

‘ゆら早生’ 樹冠内の着果特性と果実品質

宮本久美・中谷 章

和歌山県農林水産総合技術センター 果樹試験場

Fruit Quality Variation in One ‘Yura Wase’ canopy Influenced by the Position and Characteristics of a Fruit

Kumi Miyamoto and Akira Nakatani

Fruit Tree Experiment Station

Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries

緒 言

‘ゆら早生’は、和歌山県日高郡由良町で1985年に‘宮川早生’の枝変わりとして発見され、1995年に品種登録された極早生ウンシュウミカンである。10月上旬から収穫可能で、丸い果形と果肉先熟型で果梗部に緑色が残るのが特徴である。糖度が高く果肉の橙色が濃く、じょうのう膜が破れるほど薄いため、食味は非常に優れている。ウンシュウミカンは和歌山県の基幹作物であり、消費ニーズの高い美味しい果実を9月～翌年1月までリレー出荷できる品種構成を目指して、関係機関が共同して様々な取り組みを進めている。‘ゆら早生’はこの一翼を担う重要な品種であるが、栽培上で注意を要するいくつかの特性を持っている。たとえば、‘ゆら早生’は着果負担がかかると根の発育が極端に低下し(鯨, 2007)、8月以降の果実肥大が緩慢なため6月からの早期摘果が必要である(中地ら, 2007)。弱い乾燥ストレスでも糖度は上昇するが(中谷, 2008)、乾燥ストレスが強すぎると果実は小玉化して酸高になりやすく、‘ゆら早生’本来の優れた食味を発揮できない。近年、異常気象による干ばつの多発でこの傾向が強まっており、とくに、2009年産‘ゆら早生’は小玉・酸高果実が多発し、市場から敬遠されて販売価格が低迷した。しかし、これが‘ゆら早生’の特性に合わせた水分管理の重要性を啓蒙する契機となった。また、2009年産では果実による品質のばらつきが非常に大きく、購入意欲を削ぐ一因となったことが市場関係者から指摘された。ウンシュウミカンの果実品質変動には、開花時期の早晚(立川ら, 1974)、光条件(新居・出口, 1972; 鈴木・原田, 1972)、温度条件(宇都宮ら, 1982)、結果枝の着葉数(鈴木, 1973; 野方ら, 1980)などが影響しており、樹冠内の着果位置や果実特性との関係を解析した多数の報告がある(伊庭, 1973; 鈴木ら, 1973; 長谷部・佐金, 1976; 木原ら, 1981; 岩垣・加藤, 1982)。これらの知見は、品種や系統に関らずウンシュウミカンに共通した傾向であり‘ゆら早生’にも応用できるものと思われた。ところが、産地の生産者や技術者から「‘ゆら早生’は従来の経験則では果実品質を予測できない」という声が多く寄せられ、その解明を求められた。そこで、‘ゆら早生’の品質変動を小さくする栽培管理法を探るため、収穫期の樹冠内における果実品質変動の実態調査と要因解析を行った。

材料および方法

調査樹の概要

和歌山県農林水産総合技術センター果樹試験場内(以下、場内)2号園の14年生ゆら早生1本(No.1樹)、および場内12号園の10年生ゆら早生2本(No.2樹, No.3樹)を調査した。いずれもカラタチ台

で、樹冠容積はNo.1樹で約2.4 m³ (樹高150cm×長径150cm×短径150cm×0.7), No.2樹で約2.9 m³ (同200cm×160cm×155cm×0.6), No.3樹で約2.3m³ (同155cm×160cm×150cm×0.6)であった。No.2, No.3樹は幼木のため樹高に比べて樹冠容積は小さかった(写真1)。2009年10月20日に、樹冠内の全ての果実を収穫した。



写真1 調査樹の着果状況(左からNo.1, No.2, No.3樹)

果実特性と調査法

樹冠内の全ての果実について、着果している主枝の向き、亜主枝の向き、着果枝の向き、地面からの高さ(cm)、地面から果実までの総枝距離(cm)、有葉果と直花果の種別、有葉果の枝長と葉枚数、果梗枝の太さ(mm)を調査した。また、樹液の流れにくさを表す関数として、損出水頭を求める水理計算式であるヘーゼン・ウィリアムス公式を準用して下記の式を考案し、樹液流抵抗の簡易指標とした。果実間の相対比較ができればよいので、公式の定数項はゼロとし、管の内直径は主幹直径を1とし、主枝、亜主枝は流路に沿って減少する比率(枝直径比)を代入した。幹、主枝、亜主枝、側枝、亜側枝の長さ(cm)はメジャーで実測し、各枝の直径(cm)は分枝部の枝周を計測し正円と仮定して算出した。

$$\text{樹液流抵抗} = 1^{1.85} \times (\text{主幹直径}^{4.87} \times \text{主幹長}) + (\text{主枝直径}/\text{幹直径})^{1.85} \times (\text{主枝直径}^{4.87} \times \text{主枝長}) + (\text{亜主枝直径}/\text{主枝直径})^{1.87} \times (\text{亜主枝直径}^{4.87} \times (\text{亜主枝長} + \text{側枝長} + \text{亜側枝長}))$$

収穫した果実は、2009年10月20~21日に1果実ずつ品質分析を行った。果実品質の特性項目として、横径(mm)、果形指数、果実重(g)、果皮率(%), 糖度(Brix), 遊離酸含量(%)を測定した。糖度はデジタル糖度計で、遊離酸含量は0.156N水酸化ナトリウム滴定法でクエン酸含量(g/100ml)に換算した。

果実品質との関係解析法

本解析の目的は、同じ樹冠内での果実の着果位置や果実特性の違いが、‘ゆら早生’で問題となる果実の大きさ(果実重)や遊離酸含量、糖度にどのような影響を与えるのかを明らかにすることである。そこで、変動要因として糖度、遊離酸、果実重、果形指数、果皮率、果梗枝の太さ、直花果と有葉果の種別、地面からの総枝距離(以下、距離)、着果位置の高さ(以下、果実高さ)、樹液流抵抗、主枝No、亜主枝の向き、着果枝の向きの13要因を取り上げた。ただし、主枝No.は各主枝の固有特性の象徴であり実態はわからない。主枝の向きは主枝No.で決まるため要因から除外した。

これら13個の要因(以下、アイテム)には、量的変数である間隔尺度と質的データである名義尺度が混在している。本解析には場内の3樹での測定データを用いたが、‘ゆら早生’全体を代表する数値データが得られているわけではなく、間隔尺度変数の絶対量を問題にする解析は不相当と考えられた。樹冠内での相対的な着果特性や果実形質が重要であり、その質的データの傾向は‘ゆら早生’全体に適用できると考えられた。そこで、間隔尺度変数を2~3段階に層別区分して名義尺度変数に変換した。目的変

数である果実重、遊離酸含量、糖度も2~3区分の名義尺度に変換した。これら名義尺度データの多変量解析を数量化II類で行った。解析ソフトにはEXCEL統計2008(SSRI社、東京)を用いた。

結果および考察

気象経過と果実生育状況

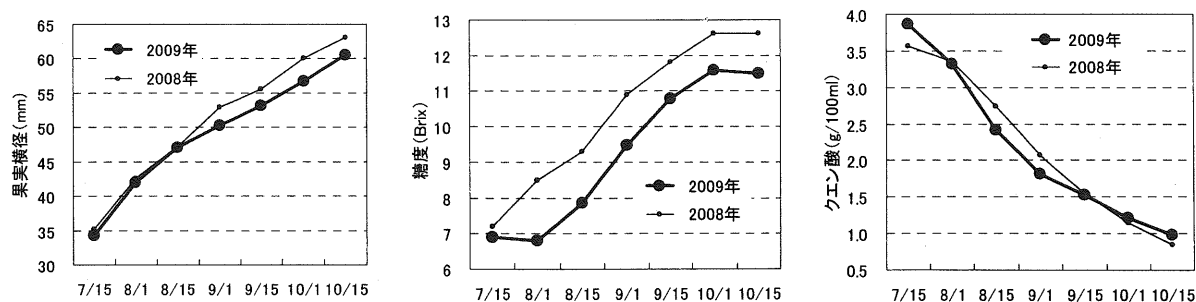
2009年の気象は、春季の寒暖差が大きく、5月~6月中旬はほとんど降雨のない乾燥が続いた。このため、場内‘ゆら早生’の発芽期は4月10日で平年(2001~2008年の平均値)より5日遅く、開花期は、初期が5月8日、盛期が12日、終期が17日で平年より3~4日遅くなった。生理落果は、当初は低温の影響で少なかったが、その後は乾燥の影響もあり平年並~多であった。6月下旬から遅い梅雨が始まり、7月下旬~8月上旬の降雨は非常に多かった。このため8月中旬の果実糖度は平年に比べて極めて低く、酸含量も平年より低かった。その後、一転して8月12日~9月28日は厳しい干ばつとなり、果実糖度は急上昇したが減酸が進まず、酸高で小玉の果実が多くなった。9月29日~10月8日に150~200ミリの降雨があって干ばつは解消され、その後の秋晴れで糖度は上昇した。7月下旬~9月中旬は朝夕の気温が低く推移したため、果実の着色は平年より早かった。このように、2009年は異常な気象が連続した特異な年で、ウンシュウミカンの生育も異常であった。第1図に、場内2号園の2009年産‘ゆら早生’果実の生育推移を、平年並みの気象経過であった2008年と対比させて示した。

調査樹の果実品質分布

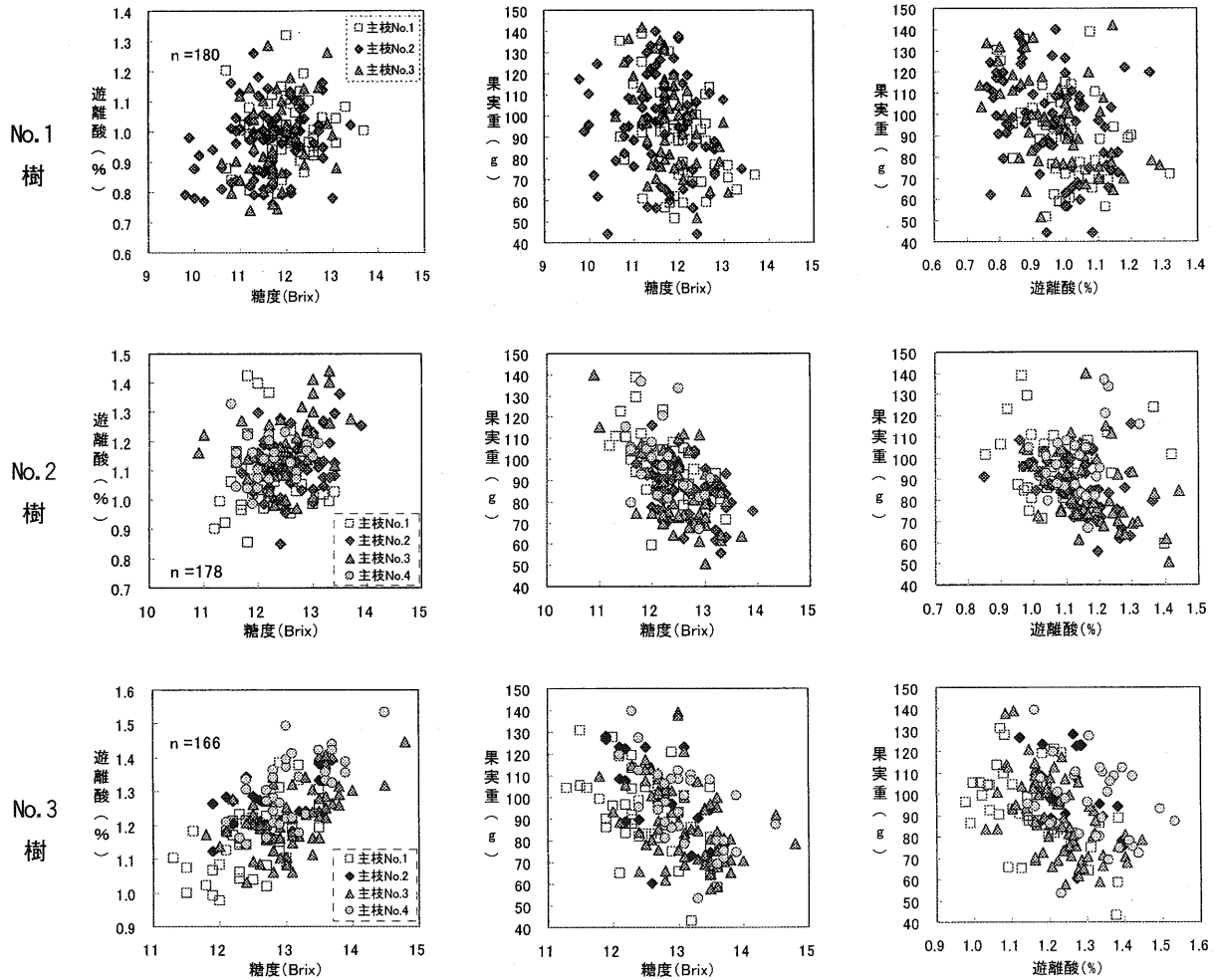
本解析の目的変数とした果実重、遊離酸含量、糖度の各調査樹での分布状況を、第2図に示した。このばらつき程度は既往の報告と一致している(木原ら, 1981)。しかし、糖度は3樹とも10月20日時点でほとんどの果実が11度以上であり‘ゆら早生’出荷基準を満たしていたが、遊離酸と果実重は出荷基準を満たさない酸高・小玉果が多かった。遊離酸含量では、出荷基準である1.1%を超える果実がNo.2, No.3樹で多かった。No.1樹に比べて日当たりの悪いほ場にあり、成熟が遅れたものと推定された(岩垣・広瀬, 1979)。また、同一主枝の同一垂主枝上にある果実でも大きな変動が認められた(図表省略)。

数量化II類のためのカテゴリ区分

間隔尺度のアイテムについて、調査樹の基本統計量を第1表に示した。この分布を基に各アイテムを2~3個のカテゴリ(層別群)に区分し、名義尺度データに変換した。目的変数、および説明変数となるアイテム・カテゴリ一覧を、第2表に示した。各カテゴリに該当する果実数ができるだけ偏らないよう、樹ごとにカテゴリ区分を定めた。そのため、糖度、遊離酸、果実重、樹液流抵抗は樹によって異なるカテゴリ区分となった。他の着果条件のアイテムについては、3樹とも共通のカテゴリ区分である。



第1図 2009年産‘ゆら早生’果実の生育推移



第2図 調査樹の樹冠内における果実重、遊離酸、糖度の分布

第1表 調査樹の基本統計量 (間隔尺度アイテム)

アイテム	No.1 樹 (n=178)				No.2 樹 (n=174)				No.3 樹 (n=165)			
	平均	S.D. ¹⁾	最小値	最大値	平均	S.D.	最小値	最大値	平均	S.D.	最小値	最大値
糖度(Brix)	11.8	0.710	9.8	13.7	12.4	0.548	10.9	13.9	12.9	0.618	11.3	14.8
遊離酸(%)	0.97	0.118	0.74	1.32	1.13	0.110	0.85	1.44	1.23	0.108	0.98	1.53
果実重(g)	95.0	23.228	44.2	163.6	90.0	16.272	51.0	140.0	93.0	19.100	43.2	150.8
横径(mm)	59.4	5.847	45.4	77.4	58.9	3.836	47.3	68.5	59.3	4.372	44.6	71.9
果形指数	122.1	6.193	107.0	137.5	123.4	6.716	108.8	144.3	122.6	6.434	107.7	139.7
果皮率(%)	22.1	3.411	14.5	35.3	21.1	2.576	15.5	28.5	21.3	2.831	15.6	30.2
果梗枝太さ(mm)	3.37	0.539	2.3	5.4	3.13	0.352	2.6	4.7	3.11	0.310	2.4	4.2
地表から距離(cm)	127.7	17.989	75	193	129.4	27.509	66	200	120.1	25.189	40	178
果実高さ(cm)	86.5	16.935	30	155	90.0	29.596	35	160	83.6	23.014	38	140
樹液流抵抗	2.01	6.536	0.09	51.57	7.08	11.417	0.03	48.10	3.96	7.325	0.02	50.36

1. 標準偏差

調査樹のカテゴリ平均値一覧を、第3表に示した。No.2, No.3樹は糖度、遊離酸含量ともに高く、とくにNo.3樹で高かった。また、No.2, No.3樹は小玉傾向で果実重110g以上の果実はほとんどなかった。両樹の樹齢は若く、主枝を高く伸ばして樹高を確保しており、そこに細い結果枝(亜主枝に区分)が出て着果している果実が多く、樹液流抵抗は大きい傾向であった。一方、No.1樹は、他樹に比べて減酸が進んでおり、果実はやや大きく、果梗枝が太く、樹液流抵抗は小さい傾向であった。

宮本・中谷：‘ゆら早生’ 樹冠内の着果特性と果実品質

第2表 調査樹のカテゴリ区分と該当サンプル（果実）数

アイテム	No.1樹 (n=178)			No.2樹 (n=174)			No.3樹 (n=165)		
	カテゴリ	区分	n	カテゴリ	区分	n	カテゴリ	区分	n
糖度	高い	12.0以上	69	高い	12.5以上	80	極高い	13以上	74
	標準	11.0以上～12.0未満	87	標準	12.5未満	94	高い	13未満	91
	低い	11.0未満	22						
遊離酸	高い	1.1%以上	30	高い	1.18%以上	50	高い	1.2%以上	100
	標準	1.0%以上～1.1%未満	49	少し高	1.12%以上～1.18%未満	45	普通	1.2%未満	65
	低い	1.0%未満	99	普通	1.12%未満	79			
果実重	大きい	110g以上	46	標準	85g以上	103	標準	90g以上	86
	標準	80g以上～110g未満	78	小さい	85g未満	71	小さい	90g未満	79
	小さい	80g未満	54						
果形指数	扁平	128以上	31	扁平	128以上	38	扁平	128以上	37
	標準	118以上～128未満	106	標準	118以上～128未満	102	標準	118以上～128未満	89
	腰高	118未満	41	腰高	118未満	34	腰高	118未満	39
果皮率	厚い	25%以上	35	厚い	25%以上	13	厚い	25%以上	15
	標準	20%以上～25%未満	93	標準	20%以上～25%未満	96	標準	20%以上～25%未満	95
	薄い	20%未満	50	薄い	20%未満	65	薄い	20%未満	55
果梗枝太さ	太い	3.8mm以上	31	太い	3.8mm以上	8	太い	3.8mm以上	4
	標準	3.1以上～3.8mm未満	94	標準	3.1以上～3.8mm未満	87	標準	3.1以上～3.8mm未満	93
	細い	3.1mm未満	53	細い	3.1mm未満	79	細い	3.1mm未満	68
距離	長い	140cm以上	43	長い	140cm以上	57	長い	140cm以上	40
	標準	110以上～140cm未満	94	標準	110以上～140cm未満	71	標準	110以上～140cm未満	77
	短い	110cm未満	41	短い	110cm未満	46	短い	110cm未満	48
果実高さ	高い	110cm以上	18	高い	110cm以上	49	高い	110cm以上	33
	中間	75以上～110cm未満	130	中間	75以上～110cm未満	72	中間	75以上～110cm未満	65
	低い	75cm未満	30	低い	75cm未満	53	低い	75cm未満	67
樹液流抵抗	大きい	2.0以上	25	大きい	5.0以上	62	大きい	5.0以上	36
	標準	0.25以上～2.0未満	78	標準	1.0以上～5.0未満	52	標準	1.0以上5.0未満	63
	小さい	0.25未満	75	小さい	1.0未満	60	小さい	1.0未満	66
着果枝の向き	上向き		4				上向き		6
	斜め上		19	斜め上		21	斜め上		19
	横向き		42	横向き		69	横向き		58
	下向き		113	下向き		84	下向き		82
着葉数	直花果	0	113	直花果	0	127	直花果	0	107
	有葉果1	1～3枚	41	有葉果1	1～3枚	34	有葉果1	1～3枚	45
	有葉果2	4枚以上	24	有葉果2	4枚以上	13	有葉果2	4枚以上	13
主枝No.	No.1	斜め上向き	47	No.1	斜め上向き	40	No.1	斜め上向き	45
	No.2	斜め上向き	81	No.2	上向き	62	No.2	横向き	19
	No.3	斜め上向き	50	No.3	上向き	47	No.3	斜め上向き	68
				No.4	斜め上向き	25	No.4	斜め上向き	33
亜主枝の向き	上向き		48	上向き		30	上向き		22
	斜め上		61	斜め上		72	斜め上		51
	横向き		64	横向き		65	横向き		90
	下向き		5	下向き		7	下向き		2

第3表 調査樹のカテゴリ平均値

アイテム	No.1 樹		No.2 樹		No.3 樹	
	カテゴリ	平均値	カテゴリ	平均値	カテゴリ	平均値
糖度 (Brix)	高い	12.4	高い	12.9	極高い	13.4
	標準	11.5	標準	12.0	高い	12.4
	低い	10.5				
遊離酸 (%)	高い	1.16	高い	1.27	高い	1.30
	標準	1.03	少し高	1.15	普通	1.12
	低い	0.89	普通	1.04		
果実重 (g)	大きい	124.5	標準	100.2	標準	107.6
	標準	96.5	小さい	75.2	小さい	77.1
	小さい	67.8				
果形指数	扁平	131.9	扁平	132.6	扁平	132.0
	標準	122.3	標準	123.0	標準	122.1
	腰高	114.2	腰高	114.4	腰高	114.9
果皮率 (%)	厚い	27.2	厚い	26.3	厚い	26.5
	標準	22.3	標準	22.1	標準	22.3
	薄い	18.2	薄い	18.6	薄い	18.3
果梗枝太さ (mm)	太い	4.26	太い	4.19	太い	3.93
	標準	3.39	標準	3.28	標準	3.28
	細い	2.81	細い	2.85	細い	2.82
地表からの距離 (cm)	長い	152.0	長い	161.0	長い	153.7
	標準	127.0	標準	124.4	標準	120.6
	短い	103.9	短い	97.9	短い	91.3
果実高さ (cm)	高い	118.2	高い	129.9	高い	116.8
	中間	87.9	中間	85.7	中間	90.8
	低い	57.3	低い	58.8	低い	60.1
樹液流抵抗指数	大きい	11.15	大きい	17.78	大きい	12.87
	標準	0.84	標準	2.00	標準	2.64
	小さい	0.17	小さい	0.43	小さい	0.35

果実重に影響する要因の解析

数量化Ⅱ類では、各サンプルが質的要因のどのカテゴリに反応したかという情報に基づいて、目的変数のカテゴリ判別がもっとも良くできるように各アイテム・カテゴリに数量を与える(カテゴリ数量)。これにより、該当するカテゴリの合計数量から未知サンプルの目的変数区分を予測することができる。果実重のカテゴリ区分を目的変数として、樹ごとに数量化Ⅱ類の解析を行った結果は、次のとおりである。

第4表 果実重の群別重心座標

果実重 カテゴリ	第1軸の重心座標		
	No.1樹	No.2樹	No.3樹 ¹
大きい	1.1006		
標準	-0.0116	0.7850	0.6497
小さい	-0.9208	-0.5411	-0.7072

1. No.3樹は座標の符号を逆転させた

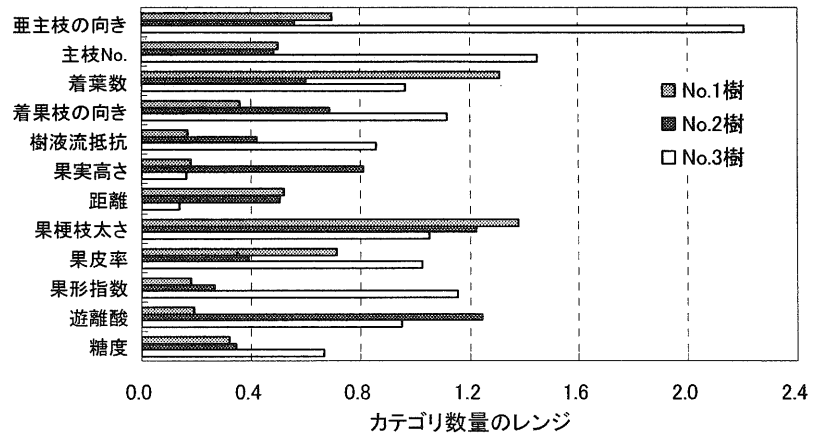
第5表 果実重への各カテゴリの影響(第1軸カテゴリ数量)

アイテム	No.1 樹		No.2 樹		No.3 樹	
	カテゴリ	カテゴリ数量	カテゴリ	カテゴリ数量	カテゴリ	カテゴリ数量 ¹
糖度	高い	-0.0943	高い	0.1861	極高い	-0.3685
	標準	0.1236	標準	-0.1584	高い	0.2997
	低い	-0.1931				
遊離酸	高い	-0.1142	高い	0.7327	高い	-0.3752
	標準	-0.0839	少し高	0.0802	普通	0.5772
	低い	0.0761	普通	-0.5094		
果形指数	扁平	-0.0879	扁平	0.0602	扁平	-0.4619
	標準	0.0680	標準	0.0453	標準	-0.1130
	腰高	-0.1093	腰高	-0.2033	腰高	0.6961
果皮率	厚い	0.4497	厚い	-0.0426	厚い	-0.5602
	標準	-0.0271	標準	-0.1543	標準	-0.1828
	薄い	-0.2644	薄い	0.2364	薄い	0.4686
果梗枝太さ	太い	0.7730	太い	-0.8157	太い	0.8130
	標準	0.0854	標準	-0.2960	標準	0.1413
	細い	-0.6036	細い	0.4086	細い	-0.2411
距離	長い	-0.2533	長い	0.0959	長い	0.0180
	標準	-0.0005	標準	0.1520	標準	0.0466
	短い	0.2669	短い	-0.3535	短い	-0.0898
果実高さ	高い	0.1329	高い	0.5126	高い	-0.0417
	中間	-0.0080	中間	-0.3000	中間	0.0933
	低い	-0.0451	低い	-0.0663	低い	-0.0699
樹液流抵抗	大きい	0.0746	大きい	0.2180	大きい	-0.3797
	標準	0.0663	標準	-0.0254	標準	0.4801
	小さい	-0.0939	小さい	-0.2032	小さい	0.2511
着果枝の向き	上向き	0.1679			上向き	-0.8714
	斜め上	0.2965	斜め上	-0.5384	斜め上	0.2465
	横向き	0.0245	横向き	-0.0186	横向き	-0.0010
	下向き	-0.0649	下向き	0.1498	下向き	0.0074
着葉数	直花果	-0.3346	直花果	0.1240	直花果	-0.3000
	有葉果1	0.3501	有葉果1	-0.4750	有葉果1	0.5212
	有葉果2	0.9771	有葉果2	0.0309	有葉果2	0.6653
主枝No.	No.1	-0.1461	No.1	-0.2729	No.1	-0.6521
	No.2	0.2429	No.2	0.0979	No.2	0.7991
	No.3	-0.2561	No.3	0.2077	No.3	-0.0294
			No.4	-0.1965	No.4	0.4897
垂主枝の向き	上向き	-0.4299	上向き	-0.4311	上向き	0.0693
	斜め上	0.0400	斜め上	0.0894	斜め上	0.3517
	横向き	0.2714	横向き	0.1276	横向き	-0.1751
	下向き	0.1647	下向き	-0.2567	下向き	-1.8534

1. No.3樹は、重心座標が果実重の大小と一致するように符号を逆転させた

いずれの樹でも第1軸の寄与が高く、第2軸以降の寄与は低かった。第1軸の寄与(相関比)は、No.1樹で0.574、No.2樹で0.427、No.3樹で0.462であった。そこで、第1軸について、第3図に、各アイテムのカテゴリ数量のレンジ(以下、レンジ)を示した。レンジは、判別軸に対する各アイテムの寄与度を表す。第4表に、果実重を層別区分した各カテゴリの第1軸上の重心座標を示した。No.1、No.2樹は果実重の大小と座標の大小が一致しており、各カテゴリの果実重に対する影響が明瞭であった。しかし、No.3樹は果実重が小さい群ほど座標が大きい結果となったため、カテゴリ数量の符号を逆転させて、他の2樹と座標軸の方向が一致するように変換した。これにより、3樹の比較が可能になった。第5表に、調査樹ごとの各アイテムのカテゴリ数量を示した。No.1樹では、果梗枝の太さと有葉果の着葉数の

影響が大きく、果梗枝が太く、有葉果の着葉数が多い果実で果実肥大が良かった。No.2 樹では、遊離酸含量と果梗枝太さの影響が大きく、遊離酸が高い果実ほど果実は大きく、他樹とは異なり果梗枝が太いほど果実重は小さかった。No.3 樹では、亜主枝の向きの影響が最も大きく、上向きほど果実重が大きく下向きで小さかった。次いで主枝 No. が影響しており、横向きの主枝で



第3図 果実重に影響する各アイテムの寄与度

果実重が大きかった。第5表から、調査樹3本に共通していた果実重増加に寄与する要因は、着葉数4枚以上の有葉果、亜主枝の向きが斜め上~横向きの2つであった。逆に、マイナスに働く共通要因は果実高さが低いことであり、裾なり果実で果実肥大が劣る傾向を示した。これらは、開花期が早く初期成長の良い果実、有葉果で肥大が良いとする従来の知見（岩垣・加藤，1982）とほぼ一致している。一方、他の要因については、果実重増加にプラスに働くかマイナスに働くか樹によって異なった。No.3 樹は、果梗枝の太さや樹液流抵抗、亜主枝の向き、着葉数、果形指数など、いずれも養分の流れが良くなるカテゴリが果実重増加に寄与していた。No.1 樹は、従来の知見とほぼ一致する要因の寄与を示したが、No.2 樹は従来の知見と逆行する寄与が多かった。本調査の範囲では、この原因は不明である。

以上の結果から、‘ゆら早生’ 果実の肥大には有葉果の多い樹づくりが重要であること、樹勢の弱い品種であるため養分の流れの良い整枝が望ましく、裾なり果実は小玉になりやすいため早期に摘果すればよいことがわかった。

遊離酸に影響する要因の解析

遊離酸含量の群（カテゴリ）判別には、No.1 樹では第1軸と第2軸が有意に働いており、寄与度（相関比）はそれぞれ0.295, 0.222であった。No.2 樹では、第1軸の相関比は0.365, 第2軸の相関比は0.122であった。No.3 樹では第1軸のみ有意で、相関比は0.483であった。

各調査樹での遊離酸含量の群別（カテゴリ）重心座標を、第6表に示した。調査した3樹ともに、第1軸の重心座標は、遊離酸含量が高い群ほど大きく低い群ほど小さかったため、各要因（アイテム・カテゴリ）の遊離酸含量に対する影響はカテゴリ数量から判断することができた。No.1 樹の第1軸の遊離酸含量判別への寄与は0.295で低いものの、調査樹3本の共通した傾向を探る価値は高いと考えられた。そこで、第1軸に対する各アイテムの寄与度を第4図に。各カテゴリの寄与を表すカテゴリ数量を第7表に示した。

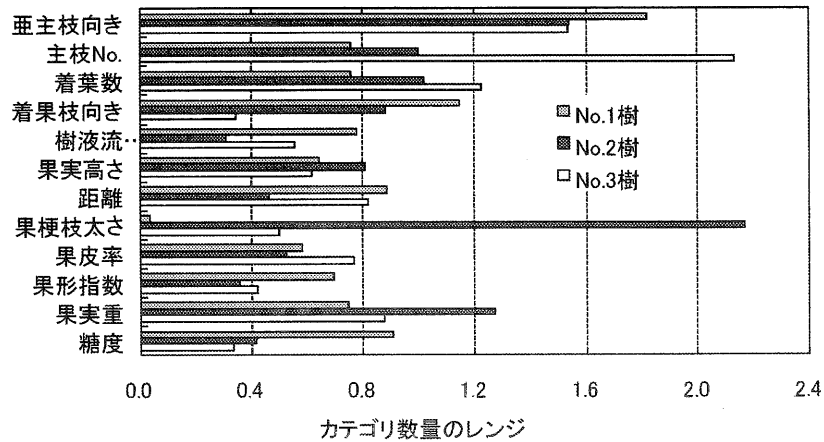
No.1 樹では下向きの亜主枝になった果実でとくに酸が高く、No.2 樹では果梗枝が太い果実でとくに酸が高かったため、これら要因の寄与が大きくなった。しかし、この該当果実数は第2表のとおり少なく、一般化できないと考えられる。No.3 樹では主枝による影響が大きく、主枝によって遊離酸含量に大きな差が認められた。この原因は不明である。

第6表 遊離酸含量の群別重心座標

遊離酸 カテゴリ	No.1 樹		No.2 樹		No.3 樹
	第1軸	第2軸	第1軸	第2軸	第1軸
高い			0.8695	0.2192	0.5587
やや高	1.0780	0.4630	0.0272	-0.5894	-0.8595
標準	0.1562	-0.7500	-0.5658	0.1970	
低い	-0.4040	0.2309			

一方、調査樹 3 本に共通して認められた傾向は次のとおりである。

亜主枝の向きの寄与はいずれの樹でも高かったが、上向き枝で酸が高く横向き枝で酸が低かった。また、直花果は酸が高く、有葉果は酸が低かった。とくに葉が 4 枚以上の有葉果で酸が低かった。着果枝は下向きで酸が低く、斜め上向きで酸が高い傾向を示した。着果位置は高いほど酸が低く、低いほど酸が高かった。果皮の薄い果実ほど酸が高い傾向で、果皮の厚い果実で酸が低かった。果形の扁平な果実ほど酸が高く、丸い標準的な果実では酸が低い傾向であった。果実が小さいほど酸含量は高く、標準的な大きさの果実では酸が低かった。糖度の高い果実ほど酸も高く、標準的な糖度の果実で酸は低い傾向を示した。これらの傾向は、果皮率以外、概ね、これまでの知見と一致している(岩垣・広瀬, 1979; 木原ら, 1981; 長谷部・佐金, 1976)。



第 4 図 遊離酸含量に影響する各アイテムの寄与度

第 7 表 遊離酸含量への各カテゴリの影響 (第 1 軸カテゴリ数量)

アイテム	No.1 樹		No.2 樹		No.3 樹	
	カテゴリ	カテゴリ数量	カテゴリ	カテゴリ数量	カテゴリ	カテゴリ数量
糖度	高い	0.3121	高い	0.2260	極高い	0.1834
	標準	-0.0966	標準	-0.1924	高い	-0.1491
	低い	-0.5966				
果実重	大きい	-0.0296				
	標準	-0.2957	標準	-0.5202	標準	-0.4194
	小さい	0.4523	小さい	0.7546	小さい	0.4566
果形指数	扁平	0.5603	扁平	0.2345	扁平	0.2227
	標準	-0.1110	標準	-0.0465	標準	-0.1929
	腰高	-0.1365	腰高	-0.1226	腰高	0.2290
果皮率	厚い	-0.4667	厚い	-0.3422	厚い	-0.5757
	標準	0.1122	標準	-0.0776	標準	-0.0191
	薄い	0.1180	薄い	0.1830	薄い	0.1901
果梗枝太さ	太い	-0.0080	太い	1.7898	太い	0.4198
	標準	0.0143	標準	0.1778	標準	-0.0806
	細い	-0.0208	細い	-0.3770	細い	0.0855
距離	長い	-0.2377	長い	0.2841	長い	0.4957
	標準	-0.1736	標準	-0.1776	標準	-0.0553
	短い	0.6473	短い	-0.0780	短い	-0.3244
果実高さ	高い	-0.2222	高い	-0.5598	高い	-0.2914
	中間	-0.0670	中間	0.2482	中間	-0.1906
	低い	0.4238	低い	0.1804	低い	0.3284
樹液流抵抗	大きい	0.0712	大きい	0.0985	大きい	-0.0696
	標準	0.3709	標準	-0.2127	標準	0.3037
	小さい	-0.4095	小さい	0.0826	小さい	-0.2519
着果枝の向き	上向き	-0.8290			上向き	-0.1580
	斜め上	0.0506	斜め上	0.6816	斜め上	0.1849
	横向き	0.3202	横向き	-0.1999	横向き	0.0734
	下向き	-0.0982	下向き	-0.0062	下向き	-0.0832
着葉数	直花果	0.1666	直花果	0.1431	直花果	0.1888
	有葉果 1	-0.1139	有葉果 1	-0.2004	有葉果 1	-0.1498
	有葉果 2	-0.5900	有葉果 2	-0.8743	有葉果 2	-1.0351
主枝No.	No.1	-0.0467	No.1	-0.4621	No.1	-0.9466
	No.2	-0.2716	No.2	-0.2029	No.2	1.1833
	No.3	0.4839	No.3	0.5392	No.3	-0.1862
			No.4	0.2289	No.4	0.9932
亜主枝の向き	上向き	0.5864	上向き	0.2354	上向き	0.4703
	斜め上	-0.4870	斜め上	-0.1664	斜め上	0.3579
	横向き	-0.0796	横向き	-0.0721	横向き	-0.2941
	下向き	1.3305	下向き	1.3724	下向き	-1.0658

以上の結果から、'ゆら早生'のスムーズな減酸には、有葉果を増やすこと、乾燥などの強いストレスで正常な果実生育を抑え込まないことが重要であることがわかった。また、着果枝や亜主枝の向き、

着果位置などは果実熟度に関係していると思われる、酸の減少は熟度が進んだ結果であると考えられた。したがって、果実周辺の日照条件の改善、多孔質シートマルチの利用、適度な水ストレス、裾なりや懐部の摘果、適期の収穫なども酸高防止に有効なことが伺われた。

糖度に影響する要因の解析

糖度の群判別では、いずれの樹でも第1軸の寄与が大きく、相関比はNo.1樹で0.367, No.2樹で0.357, No.3樹で0.423であった。第8表に、第1軸について糖度の群別重心座標を示した。糖度の高低と軸座標の大小が一致しており、各要因の糖度に対する影響を判定することができた。そこで、各アイテムの第1軸に対する寄与、即ち、糖度への寄与を第5図に示した。

また、各カテゴリの糖度への影響を表すカテゴリ数量を第9表に示した。調査した3樹に共通していた傾向は次のとおりである。

着果枝の向きが上～斜め上向きで糖度が低く、下向きで糖度が高い。亜主枝は下向きで糖度が高い。垂主枝は下向きで糖度が低い。着果位置が高い果実で糖度が高く、低い果実で糖度が低い。樹液流抵抗は大きいほど糖度が低い。果梗枝の細い果実で糖度が高く、果皮の薄い果実で糖度が高い。果形指数は扁平でも腰高でもない標準で糖度が高い。酸の高い果実ほど糖度も高い。これらの傾向は、概ね、従来の知見と同じであった(伊庭, 1973; 鈴木・伊東, 1973; 岩垣・広瀬, 1979; 木原ら, 1981)。

しかし、樹によって全く正反対の影響を与える要因が散見された。たとえば、No.1, No.2樹では有葉果の葉数が多い区で糖度が高く直花果で糖度が低かったが、No.3樹では全く逆で4枚以上の有葉果で最も糖度が低かった。鈴木ら(1973)も6枚以上の有葉果

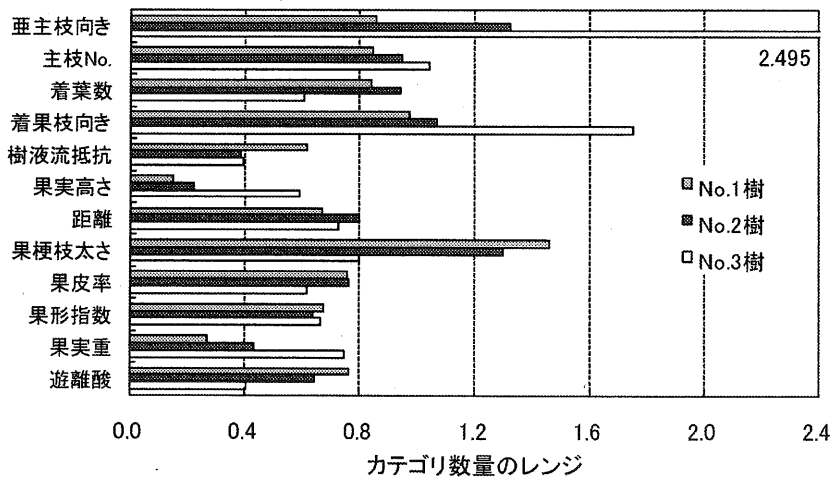
で糖度が低下したと報告しており、熟期の遅れが原因と思われる。また、No.3樹では上向き果実で糖度が低かったが、No.1樹では逆に着果枝が上向きで糖度が高かった。No.1, No.3樹では地面から果実までの総枝距離が長いほど糖度は高かったが、No.2樹では逆に短いほど糖度が高かった。No.2, No.3樹では

第8表 糖度の群別重心座標

糖度 カテゴリ	第1軸の重心座標		
	No.1樹	No.2樹	No.3樹
高い	0.6179	0.6454	0.7190
標準	-0.1656	-0.5493	-0.5846
低い	-1.2831		

第9表 糖度への各カテゴリの影響(第1軸カテゴリ数量)

アイテム	No.1 樹		No.2 樹		No.3 樹	
	カテゴリ	カテゴリ数量	カテゴリ	カテゴリ数量	カテゴリ	カテゴリ数量
遊離酸	高い	0.2268	高い	0.4004	高い	0.1591
	標準	0.4621	少し高	-0.2376	普通	-0.2448
	低い	-0.2974	普通	-0.1181		
果実重	大きい	-0.1207				
	標準	0.1468	標準	-0.1753	標準	-0.3574
	小さい	-0.1093	小さい	0.2543	小さい	0.3890
果形指数	扁平	0.1632	扁平	-0.4185	扁平	-0.4577
	標準	0.1485	標準	0.0838	標準	0.1003
	腰高	-0.5073	腰高	0.2163	腰高	0.2054
果皮率	厚い	-0.4880	厚い	-0.5952	厚い	-0.2931
	標準	0.0386	標準	-0.0322	標準	-0.1387
	薄い	0.2697	薄い	0.1666	薄い	0.3194
果梗枝太さ	太い	-0.8257	太い	-1.0717	太い	0.7303
	標準	-0.0847	標準	-0.1069	標準	-0.0659
	細い	0.6331	細い	0.2263	細い	0.0472
距離	長い	0.3286	長い	-0.4264	長い	0.4069
	標準	-0.0025	標準	0.1006	標準	-0.0120
	短い	-0.3389	短い	0.3730	短い	-0.3198
果実高さ	高い	0.1035	高い	0.0784	高い	0.4131
	中間	-0.0048	中間	0.0496	中間	-0.0281
	低い	-0.0413	低い	-0.1399	低い	-0.1762
樹液流抵抗	大きい	-0.0901	大きい	-0.0551	大きい	-0.2061
	標準	-0.2868	標準	0.2361	標準	0.1842
	小さい	0.3283	小さい	-0.1476	小さい	-0.0634
着果枝の向き	上向き	0.2939			上向き	-1.1901
	斜め上	-0.6757	斜め上	-0.9129	斜め上	-0.8960
	横向き	-0.0354	横向き	0.1534	横向き	-0.3792
	下向き	0.1164	下向き	0.1022	下向き	0.5629
着葉数	直花果	-0.2212	直花果	-0.2332	直花果	0.0692
	有葉果1	0.2465	有葉果1	0.6019	有葉果1	-0.0108
	有葉果2	0.6204	有葉果2	0.7042	有葉果2	-0.5323
主枝No.	No.1	0.4650	No.1	-0.5716	No.1	-0.6310
	No.2	-0.3804	No.2	0.3746	No.2	0.3834
	No.3	0.1791	No.3	0.2668	No.3	0.1126
			No.4	-0.5160	No.4	0.4077
亜主枝の向き	上向き	-0.4066	上向き	0.0186	上向き	-0.0058
	斜め上	-0.2184	斜め上	0.3640	斜め上	-0.0921
	横向き	0.4504	横向き	-0.3086	横向き	0.1067
	下向き	-0.0075	下向き	-0.9578	下向き	-2.3883



第5図 糖度に影響する各アイテムの寄与度

果実が小さいほど糖度は高かったが、No.1 樹では標準の大きさのほうが小さい果実より糖度が高かった。

No.1, No.2 樹では果梗枝の太い果実で糖度が低かったが、逆にNo.3 樹では果梗枝の太い果実で糖度が高かった。これらの現象は矛盾しているように思われるが、「果実への養分の流れ」という視点でみると、起こり得る現象だと考えられる。根の発

育が悪く樹勢の弱い‘ゆら早生’では、導管や師管の養分の流れの悪さが、果実の発育や糖蓄積の制限因子になっていることが示唆された。

以上の結果から、糖度の高い‘ゆら早生’は、他の早生品種と同様、樹冠の上中部に位置する果実で、果梗枝が細く、収穫期には下向きに垂れる果実であり、直花果よりも4~5枚までの有葉果で糖度は高いことがわかった。また、強い乾燥や重い着果負担は、根の働きを弱め果実への養分の流れを低下させることから、樹勢の弱い‘ゆら早生’では、糖度の向上には逆効果であることが示唆された。したがって、樹勢の維持に努めながら、有葉果を増やし、従来の知見にしたがって柔らかい枝に結果させ、裾なりや果皮の厚い直花果を摘果する栽培管理が良いと思われた。

摘 要

‘ゆら早生’の樹冠内における果実品質変動の要因解析を行った。2009年10月20日に収穫した場内2園地の合計3樹を供試し、果実重、遊離酸含量、糖度に及ぼす着果位置や果実特性の影響を数量化Ⅱ類により解析した。

その結果、‘ゆら早生’果実の肥大には、有葉果の多い樹づくりが重要であり、養分の流れの良い整枝と着果位置が望ましく、裾なり果は小玉になりやすいことがわかった。遊離酸含量については、有葉果で減酸が早く、扁平で果皮が薄く糖度の高い小玉果で酸が高かったことから、強い乾燥や着果負担などで正常な果実発育を抑え込まない管理が重要と思われた。また、果実熟度に関与する要因が遊離酸含量に影響していたことから、多孔質シートマルチなどによる日照条件の改良、裾なりや懐なり果実の摘果などとともに、適期の収穫が酸高の防止に重要と思われた。糖度については、樹冠の上中部に位置し、果梗枝が細く収穫期には下向きに垂れる果実、直花果よりも有葉果で糖度が高かった。樹によって正反対の影響を及ぼす要因が多く、これらは果実への養分の流れやすさに関係していると思われた。

以上の結果から、‘ゆら早生’の果実品質変動は、基本的には従来の早生ウンシュウミカンでの知見を踏襲するものであるが、10月上旬~下旬に収穫する極早生であるため果実熟度の違いによる変動が加わり、さらに、根の発育が悪く樹勢の弱い品種であるため果実への養分の流れやすさの要因が加わることが明らかになった。このことが‘ゆら早生’の果実品質変動を大きくしており、外観や従来の知見では予測しにくい原因であることがわかった。

謝 辞

本調査は、「和歌山県ゆら早生ブランド確立協議会」の要請を受けて実施した。本県の‘ゆら早生’に関する様々な情報を提供していただいた構成機関の皆様に、お礼を申し上げます。

引用文献

- 長谷部秀明・佐金信治. 1976. 早生温州ミカンの糖, 酸含量とその変動. 徳島果試研報. 5:1-11.
- 伊庭慶昭. 1973. 柑橘産業における品質管理. バイオテク. 4(3):234-239.
- 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.
- 岩垣 功・広瀬和栄. 1979. ウンシュウミカンの成熟生理に関する研究(1)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B. 6:47-74.
- 岩垣 功・加藤義昌. 1982. ウンシュウミカン果実の初期成長と品質との関係. 園学誌. 51(3):263-269.
- 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B. 8:13-36.
- 鯨 幸和. 2007. 深耕と土壌改良資材の局所投入による極早生ウンシュウミカン‘ゆら早生’の根と新梢の発育促進. 日本土肥学誌. 78(5):515-517.
- 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. 農および園. 47:81-82.
- 夏見兼生・富田栄一. 1975. 温州ミカンの結実管理と果実の品質. 農および園. 50:1486-1492.
- 野方俊秀・中牟田拓史・江原忠彰. 1980. 温州ミカンの生態に関する研究(第1報)結果母枝に関する調査. 佐賀果試報. 7:1-19.
- 中地克之・鯨 幸和・宮本久美. 2007. 極早生ウンシュウミカン‘ゆら早生’の摘果と果実肥大及び果実品質. 和歌山農総技セ研報. 8:69-76.
- 中谷 章. 2008. 良食味極早生ウンシュウミカン‘ゆら早生’の導入による担い手の経営革新. 平成20年度近畿中国四国地域果樹研究会資料.
- 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. 農および園. 47:1193-1194.
- 鈴木鉄男・伊東 要. 1973. 温州ミカンにおける結果枝の着葉数が果実の肥大・品質に及ぼす影響. 農および園. 48:593-594.
- 鈴木鉄男・伊東 要. 1973. 温州ミカンの着果位置, 採収時期別にみた果実の品質. 農および園. 48:847-848.
- 鈴木鉄男・岡本 茂・関 徹夫. 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. 園学誌. 42(3):201-209.
- 立川 忠・上田義一・井口 功. 1974. 温州ミカンの品質に関する研究(第1報)開花の早晚が果実に及ぼす影響. 静岡柑試報. 11:14-19.
- 宇都宮直樹・山田 寿・片岡郁雄・苦名 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. 園学誌. 51(2):135-141.

