

樹冠表層摘果，シートマルチ，エチクロゼートによる 早生ウンシュウの果実品質向上効果

How Removal of Fruits on the Tree Crown Surface, Sheet Mulching, and Ethchlorzate Can Improve the Quality of Early-maturing Satsuma Mandarin Fruits.

北園邦弥・榊 英雄・藤田賢輔

Kuniya KITAZONO, Hideo SAKAKI and Kensuke FUJITA

要 約

早生ウンシュウの‘興津早生’を供試し，樹冠表層摘果（以下、表層摘果）による浮き皮果，日焼け果の発生防止効果，およびシートマルチ栽培とエチクロゼート散布を組み合わせた高品質果実生産の有効性を検討した。‘興津早生’では，表層摘果を行うことにより，慣行の間引き摘果に比べ，日焼け果および浮き皮果の発生が少なく，大玉果率が低くなったが，果実品質は慣行摘果とほぼ同等であった。しかし，表層摘果にシートマルチとエチクロゼートの散布を組み合わせることにより，糖度は高くなり，果皮色は良好となるなど高品質果実生産が可能であった。

同様に，県内でも温暖な天草地域で，高品質果実を生産するための実証圃を設け，シートマルチとエチクロゼートの散布を組み合わせた栽培に表層摘果を導入してその効果を検討した。実証区における日焼け果の発生は，シートマルチとエチクロゼートの散布をせず，慣行の間引き摘果を行った対照区に比べ少なかった。果実品質は，2カ年とも対照区に比べ糖度，クエン酸含量とも高くなり，果皮の赤味が濃い果実となるなど果実品質は向上した。実証区の1樹当たり収量はほぼ同等であったが，果実の階級は実証区で大玉果率が低く，中玉果率が高かった。

以上の結果から，表層摘果を行うことで，近年増加してきた日焼け果と浮き皮果の発生を軽減することができた。さらに，シートマルチ栽培と，エチクロゼートの散布を組み合わせることで，温暖な気象条件下でも高品質果実生産が可能であった。

キーワード：樹冠表層摘果，シートマルチ，エチクロゼート，早生ウンシュウ，日焼け果，浮き皮果，果実品質

I 緒言

気候温暖化は地球規模で進行しており，気象庁の解析によると，世界の年平均気温は100年当たりで0.67℃(1891-2007年)，日本でも同様に1.10℃(1898-2007年)上昇している¹⁾。独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所が2003年に実施した果樹生育に対する温暖化の影響についてのアンケート調査結果²⁾からも，すでに温暖化の影響とみられる果樹生育の変化が発生している。ウンシュウミカンでは，晩夏から初秋の高温により，日焼け果の発生が増加し，秋期の高温やまとまった降雨による浮き皮果の発生や果実糖度の低下などが問題となってきている^{3) 4) 5)}。

県内においても，温暖な天草・芦北地区とウンシュウミカン栽培の主産地である県北の熊本・玉名地区との果実品質を調査した結果，前者では，県北の主産地に比べクエン酸が低く，果皮色は赤みの薄い果実となる⁶⁾など，

年平均気温で2℃程度の差でも，果実の着色や品質に影響がみられている。

本試験では，ウンシュウミカンに対する温暖化の影響の中で，特に，夏秋期の気温上昇が影響を及ぼすとみられる日焼け果や浮き皮果の発生を軽減する方法として，早生ウンシュウの‘興津早生’を供試し，表層摘果を検討した。また，果実品質向上効果が報告されている^{7) 8) 9)}シートマルチ栽培とエチクロゼート散布を組み合わせた高品質果実生産の有効性を検討した。

さらに，本県内のウンシュウミカン主産地に比べ年平均気温で約2℃温暖な天草地域において実証圃を設置し，表層摘果やシートマルチ栽培とエチクロゼート散布の効果について実証試験を行った。

II 材料および方法

試験1 表層摘果法の検討

供試樹として、当研究所に植栽した35年生(2005年時)‘興津早生’を供試した。試験規模は、2005年は1区1樹3反復、2006年は1区1樹2反復、2007年は1区1樹3反復とした。

試験は、粗摘果時に樹冠表層部の果実と内なりの小玉果を摘果する表層摘果区(以下、表層区)、粗摘果時に間引き摘果および内なり果を重点的に摘果する慣行摘果区(以下、慣行区)の2処理区を設けた。

粗摘果の時期は、2005年は6月29日～7月3日に、2006年は7月9日に、2007年は7月12日～16日に実施した。また、仕上げ摘果は両処理区とも小玉果、極大果を中心に2005年は9月16日～17日に、2006年は9月30日に、2007年は8月29日～9月4日に実施した。さらに、10月に入り、日焼け果、小玉果を中心に樹上選果を2005年は10月16日に、2006年は10月20～25日に、2007年は10月17日に実施した。

表層摘果区、慣行摘果区ともに、シートマルチは2005年は7月25日から、2006年は8月7日から、2007年は8月2日から被覆を開始し、11月中旬の収穫直前まで行った。また、エチクロゼートの散布は、2005年は8月2日と8月24日に66.7ppm、2006年は7月30日と8月27日に100ppm、2007年は7月27日と8月14日に66.7ppmをそれぞれ散布した。

果実肥大は、樹冠赤道部着果の果実を1樹あたり20果にラベリングし、2007年7月12日から約1ヶ月ごとに果実横径を調査し、期間中の日肥大量を算出した。日焼け果は、2005年10月16日、2006年10月20日、2007年10月17日に1樹当たりの日焼け果数を日焼けの程度別に調査した。果皮色は、2005年11月14日、2006年11月13日、2007年11月15日に樹冠の中部(赤道部)、下部の南側、北側と樹冠内部からMサイズの大きさの果実をそれぞれ1樹につき15～20果採取し、ミノルタ社製の色差計を用いて2005年11月18日、2006年11月15日、2007年11月17日に果実赤道部の果皮色(ハンター値)を調査した。浮き皮の調査は、カンキツの調査方法(農林水産省果樹試験場興津支場編、1987年)により発生程度を手ざわりによって無、軽、中、甚の4段階に分け、2005年11月18日、2006年11月15日に、2007年は収穫直前の11月15日に、樹冠赤道部のMサイズの果実1樹あたり100果についてランダムに調査した。果実品質は、2005年11月23日、2006年

11月20日、2007年11月22日に果皮色を調査した果実の中から平均的な8果について、日園連式の糖酸分析装置を使用して糖度(屈折計示度)とクエン酸含量を調査した。

収穫は、2005年11月14日、2006年11月16日、2007年11月19日に行い、その後両処理区ともに選果機にかけて果実の階級割合を調査した。

試験2 シートマルチおよびエチクロゼート散布による果実品質向上効果の検討

試験1の供試樹と試験規模により、シートマルチとエチクロゼート散布を行う処理区と、行わない無処理区の2区を設けた。摘果の方法は、両処理区ともに慣行の間引き摘果とし、粗摘果、仕上げ適果の時期は試験1と同じ日に実施した。処理区におけるシートマルチの被覆日、除去日、エチクロゼートの散布日、散布濃度はすべて試験1と同じとした。

果皮色は、2005年11月14日、2007年11月15日に樹冠の上部、中部、下部の南側、北側と樹冠内部からMサイズの大きさの果実をそれぞれ1樹につき15～20果採取し、着色歩合とともにミノルタ社製の色差計を用いて2005年11月18日、2007年11月17日に果実赤道部の果皮色を調査した。果実品質は、2005年11月23日、年11月20日、2007年11月22日に果皮色を調査した果実の中から平均的な8果について、日園連式の糖酸分析装置を使用して糖度とクエン酸含量を調査した。

試験3 天草地域における早生ウンシュウの果実品質向上効果の実証試験

県内の温暖な天草市五和地区の‘興津早生’に、2006年4月から第1表の処理による実証園を設置した。実証区、対照区ともにそれぞれ4樹設定し、処理以外は農家の一般管理とした。2006年は、収穫日の11月8日に収量を、果皮色は収穫直前に1樹あたり20果採取した果実を、ミノルタ社製の色差計を用いて11月14日に果実赤道部の果皮色を調査した。そのうち8果について、11月20日に日園連式の糖酸分析装置を使用して糖度とクエン酸含量を調査した。樹冠容積の調査は2006年12月11日に行った。2007年は、5月8日に着花数、着葉数を、7月5日に着果数を、11月8日に収量、樹冠容積を調査した。果皮色は収穫直前に1樹あたり20果採取した果実を、11月11日に色差計を用いて調査し、そのうち10果について、11月12日に糖度とクエン酸含量を調査した。

第1表 天草地域の実証園における‘興津早生’への処理

年次	区分	摘果法	エチクロゼート	シートマルチ	収穫日
2007	処理区	表層摘果	2回散布(7/23、8/16)	有(7/23~)	11月8日
	対照区	慣行摘果	無散布	無被覆	
2006	処理区	表層摘果	2回散布(7/27、8/30)	有(7/27~)	11月8日
	対照区	慣行摘果	無散布	無被覆	

注)エチクロゼートの濃度は66.7ppm

III 結果および考察

試験1 表層摘果法の検討

1) 浮き皮の発生

2005年から2007年までの3カ年ともに、慣行区に比べ表層区でいずれの着果部位においても浮き皮発生は少なかった。着果部位別では、樹冠中部、下部で浮き皮が発生しやすく、樹冠内部の発生は少なかった。年次別では、2005年、2006年の慣行摘果での発生は比較的多かったが、2007年については、夏秋期に少雨状態で推移したこともあり全体的に浮き皮発生は少なかった(第2表)。

浮き皮果の発生は、着色期の温度条件や湿度条件の影響が大きいとされており、温度、湿度ともに高いほど発生は多くなる。河瀬ら^{10) 11)}は、果実の成熟後期に果実表面の結露時間が長いほど浮き皮の発生が多くなることを報告している。特に、着色後期の多湿条件は浮き皮を激増させている。また、高木ら¹²⁾は、樹冠外周部の大果を摘果することで浮き皮果の発生は著しく少なくなると報告している。本試験では、樹冠表層の結露しやすい果実を中心に粗摘果時に除去しているため、浮き皮の発生は少かったと考えられる。

第2表 摘果方法の違いが‘興津早生’の着果部位別浮き皮発生におよぼす影響

年次	処理区	着果部位別の浮き皮発生指数		
		中部	下部	内部
2007	表層区	2.0	—	—
	慣行区	7.3	—	—
2006	表層区	2.5	4.2	0
	慣行区	20.3	20.3	0
2005	表層区	5.1	3.0	0.5
	慣行区	25.3	13.6	5.1

注) 浮き皮発生指数 = $\frac{(\text{軽} \times 1 + \text{中} \times 2 + \text{甚} \times 3) \times 100}{\text{調査果数} \times 3}$

2) 日焼け果の発生

2007年は夏秋期の最高気温が平年に比べ高かったため、例年に比べ日焼け果の発生が多かったが、表層区の日焼け果は慣行区に比べ非常に少なかった。2006年、2005年については、2007年ほどの発生はなかったが、慣行区に比べ表層区における日焼け果の発生は少なく、発生しても程度は軽かった(第3表)。

カンキツの中では、早生ウンシュウは日焼け果の発生が多くみられ、被害が厳しいと果皮が褐変したり果肉がす上がり症状を呈するため、生果として出荷することが

できず、商品価値がなくなってしまう。特に、近年多発する年があり問題となっている。

日焼けが防止しやすい時期としては、近泉¹³⁾は、早生ウンシュウでは8月上旬から10月上旬に発生しやすいとしており、この時期は、果皮組織が成長過程から成熟段階へ移り変わる過渡期であり、日焼けの発生は、強い日射だけではなく、果実の ageing と密接に関係していることを明らかにしている。本試験においても、日焼け果の発生は8月上旬頃から始まり、9月に急増している。特に、2007年については、当果樹研究所の最高気温が9月中旬に35℃を超える日が数日みられ、果実の日焼けしやすい時期と重なったために発生が助長されたと考えられる。このように発生が多かった年についても、表層摘果を行うことで、日焼け果の発生を最小限に抑えることが可能であった。また、本試験では粗摘果を幼果時の7月主体に行ったが、この時期に上向きで直射日光が当たる位置に着果していても、8月以降は重みで下を向くような果実では日焼け発生は少なかった。

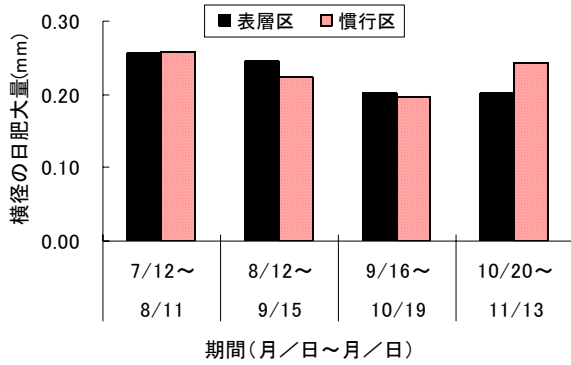
第3表 摘果方法の違いが‘興津早生’の日焼け果発生におよぼす影響

年次	処理区	程度別日焼け果数(個)			日焼け果数合計(個)
		軽	中	甚	
2007	表層区	14.3	6.5	1.8	22.5
	慣行区	73.5	57.8	35.0	166.3
2006	表層区	19.0	10.0	4.0	33.0
	慣行区	47.0	19.5	11.0	77.5
2005	表層区	1.7	2.0	0.3	4.0
	慣行区	12.7	15.7	5.3	33.7

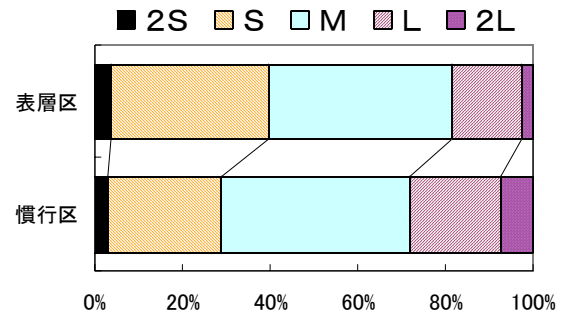
注) 日焼け果数は1樹当たりの調査

3) 果実肥大

果実横径の日肥大量は、10月の中旬頃までは処理区間に大差はないが、表層区では下旬以降、慣行区に比べ日肥大量は小さくなり、生育後期の果実肥大が抑制された(第1図)。樹冠外周部と内部の果実では内部の果実肥大が緩慢で小玉になりやすいことから、表層摘果を行った樹では、葉裏に隠れた果実が多いために、樹冠表層部の着果が多い慣行摘果と比べると、生育後期の肥大が緩慢であったものと考えられる。



第1図 摘果方法の違いが‘興津早生’果実横径の日肥大量におよぼす影響(2007年)



第2図 摘果方法の違いが‘興津早生’の階級比率におよぼす影響(2007)

4) 果実の階級割合

果実の階級は、表層区では慣行区に比べ L 以上の大玉果の割合が少なく、中玉果である M・S サイズの果実割合が高くなった (第 2 図)。これは、前述のとおり 10 月下旬以降の後期の果実肥大が緩慢になったことが影響しているものと考えられる。特に、表層区では、慣行区に比べ葉裏や樹冠内部に着果する果実割合が高いために樹全体として小玉傾向になりやすいと考えられた。

5) 果実品質と果皮色

2005年から2007年までの3年間の調査結果では、表層区の糖度、クエン酸含量、果皮色、着色歩合は、慣行区とほぼ同等であった (第 4 表)。

以上の結果から、表層摘果を行うことで、慣行摘果に比べて日焼け果や浮き皮発生が少なく、商品化率が向上するとともに、果実の後期肥大もやや抑制され大玉果の割合は少なくなることが明らかとなった。

第 4 表 摘果方法の違いが果実品質、果皮色に及ぼす影響

年次	処理区	シートマルチ エチクロゼート	1 果 平均重	果肉 歩合	糖度 (Brix)	クエン酸 含量	糖酸比	果皮色			着色 歩合
								a 値	b 値	a/b値	
2007	表層区	有	109.1	82.9	12.1	0.77	15.7	16.3	38.4	0.43	10.0
	慣行区	有	107.5	82.3	11.4	0.77	14.9	15.7	38.3	0.41	10.0
2006	表層区	有	123.6	81.6	11.8	0.96	12.4	16.5	38.6	0.43	10.0
	慣行区	有	120.8	79.6	11.8	0.94	12.6	16.9	37.7	0.45	10.0
2005	表層区	有	103.7	80.9	11.1	0.73	15.2	17.2	37.3	0.46	9.7
	慣行区	有	107.5	79.5	10.9	0.81	15.0	16.8	36.9	0.46	9.5

試験 2 シートマルチおよびエチクロゼート散布による果実品質向上効果の検討

シートマルチ、およびエチクロゼートの散布を行った処理区では、シートマルチ、エチクロゼート散布のいずれも行わなかった無処理区に比べ着色歩合、果皮色の a 値、a/b 値ともに高いことから、着色が早く果皮の赤みが濃い果実であった。また、処理区の糖度は無処理区より高くなり、クエン酸含量は同程度であることから、糖酸比も高くなり、高品質果実生産が可能であった (第 5 表)。

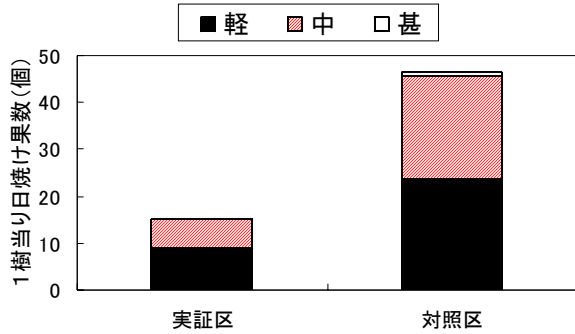
第 5 表 シートマルチ、エチクロゼート散布が果実品質、果皮色に及ぼす影響

年次	処理区	シートマルチ エチクロゼート	1 果 平均重	果肉 歩合	糖度 (Brix)	クエン酸 含量	糖酸比	果皮色			着色 歩合
								a 値	b 値	a/b値	
2007	処理区	有	107.5	82.3	11.4	0.77	14.9	15.7	38.3	0.41	10.0
	無処理区	無	106.8	82.6	10.7	0.77	13.9	13.0	38.8	0.34	9.7
2006	処理区	有	120.8	79.6	11.8	0.94	12.6	16.9	37.7	0.45	10.0
	無処理区	無	120.7	80.2	10.8	0.92	11.8	—	—	—	—
2005	処理区	有	107.5	79.5	10.9	0.81	15.0	16.8	36.9	0.46	9.5
	無処理区	無	111.1	80.4	9.9	0.86	12.3	12.4	36.6	0.33	8.7

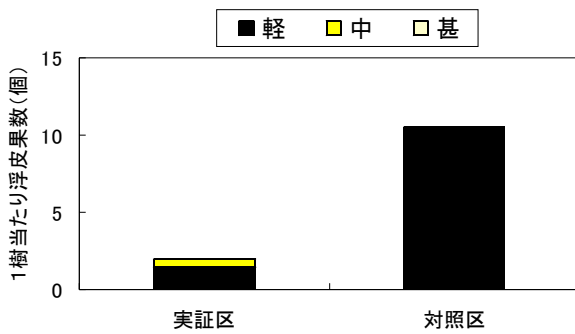
試験3 天草地域での実証試験

1) 日焼け果, 浮き皮果の発生

天草地域における日焼け果の発生は, 慣行の摘果を行った対照区に比べ表層摘果を行った処理区で少なかった(第3図)。当研究所に比べて収穫時期がやや早いこともあり, 浮き皮果の発生は全体的に少なかったが, 対照区に比べて処理区で少なかった(第4図)。



第3図 実証園における‘興津早生’の日焼け果数(2007)



第4図 実証園における‘興津早生’の浮き皮果数(2007)

2) 果実品質

果実品質は, 2カ年とも処理区が対照区に比べて糖度, 可溶性固形物, クエン酸含量とも高かった(第6表)。また, 果皮の赤味を示すa値, a/b値は処理区が対照区より高くなり, 赤みが濃い果実が生産できた。また, 着色歩合も対照区に比べ良好であった(第7表)。温暖な地域では, 果皮の赤味が薄かったり, 糖酸ともに低くなりやすい傾向にある⁶⁾が, 果実品質向上効果がみられるシートマルチとエチクロゼートの散布を表層摘果と組み合わせることで, 温暖な天草地域においても, 高品質果実の生産が可能であった。

第6表 実証園における‘興津早生’の果実品質

年次	処理区	1果重	果肉歩合	糖度(Brix)	可溶性固形物	クエン酸	甘味比
		g	%		g/100ml	g/100ml	
2007	実証区	107.8	80.8	12.2	13.6	0.98	13.95
	対照区	107.6	81.2	10.4	11.6	0.80	14.47
	有意性	n. s.	n. s.	※※	※※	※	n. s.
2006	実証区	119.8	76.8	13.0	14.6	1.15	12.74
	対照区	127.2	78.0	10.6	11.9	0.91	13.18
	有意性	n. s.	n. s.	※※	※※	※	n. s.

注) ※※は1%水準, ※は5%水準で有意差あり

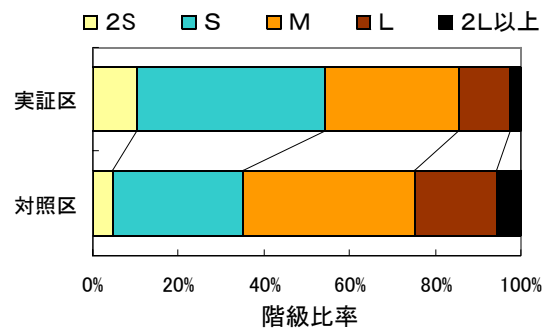
第7表 実証園における‘興津早生’の着色と果皮色

年次	処理区	果皮色			着色
		a値	b値	a/b値	歩合
2007	実証区	19.8	37.6	0.53	10.0
	対照区	13.9	39.1	0.35	8.8
	有意性	※※	※※	※※	※
2006	実証区	20.3	37.5	0.54	—
	対照区	16.6	38.4	0.44	—
	有意性	※	n. s.	※	

注) ※※は1%水準, ※は5%水準で有意差あり

3) 果実の階級と収量

果実の階級比率は, 処理区でLサイズ以上の大玉果の割合がやや少なく, Sサイズの割合が多くなった(第5図)。これは, 処理区が表層摘果を実施しており, 生育後期の果実肥大が緩慢になったことに併せ, シートマルチ栽培によって土壌水分を制御し, さらにエチクロゼート散布によって樹体に水分ストレスが付与された結果であると考えられる。気候温暖化が進み, 秋期の気温が上昇すると生育後期の果実肥大が促進されやすい¹²⁾が, 処理区のような管理を行うことで果実肥大が抑制され, 中玉果と呼ばれるM・Sサイズの割合が増加し, 品質も向上しやすいと考えられる。



第5図 実証園における‘興津早生’の階級比率(2007)

2006年, 2007年の処理区における1樹当たり収量, 個数は対照区とほぼ同等であったが, 2006年の樹冠容積1m³当たりの収量は対照区に比べやや少なかった。これは, 1果平均重が対照区より小さかったことが影響し

たとみられる。

第8表 実証園における‘興津早生’の収量

年次	処理区	収量		1果重	樹冠容積	1m ³ 当り	
		収量	個数			収量	果数
		kg	個	g	m ³	kg	個
2007	実証区	99.4	1018	97.6	23.5	4.2	43.3
	対照区	99.6	955	104.3	20.3	4.9	47.0
2006	実証区	75.4	731	103.4	27.5	2.8	27.1
	対照区	83.9	673	128.0	20.3	4.1	33.1

以上の結果から、表層摘果を行うことで、近年増加してきた日焼け果と浮き皮果の発生を軽減することができ、さらにシートマルチ栽培とエチクロゼートの散布を組み合わせることで、温暖な気象条件下でも高品質果実生産が可能であった。

IV 引用文献

- 1) 気象庁：わが国における気候変動の現状と見直し，2-3, 2008
- 2) 杉浦俊彦：園芸学研究 6(2), 257-263, 2007. 温暖化がわが国の果樹生育に及ぼしている影響の現状
- 3) 杉浦俊彦：農業及び園芸 82, 845-851, 2007. 地球温暖化が日本各地の果樹生育に及ぼしている影響
- 4) 杉浦俊彦：農林水産技術研究ジャーナル 31(5), 24-29, 2008. 地球温暖化が果樹生産におよぼす影響とその適応策
- 5) 小野祐幸：平成15年度果樹農業生産構造に関する調査報告書, 9-13, 2005. カンキツの生育・成熟に及ぼす気候温暖化の影響
- 6) 榎 英雄ら：九州農業研究発表会専門部会発表要旨集 69, 218, 2006. 熊本県内の温暖な地域でのウンシュウミカンの特性
- 7) 河瀬憲次ら：農業及び園芸 68(7), 785-789, 1993.

- 8) 河瀬憲次ら：農業及び園芸 68(9), 1001-1004, 1993. ウンシュウミカンのシートマルチ栽培と資材開発〔1〕
- 9) 水田泰徳ら：兵庫農技研報（農業）43, 107-114, 1995. フィルムマルチ及びエチクロゼートがウンシュウミカンの果実品質におよぼす影響
- 10) 河瀬憲次：果樹試験場報告 D（口之津）6, 41-55, 1984. ウンシュウミカン果実における浮き皮発現の要因と防止法に関する研究（2）
- 11) 河瀬憲次ら：九州農業研究 41, 209, 1979. ウンシュウミカン果実の多湿処理期間と浮き皮発現
- 12) 高木信雄ら：園芸学会雑誌 71(別2), 11, 2002. 温暖化に伴うミカンの収量品質の年次変動の増大と生産対応
- 13) 近泉惣次郎：愛媛大学農学部紀要 52, 13-123, 2007. カンキツ類の果皮障害の発生原因とその防止対策

Summary

How Removal of Fruits on the Tree Crown Surface, Sheet Mulching, and Ethychlozate Can Improve the Quality of Early-maturing Satsuma Mandarin Fruits.

Kuniya KITAZONO, Hideo SAKAKI and Kensuke FUJITA

We tested the early-maturing Satsuma mandarin variety called "okitsu-wase" to investigate how the removal of fruits on the tree crown surface can prevent rind puffing and sunburn of fruits and how the combination of sheet mulching and ethychlozate spraying can improve the quality of fruits. Removal of fruits on the tree crown surface proved to be more effective than the conventional thinning method in preventing sunburn of fruits and rind puffing, resulting in higher yields of larger fruits. Combining this technique with sheet mulching and ethychlozate spraying led to the production of high-quality fruits.

For verification, we carried out a similar experiment in the test field located in the temperate Amakusa region in Kumamoto Prefecture, where we used both the sheet mulching and ethychlozate spraying methods as well as removed the fruits on the tree crown surface. As a result, we confirmed lower occurrence of sunburn of fruits and higher fruit quality in the test land compared to the control land. Although fruit yields per tree were similar between the two lands, the test land yielded less large-sized fruits and more medium-sized fruits than the control land.