52.9

<sup>a</sup> tan θ = Lb/La より求める

第10表 着果部位と品質との関係の統計的有意性と各要因の寄与率 (第9表の解析)

	要因	果実重	果肉歩合	果汁歩合	Brix	クエン酸	全糖	還元糖	非還元糖	還元糖率	果皮色相
有意性	方位	*	NS	NS	**	NS	**	**	**	NS	**
	高さ	NS	NS	NS	NS	NS	*	**	NS	*	*
	樹冠内外	NS	**	NS	NS	NS	NS	**	NS	**	NS
寄与率 (%)	方位	41	0	0	49	0	47	36	45	9	34
	高さ	0	11	15	4	0	16	19	5	16	12
	樹冠内外	0	53	2	7	0	6	22	0	51	0

(3) 夏季及び冬季における着果位置と果実の大きさならびに品質

果実の大きさは品質と密接な関係にあり、一般に小さい果実ほど果汁は濃厚であるとされている(平野, 1975; 別府ら, 1973; 木原ら, 1981)。そこで、果実の大きさを配慮して品質との関係を論ずる必要があり実験(3)を行った。

夏季調査(7月中旬)での着果位置と果径との関係を第11表に示し、各要因の有意性ならびに寄与率を第12表に示した。果径は方位間にのみ有意性が認められ、南側の果実が明らかに大きかった。また、樹冠外周部の果実や有葉果の方が大きい傾向も認められた。このように、方位間での果実重の差は既に7月の幼果において生じていることが明らかとなった。

第11表 幼果における着果部位と果径(cm)との関係 (1976年7月)

果実	樹冠外周部		樹冠内部	
	南	北	南	北
有葉果	2.7	2.1	2.3	2.0
直果	2.3	2.0	2.0	1.9

第12表 着果部位と果径との関係の分散分析表 (第11表の解析)

要因	F値	有意性	寄与率 (%)
方位	14.0	*	29
樹冠	6.3	NS	12
着葉	6.1	NS	12

ウンシュウミカンで岸野(1966)や原(1966)は開花日は3月下旬~4月中旬の気温との相関が高いとし、鈴木ら(1973)は、樹冠上部や外周では開花期がやや早まり、これには照度や気温が密接に関係していると報告している。また立川ら(1971)は7月の果径調査では開花の早かった果実ほど大きいことを報告し、同様のことを富田らは川野なつだいだい(1979)や、ハッサク(1981)でも認めている。以上

第13表 福原オレンジ幼果における着果部位別ならびに果径サイズ別の糖組成 (1976年7月16日)

果径	樹冠	果実重 (g)		全糖 (%)		還元糖 (%)		非還元糖 (%)		還元糖率 (%)	
		南	北	南	北	南	北	南	北	南	北
大	外周部	16.3	12.9	8.76	7.93	4.46	4.06	4.08	3.68	109.4	110.8
	内部	11.9	13.5	6.45	5.90	2.75	2.21	3.52	3.50	78.1	63.5
小	外周部	4.0	3.8	6.47	5.36	3.21	2.66	3.10	2.56	104.2	105.4
	内部	3.7	4.0	5.06	4.52	1.93	1.92	2.97	2.47	65.3	78.5

第14表 着果部位ならびに果径サイズと果実の糖組成との関係の統計的有意性と各要因の寄与率 (第13表の解析)

要因		果実重	全糖	還元糖	非還元糖	還元糖率
有意性	果径	**	**	**	**	NS
	方位	NS	**	*	*	NS
	樹冠内外	NS	**	**	NS	**
寄与率 (%)	果径	79	44	24	62	0
	方位	0	6	3	9	0
	樹冠内外	0	33	54	3	69

のことから、樹冠南側の果実の肥大が良好なのは、この部位で外気温がやや高く、照度が多いため、開花がやや早まり、その後も前述したように、同じ環境条件で肥大が促進されるためと思われる。樹冠外周部の肥大がやや良いことも同様にして説明されよう。

次に、果実を大小に分けて果実の糖含有率を調査した結果を第13, 14表に示した。果径の大きい果実は、明らかに全糖、還元糖、非還元糖含有率が高く、還元糖率は小果と差がなかった。同様の傾向が南側の果実でも認められたが、その寄与率は小さかった。これに対し、樹冠外周部の果実は、全糖、還元糖含有率が高く、非還元糖含有率には差がなく、還元糖率は著しく高かった。これらの結果は、9月の果汁での調査結果(第7, 8表)とほぼ一致している。

同じ樹の冬季(12月中旬)の分析結果ならびに統計解析結果を第15, 16表に示した。果径の大きい果実は果肉歩合が明らかに低い、果汁歩合には差がなかった。果汁のBrix, 全糖含量には差がなく、クエン酸含量は明らかに低く、この寄与率は大きかった。糖組成では還元糖含量が高く、非還元糖含量に差がなく、還元糖率は高かった。果皮の着色は小果より勝った。方位間では樹冠南側の果実はやや重く、Brix, 全糖含量は高く、クエン酸含量には差がなかった。糖組成は還元糖、非還元糖含量が高く、還元糖率には差がなかった。なお、着色には全く差が認められなかった。樹冠外周部の果実はやや重く、果肉歩合は低かった。果汁のBrix, 全糖含量は高く、クエン酸含量は明らかに低かった。糖組成では還元糖含量が著しく高く、非還元糖含量には差がなく、従って還元糖率は高かった。果皮の着色は良好で、この寄与率は大きかった。

以上のことから、まず果径と果実品質との関係を見ると、7月中旬の幼果の頃、果汁の蓄積が始まる以前から、大果で明らかに糖含有率は高く、これは大果でより発育が進んでいたためばかりでなく、果実肥大を促進するような生態(早期開花)及び環境条件で糖の蓄積も良好なためと考えられる。しか

第15表 福原オレンジの着果部位ならびに果径サイズ別の品質調査 (1976年12月20日)

果径	方位	樹冠	果実重 (g)	果肉 歩合 (%)	果汁 歩合 (%)	Brix	(g/100 ml)				還元 糖率 (%)	着色 (カラー チャート)
							クエン酸	全糖	還元糖	非還元糖		
大	南	外周部	159	66.2	69.5	9.9	1.66	7.61	3.41	3.99	85.7	8.1
		内部	156	67.4	67.5	8.7	1.80	6.36	2.46	3.70	66.7	5.7
	北	外周部	148	64.8	70.3	8.8	1.58	6.64	2.94	3.51	84.4	8.1
		内部	132	67.7	66.0	8.4	1.83	5.74	2.25	3.32	67.9	5.2
小	南	外周部	115	68.1	67.8	10.0	1.85	7.40	3.25	3.95	82.7	7.4
		内部	100	69.9	67.3	9.0	2.16	6.13	2.26	3.67	61.6	4.2
	北	外周部	108	67.5	67.0	8.7	1.86	6.26	2.71	3.37	81.1	6.7
		内部	87	68.7	65.8	8.3	2.13	5.51	2.00	3.34	60.1	4.1

第16表 着果部位ならびに果径サイズと品質との関係の統計的有意性と各要因の寄与率 (第15表の解析)

要因		果実重	果肉 歩合	果汁 歩合	Brix	クエン酸	全糖	還元糖	非還元糖	還元糖率	着色
有意性	果径	**	**	NS	NS	**	NS	**	NS	*	**
	方位	**	NS	NS	**	NS	**	**	**	NS	NS
	樹冠内外	**	*	NS	**	**	**	**	NS	**	**
寄与率 (%)	果径	68	18	0	39	39	4	4	0	4	12
	方位	5	0	0	0	0	13	13	30	0	0
	樹冠内外	5	14	1	30	28	68	68	4	72	69

し、12月には果径の大きさと糖含量との関係はなくなり、クエン酸含量は大果で低いことが認められた。9月の分析で(第7表)、クエン酸含量には着果位置間の差が小さいことを考えあわせると、この時期の大果は小果よりも果汁による希釈割合がより高かったものと推察される。

12月の方位ならびに樹冠内外と果汁内容物との関係は1月の分析結果(第9表)とほぼ同様であった。しかし、着色については著しく異なり、これは12月から1月にかけて着色が急速に進んだためと考えられる。すなわち、着色は樹冠外周部や上部の照度の高い果実、あるいは大果で成熟の進んだ果実から始まり、この段階では方位の影響は小さく、さらに着色が進むと樹冠内外の差はなくなるためであり、一方、樹冠北側や下部の照度が低い部位の果実ではいつまでも着色が劣るためと思われる。ウンシュウミカンにおいて、鈴木ら(1973a)は樹冠下部で着色は劣るとし、岩垣ら(1977)や神吉ら(1977)は樹冠北側や内部、あるいは下部で劣り、この部位の照度が低いこととの関係を指摘している。実際に遮光すると着色が劣るという報告も多く(Youngら, 1969; 葦沢ら, 1969; 栗山ら, 1970; 新居ら, 1972; 手塚ら, 1980; 内田ら, 1985)、着色と照度とは密接な関係にあるものと言える。一方、温度との関係も数多く指摘されており(Erickson, 1970; Youngら, 1961; Youngら, 1969; 栗原, 1969)、低温すぎても高温すぎても着色は抑制される。また、果実温度との関連も報告されている(内田ら, 1979; 宇都宮ら, 1982)。しかし、着果位置の違いによる温度差はわずかであり、本報の場合、温度よりも照度の影響の方が顕著に現れたものと言えよう。

以上のように、1樹内の果汁内容物及び着色の変動は果実周辺環境要因、それも温度と照度とによって良く説明されるものと言える。すなわち、樹冠の南側、上部、外周部といった部位において

は春先きからの日射が強く、樹体温度は上昇しやすくなり、これが葉の光合成(小野ら, 1980)ないし樹体内の転流(栗原ら, 1970; 門屋ら, 1971)を促進し、開花を早め、果実肥大を良くし、糖含量を高めているものと思われる。また同化産物のシンクとしての果実自体の温度が直接的に糖の転流に強く関与していることが示唆される。一方、クエン酸含量は9月と12月の調査では、樹冠外周部や南側の外気温が高く、日中の果実温度が高くなる部位でやや低い傾向を示した。同様のことが既に種々の品種でも認められており(内田ら, 1977; Syvertsenら, 1980; 宇都宮ら, 1982), これは果実自体の呼吸によるクエン酸の消費が高温によって増加するためと考えられている(内田, 1981; 宇都宮ら, 1982)。しかしながら、1月の調査ではほとんど着果部位の差がなくなり、2月には(試験1)かえって樹冠北側や下部において低い傾向を示すなど果実の熟度によって明らかに異なった。同様な逆転現象は川野なつただいだいの樹冠内外の果実間でも認められている(内田ら, 1985)。葦沢ら(1969)によると、ウンシュウミカンにおいて、10月の遮光は減酸を遅らせるが、11月の遮光は逆に減酸を促進させている。このようにクエン酸含量と環境要因との関係は糖よりも複雑で今後の究明が必要である。

なお、これらの調査結果は高品質果を安定生産するためには従来から言われているような園の立地条件(傾斜, 方位), せん定管理, さらに、着果位置の違いや、熟度別の分割採取の重要性を再認識させるものである。また、とくに福原オレンジにおいては果実品質の個体変異が著しいため、優良な同一母樹からの苗木育成がぜひとも望まれる。

#### IV 摘 要

##### 試験1

福原オレンジの成木を使い、1樹内を東西南北の4方位、高さ別に50, 150, 250 cmの3部位、それに樹冠内外の計24部位に分け、それぞれの着果位置と収穫期における果実品質との関係を調査した。

1. 方位との関係は、糖含量よりも酸含量に現れやすく、クエン酸含量は樹冠南、西側の果実で高く、東、北側で低い傾向にあった。還元糖率は東側の果実で著しく低かった。
2. 高さとの関係では、糖、クエン酸含量及び還元糖率ともに樹冠上部で高く、下部で低かった。
3. 樹冠内外との関係では、糖含量、還元糖率ともに樹冠外周部で高かった。クエン酸含量は着果位置の高さや方位によってその現れ方が異なり、内外の差は明らかでなかった。

##### 試験2

福原オレンジの成木を使い、1樹内の微気象を調査するとともに、着果位置間の品質差を時期別に調査し、品質に及ぼす微気象要因について検討した。

1. 夏季の日中における樹冠内照度は、方位別に南、西側が高く、高さ別には上部ほど高かった。外気温は方位別に、南、西側が東、北側よりも $1^{\circ}\text{C}$ 高かった。果皮表面温度および果肉温度、それに葉の表面温度は、いずれも樹冠の南、西側のそれが、東、北側よりも著しく高かった。高さ別には、下部がやや高く、外周部は内部よりも著しく高かった。
2. 樹冠南側に結実した果実の肥大が良く、糖含量が高く、着色も良好であるのは、この部位で外気温がやや高く、照度が十分であるためと思われる。樹冠上部の果実の糖含量及び還元糖率がやや高

く、着色も勝ったのは、この部位で照度が十分あるためと思われたが、その差異は小さかった。樹冠外周部の果実の糖含量が高く、なかでも還元糖の割合が高く、着色が内部より早く始まるのは、この部位の照度が十分であり、かつ日中の果実温度が上昇しやすいためと思われた。なお、これら糖成分の差異は発育初期において顕著に認められ、成熟とともにその差は小さくなった。

3. クエン酸含量は、発育初期において樹冠南側や外周部の果実温度が上昇しやすい部位で低い傾向が認められたが、その後差は小さくなり、発育後期においては樹冠南側果実で逆に高くなる傾向を示すなど、成熟度によって異なることが明らかとなった。

4. 成熟期において果径の大きい果実は、小果よりもクエン酸含量は明らかに低かったが、糖の差はほとんどなかった。これは、大果と小果とでは、果汁による希釈割合が異なるためと思われた。なお、大果の方が早くから着色する傾向を認めた。

### 引用文献

- 1) 葦沢正義・中條利明・藤原俊一・宮武 健 (1969). 果実の発育後期における葉の作用について (第2報) ミカンの場合. 園学要旨. 昭44春, 40-41.
- 2) 別府英治・渡部悦也・山口勝市 (1973). 温州ミカンの果実の均質化に関する研究. 園学要旨. 昭48秋, 96-97.
- 3) Caprio, J. W., Harding, R. B. and Jennings, R. F. (1955). Orange fruit size and yield in relation to mean monthly temperatures in California orchard. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **66**, 45-56.
- 4) Cooper, W. C., Peynado, A., Furr, J. R., Hilgeman, R. H., Cahoon, G. A. and Boswell, S. B. (1963). Tree growth and fruit quality of Valencia orange in relation to climate. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **82**, 180-192.
- 5) 大東 宏・富永茂人 (1981a). 瀬戸内地域における中晩生カンキツ果実の品質に関する研究 (第1報) 果実発育, 果汁成分, 着色, 果実の呼吸量及びエチレン発生量の時期別変化. 四国農試報 **37**, 35-51.
- 6) ———, ———. 小野祐幸・森永邦久 (1981b). ウンシュウミカンの異なる樹形における収量及び結果部位別の果実品質について. 園学雑 **50**, 131-142.
- 7) Erickson, L. C. (1960). Color development in Valencia orange. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **75**, 257-261.
- 8) 原 節生 (1966). カンキツの生態に関する研究 (第1報) 温州ミカンの開花期に及ぼす気温の影響. 静岡柑試研報 **6**, 7-13.
- 9) 原田 豊・谷本十三春・松本武吉 (1971). 温州ミカンの着果状態が果実の品質に及ぼす影響. 香川農試研報 **21**, 36-39.
- 10) 平野 暁 (1975). 温州ミカンにおける果実の大きさと糖及び酸含量との関係. 園学要旨. 昭50春, 16-17.
- 11) 石内伝治・奥代直巳・高原利雄・七條寅之助 (1977). 福原オレンジに関する研究 I 冬期の低温と果実生育期間の気象の影響. 果樹試報 **D1**, 9-48.
- 12) 岩垣 功・工藤和典 (1977). 温州ミカンの樹形に関する研究 (第4報) 着果位置と品質との関係. 四国農試報 **30**, 17-23.
- 13) ———・広瀬和栄 (1979). ウンシュウミカンの成熟生理に関する研究 I 樹冠内における果実間の品質差をもたらす諸要因について. 果樹試報 **B6**, 47-74.
- 14) 門屋一臣・田中 仁・小林 章・古川良茂・山下尚治 (1971). 温州ミカンの光合成産物転流に関する研究 (第2報) 温度要因と果実への転流について. 園学要旨. 昭46春, 54-55.
- 15) 垣内典夫・伊藤三郎 (1971). カンキツ果汁の基礎的研究 II 夏カン及び福原オレンジの有機酸と糖分の時期別変化. 園試報 **B11**, 101-118.
- 16) 神吉久遠・今村俊清・浅田謙介・中村早苗 (1977). 温州ミカンのいわゆる黄色果について. 園学要旨. 昭52秋, 60-61.
- 17) 木原武士・伊庭慶昭・西浦昌男 (1981). ウンシュウミカン果実の特性が糖, 酸含量とその変動に及ぼす影響.

果樹試報 B8, 13-36.

- 18) 岸野 功 (1966). 気温と温州ミカンの生態に関する調査. 園学要旨. 昭41春, 370.
- 19) 栗原昭夫 (1969). 制御環境下における温州ミカン果実の生長反応 I 9月以降の温度が果実の発育ならびに着色, 品質に及ぼす影響. 園試報 A8, 15-30.
- 20) ——・新井靖彦・榎田義彦 (1970). 温州ミカンにおける光合成産物の転流・分配に及ぼす温度の影響. 園学要旨. 昭45春, 34-35.
- 21) 栗山隆明・白石真一 (1970). 温州ミカンの品質に関する研究 (第8報) 日射量ならびにしゃ光時期と品質について. 園学要旨. 昭45秋, 14-15.
- 22) 新居直祐・原田公平・門脇邦泰 (1970). 温度が温州ミカンの果実の肥大ならびに品質に及ぼす影響. 園学雑 39, 309-317.
- 23) 新居直祐・出口典男 (1972). 光条件が温州ミカンの果実発育に及ぼす影響. 農及園 47, 81-82.
- 24) 西浦昌男・伊庭慶昭・木原武士・許 仁玉 (1968). 温州ミカンの着果状態が果実の品質に及ぼす影響. 園学要旨. 昭43春, 72-73.
- 25) 野中舜二 (1968). 繰返しのある三重分類データの解析. 農林研究計算センター報告 A2, 53-65.
- 26) 奥代直己・石内伝治・七條寅之助 (1969). フクハラオレンジの優良系統選抜に関する調査. 園学要旨. 昭44秋, 28-29.
- 27) 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.
- 28) Sites, J. W. and Reitz, H. J. (1949). The variation in individual valencia orange from different locations of the trees as a guide to sampling methods and spot-picking for quality. I. Soluble solids in the juice. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 54, 1-6.
- 29) —— and —— (1950). The variation in individual valencia oranges from different locations of the trees as a guide to sampling methods and spot-picking for quality. II. Titratable acid and the solids/titratable acid ratio of the juice. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 55, 73-80.
- 30) 鈴木鉄男・原田清市 (1972). 早生温州ミカンの樹冠内における部位別遮光処理の影響. 農及園 47, 1193-1194.
- 31) ——・岡本 茂・関 徹夫 (1973a). 温州ミカンの樹冠内における微気象要因の分布と着生部位の相違が枝葉, 果実の発育に及ぼす影響. 園学雑 42, 201-209.
- 32) ——・伊東 要 (1973b). 温州ミカンの着果位置, 採取時期別にみた果実の品質. 農及園 48, 847-848.
- 33) Syvertsen, J. P. and Albrigo, L. G. (1980). Some effects of grapefruit tree canopy position on microclimate, water relations, fruit yield and juice quality. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105, 454-459.
- 34) 立川忠夫・植田義一・井口 功 (1971). 温州ミカンの開花の早晚が果実に及ぼす影響. 園学要旨. 昭46春, 46-47.
- 35) 田口玄一 (1958). 実験計画法. 下. 丸善, p. 417.
- 36) 田中 仁・伊藤晴允・前田道義 (1978). 温州ミカンの品質を左右する要因の解析とくに瀬戸内島しょ部について. 山口農試研報 30, 55-63.
- 37) 手塚修文・近藤克成・新美善行・鳥居鎮男・山本幸男 (1980). カンキツ果実の発育に関する研究 (第1報) 温州ミカンの着色に及ぼす光の影響について. 園学要旨. 昭55秋, 102-103.
- 38) 富田栄一・夏見兼生 (1977). 川野ナツダイダイ成木の果実の肥大と果汁の酸含量の変動に及ぼす摘果の影響. 園学雑 46, 289-296.
- 39) ——・—— (1978). ハッサクの果実の肥大と果汁の糖, 酸含量の変動に及ぼす摘果時期の影響. 園学雑 47, 158-166.
- 40) ——・—— (1979). 川野ナツダイダイ成木の果実の肥大と果汁の酸含量に及ぼす開花時期の影響. 園学雑 48, 1-8.
- 41) ——・—— (1981). ハッサクの開花時期と果実品質. 農及園 56, 1415-1416.
- 42) 内田 誠・吉永勝一・河瀬憲次 (1977). 晩生カンキツ類の幼果における成分に及ぼす要因. 園学要旨. 昭52春, 120-121.
- 43) ——・——・—— (1979). 川野ナツダイダイの品質に及ぼす果実温度の影響. 園学要旨. 昭54春,

18-19.

- 44) —— (1981). カンキツ類果芯空間内の CO<sub>2</sub> 濃度と果実温度との関係. 園学要旨. 昭 56 春, 539.
- 45) —— (1983). 川野なつだいたい果実の結果部位ならびに 1 果実内における果汁成分の差異について. 園学要旨. 昭 58 春, 409.
- 46) ——・吉永勝一・河瀬憲次 (1985). 晩生カンキツの果実品質に及ぼす果実周辺の環境条件に関する研究 II 川野なつだいたいの被袋による果実温度及び照度の変化が果実肥大, 品質, 果皮色に及ぼす影響. 果樹試報 **D7**,
- 47) 宇都宮直樹・山田 寿・片岡郁雄・若名 孝 (1982). ウンシュウミカン果実の成熟に及ぼす果実温度の影響. 園学雑 **51**, 135-141.
- 48) 山田彬雄・西浦昌男 (1977). カンキツ品種の特性に関する調査 I 果実の品質及び果色の季節的变化 (1) 果樹試報 **B4**, 1-69.
- 49) 山津憲治 (1971). 川野系夏橙の果実形質に関する研究 (第 1 報) 結果位置と品質について. 園学要旨. 昭 46 春, 394.
- 50) 山崎利彦・鈴木勝征 (1980). 果実の成熟度判定のためのカラーチャートの作成とその利用に関する研究 (第 1 報) カラーチャートの色特性. 果樹試報 **A7**, 19-44.
- 51) Young, L. B. and Erickson, L. C. (1961). Influence of temperature on color change in Valencia oranges. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **78**, 197-200.
- 52) Young R., Meredith, F. and Purcell, A. (1969). Redblush grapefruit quality as affected by controlled artificial climates. *Jour. Amer. Hort. Sci.* **94**, 672-674.



## Studies on the Effects of the Microclimatic Environment Surrounding the Fruit regarding the Fruit Quality of Late Maturing Citrus Varieties

### I. Relationship between Fruit Quality, Fruit Set Position in a Canopy and Microclimatic Environment Surrounding the 'Fukuhara Orange' Fruit

Makoto UCHIDA, Katsuichi YOSHINAGA and Kenji KAWASE

#### Summary

In order to clarify the effects of microclimatic environment, mainly fruit temperature and light intensity surrounding the fruit, on the fruit quality of 'Fukuhara Orange', *Citrus sinensis* Osb., two experiments were carried out in a commercial orchard in the town of Kazusa in Nagasaki Prefecture. One experiment was the investigation of the variations in fruit quality from fruit taken from 24 different locations (4 directions, 3 heights and outer or inner side of the trees' crown) at harvest time (February). For this experiment, 6 20-year-old trees were used.

The other experiment was the investigations of microclimate surrounding the fruit in summer, and fruit quality at various locations in a canopy from summer to winter.

The results obtained are as follows:

#### Experiment 1.

1. Citric acid content in the juice of the fruit located at the southern and western sides of tree canopy were higher than that at the eastern and northern sides. Reducing sugar percent of the fruit located at the eastern side of tree canopy was lowest.

2. Both total sugar and citric acid content and reducing sugar percent in the juice of the fruit located at the top position of the tree canopy (250 cm high) were higher than that of lower position (50 cm high).

3. Sugar content and reducing sugar percent in the juice of the fruit located at the outer side of the trees' crown were higher than that of inner side, but the citric acid content in the juice changed according to the direction and height of the canopy.

#### Experiment 2.

1. Light intensity (50 cm inside from the surface of the trees' crown) of the southern and western sides of the tree canopy were higher than that of the northern and eastern sides, and it was higher at the upper position when observed in summer. The air temperature of the southern and western sides of the tree canopy was higher by about 1°C than that of the northern and eastern sides. The temperature of the peel's surface and fruit's flesh at the southern and western sides of the tree canopy were markedly higher than those of the northern and eastern sides, and they were somewhat higher at the lower position, and markedly higher at the outer

side of tree's crown than that of the inner side. The surface temperature of the fruit showed the same trends in that of the surface of the peel and flesh.

2. The fruit located at the southern side of tree canopy grew larger, and contained a higher content of sugar in the juice, and the peel color was much better. The fruit located at the top position contained a higher content of total sugar and reducing sugar, with much better peel coloring. The fruit located at the outer side of tree's crown contained a higher sugar content, especially a higher reducing sugar content, and better coloring too. So, it seemed that these increases in the sugar content or reducing sugar percent and coloring were the result of the higher intensity of light surrounding the fruit and the higher fruit temperature. The differences in the sugar composition were more marked at the early stage of growth.

3. The citric acid in the juice of the southern side or outer side of fruit in the canopy was lower at the early stage of growth, but it was somewhat higher for fruit on the southern side than the fruit on the northern side for the mature stage.

4. The larger the size of the fruit, the less citric acid there was in the juice, but there was no difference in sugar content for the mature stage. These reason seems to be a higher dilution rate for the larger fruit. A lager fruit attained a faster coloring.