

極早生ウンシュウにおける果実成熟期の気温、被覆資材および果実生育期の肥効が日焼け果の発生や果実着色に及ぼす影響

Effects of Temperature of Maturation Period, Covering Material and Fertilization of Fruit Growth Period on Fruit Sunburn and Coloration of Very Early Satsuma Mandarin .

川端義実・川窪裕二*・北園邦弥**・藤田賢輔***・榊 英雄

Yoshimi KAWABATA, Yuji KAWAKUBO, Kuniya KITAZONO, Kensuke FUJITA and Hideo SAKAKI

要 約

極早生ウンシュウにおいて、果実成熟期の気温、被覆資材および果実生育期の肥効が日焼け果の発生や果実着色に及ぼす影響について検討した。成熟期となる9月から10月の気温が上昇すると着色は遅れ果実糖度が低かった。日焼け果の発生は、被覆資材により軽減され、その効果は赤外線カットフィルムが最も大きく、紫外線カットフィルム、ポリフィルムの順であった。春肥の施用割合を増やすと、慣行施肥に比べて日焼け果の発生がやや増加し収穫時の着色も遅れた。また、夏肥施用など施肥時期が遅れると、慣行施肥に比べて果皮は厚くなり日焼け果の発生が増加し、着色は遅れ糖度もやや低くなった。

キーワード：極早生ウンシュウ、日焼け果、気温、着色、紫外線カットフィルム、赤外線カットフィルム、施肥

I 緒言

極早生ウンシュウは9月～10月にかけて収穫されるカンキツであり、本県では‘豊福早生’を中心に‘肥のあかり’、‘日南1号’などの品種が1,060ha栽培されており、ウンシュウミカン全栽培面積の25%程度を占める重要な品目である³⁾。近年、極早生ウンシュウを中心に気候温暖化の影響と思われる日焼け果の多発生や果実着色の遅延が問題となる年が多くなってきた。

世界の年平均気温は過去100年で0.67℃(1898—2007年)、日本でも1.1℃(1898—2007)上昇しており¹⁾、熊本市においてはそれらを上回る1.8℃(1902—2005)の上昇が見られており、明らかに気候は温暖化している。2002年に農林水産省が作成した資料によると、九州では1980年を基準に2030年には平均気温で1.9℃上昇すると推計されている¹³⁾。そして、(独)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アンケート調査結果では、秋季の高温によるウンシュウミカンの日焼け果や浮き皮症の発生、果実糖度の低下などが指摘されている⁸⁾。また、県内の過去30年間における気象変化の解析でも9月～10月の気温上昇が大きくなっており、ウンシュウミカンの日焼け果発生や着色遅延、浮き皮症の発生に大きく影響していることが示唆されている²⁾。それに加え、果実着色の遅延については、果実生育期における肥料の遅効きも一つの要因として考えられる。

ここでは、近年問題になっている極早生ウンシュウの

日焼け果発生および着色遅延に焦点をあて、果実成熟期となる9～10月の高温と果実着色や品質との関係、施設栽培で使用されている光質制御フィルムによる日焼け果発生の軽減効果、並びに春肥の施肥時期や量が果実着色、日焼け果発生、果実品質に及ぼす影響について検討し、一定の知見が得られたので報告する。

II 材料および方法

試験1 果実成熟期の温度の違いが樹体および果実に及ぼす影響

熊本県農業研究センターにある人工気象室で、2009年、2010年、2011年に試験を行った。2009年は自然光型の人工気象室で12号ポット栽培4年生‘肥のあすか’、2010年は前年と同じ人工気象室で12号ポット栽培3年生‘豊福早生’、2011年は人工光型の人工気象室で12号ポット栽培4年生‘豊福早生’を供試した。

第1表に各試験における人工気象室の気温と処理期間を年次別に示した。2009年の処理期間は9月6日～10月25日、2010年は9月1日～10月25日で、両年とも処理期間中の温度設定は一定とした。中温処理区は平年の9月から10月の気温を参考にして昼温を25℃、夜温を20℃とし、高温処理温区では昼温、夜温とも中温区より5℃高く設定した。しかし、自然光型で温度制御機能が十分でなかったため2009年は高温区の日平均気温が29℃、低温区は23℃であり、2010年は高温区が29℃で低温区は27℃であった。2011年の処理期間は8月31日～10月25日で、

*：熊本農政事務所農業普及・振興課 **：農林水産部農業技術課 ***：農業研究センター天草農業研究所

中温処理区は熊本市の9月～10月における旬毎の平均最高気温と平均最低気温とし、高温処理区では中温処理区よりそれぞれ2℃高い温度設定とした。2011年の試験では人工光型の人工気象室であったため設定温度と人工気象室内温度は同じとなった。

試験規模は3ヶ年とも1区1樹3反復とした。温度処理前の葉果比は、2009年は30枚に1果、2010年と2011年には25枚に1果とした。調査は、各年次とも着色歩合、並びに温度処理前と処理後に平均的な果実を各樹5果ずつ測定した。秋芽の発生状況は、2009年のみ温度処理終了後の11月5日に発生本数とその長さ調査した。果実品質は、温度処理前には各樹から平均的な果実を2果、温度処理後は5果ずつ採取し、日園連式酸糖度分析装置(NH-2000)を使用して糖度とクエン酸濃度を測定した。

第1表 人工気象室の気温と処理期間

年次	品種名	処理	気温(℃)			
			日平均	日最高	日最低	較差
2009	肥のあすか	高温	29	35	26	9
		中温	23	29	20	9
2010	豊福早生	高温	29	38	24	14
		中温	27	33	23	10
2011	豊福早生	高温	24	34	24	10
		中温	22	33	22	11

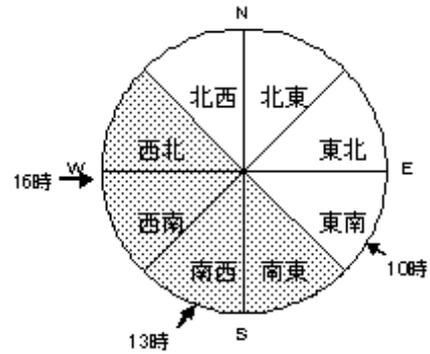
注1) 供試樹: いずれも12号鉢植えで、2009年は4年生、2010年は3年生、2011年は4年生

注2) 2009年と2010年は自然光、2011年は人工光

注3) 温度処理期間(月/日): 2009年は9/6～10/25、2010年は9/1～10/25、2011年は8/31～10/25

試験2 光質(被覆資材)の違いが日焼け果発生に及ぼす影響

2009年に熊本県農業研究センター果樹研究所植栽の19年生‘肥のあけぼの’を供試した。調査樹を直径19mmのパイプで覆うように組み立て、7月30日に樹冠の南東から西北にかけて光質制御の紫外線カットフィルム(以下、紫外線カット区)、赤外線カットフィルム(以下、赤外線カット区)の2種と通常のポリフィルム(以下、ポリ区)、無被覆(以下、無処理区)を設けた。各処理は1区1樹3反復とした。被覆後、地上高1.5mに温度測定器を設置し、経時的に温度推移を測定するとともに、晴天日であった8月10日および9月11日の10時に日射量を測定した。10月24日に各樹から方位別に樹冠表層部の果実を採取し日焼け果発生果数を調査した。併せて、樹冠赤道部から平均的な果実を7果ずつ採取して果実品質を調査した。



第1図 フィルムによる樹体被覆の方位

注1) →は8月10日の太陽の位置

注2) 網掛け部分を樹体被覆処理

試験3 施肥の時期や春肥施用割合が日焼け果発生および果実着色に及ぼす影響

2010年および2011年に平成7年高接ぎの‘豊福早生’(中間台: ‘上野早生’)を供試し、第2表に示した年間施用窒素量の時期別割合で2年間試験を行った。2ヶ年とも慣行の有機配合肥料(N:P:K=9:3:3)を用い、年間施用窒素量は10a換算で18kgとした。慣行区は熊本県の極早生ウンシュウ施肥基準に準じ、3月上旬に年間施用窒素量の35%、4月上旬に20%、10月中旬に45%を施用した。春肥多量区は、慣行区に対し4月上旬の施用量を倍量の40%とし、10月中旬の施用量を25%に減らした。夏肥施用区は、4月上旬の窒素施用量を慣行区の半分となる10%とし、6月上旬に10%追加施用した。

2010年は9月29日に各樹より日焼け果を採取し、日焼け程度と果数、重量を調査した。また、赤道部の平均的な30果を採取して着色程度と果皮色を調査した。着色歩合は肉眼観察法で緑色を0、完全着色を10とし、果皮色はミノルタ製の色彩色差計(CR-400)で果実の陽光面1カ所を測定した。9月29日に平均的な果実を各樹8果ずつ採取し、日園連式の酸糖度分析装置NH-2000を使用して糖度とクエン酸濃度を測定した。10月6日に全果実の収穫を行い、日焼け果率を算出した。2011年は前年と同じ方法で10月13日に日焼け程度とその果数および重量、着色程度と果皮色および果実品質を調査し、10月17日に全果実の収穫を行った。

第2表 年間施用窒素量の時期別割合(%)

処 理	3月上旬	4月上旬	6月上旬	10月中旬
慣 行	35	20		45
春肥多量	35	40		25
夏肥施用	35	10	10	45

注1) 有機配合肥料(N:P:K=9:3:3)を施用、年間施用窒素量 18kg/10a

III 結果および考察

試験1 果実成熟期の温度の違いが樹体および果実に及

ぼす影響

果実成熟期の気温が着色歩合に及ぼす影響の結果を第3表、果実肥大を第4表、秋梢発生本数を第5表、果実品質を第6表に示した。着色歩合は3ヵ年とも中温区に比べ高温区が劣った。2009年は処理期間の高温区と中温区の差が6℃で、着色歩合は高温区より中温区が約5分良好であった。2010年・2011年は日最高気温と日最低気温の差は多少あるものの、平均気温の差は2℃で中温区と高温区の着色歩合の差は1～1.5分程度であった。2010年は2011年に比べ高温区・中温区ともに日平均気温で5℃高く、着色程度は両区とも3.5～3.8分低かった。処理区間の肥大差は3ヵ年ともほとんど認められなかった(第4表)。また、秋梢発生本数は、中温区に比べ高温区が多かったものの、平均長には処理区間の差がなかった(第5表)。果実品質については、糖度(Brix)は2ヵ年とも中温区に比べ高温区が低かった。平均気温差が6℃の2009年は、処理前後の糖度(Brix)差が2.15、平均気温差が2℃であった2010年は1.26の差があり、両年とも高温区の糖度が低かった。ただし、2010年は、両処理区とも処理前に比べて処理後の糖度が低下した。これは灌水量が多すぎたためと考えられる。クエン酸濃度については年次間の変動が認められ処理区間で一定の傾向はみられなかったものの、処理前後の変化量はいずれも高温区の減少量が大きい傾向にあった(第6表)。

カンキツの果実着色と温度条件の関係については、早生ウンシュウで多くの研究が行われている^{4) 5) 7) 15)}。新居ら(1970)は、果皮の脱緑と関係が高いクロロフィル含量は低温ほど早く減少し、果皮の赤味と関係しているカロチノイド含量は熟期が進むにつれ増大し20℃程度が最も多くなり、着色も良好であったと報告している⁶⁾。本報告でも同様の結果となり、2009年の平均気温差が6℃の中温区では着色歩合が5分、2010年・2011年の2℃高いだけでも中温区の着色歩合が1～1.5分程度高くなっており、平均気温が20℃に近い処理区ほど着色良好であった。気温が比較的高い時期に収穫される極早生ウンシュウは、今後、更に温暖化が進むと、着色がより遅延し収穫時期の遅れが問題になることが懸念される。

果実成熟期の気温と肥大との関係については、新居ら(1967)の鉢植え早生ウンシュウの試験によると、果実横径は高温区ほど優れるが、20℃区と30℃区との差はわずか1mm程度であった⁶⁾。本試験においても、平均気温が2℃の差であった2010年と2011年では成熟期の気温に

よる肥大の差は無く、処理区間の温度差が6℃であった2009年でも処理区間の肥大差はわずかであった。以上のことから、ウンシュウミカンにおける成熟期の気温上昇が果実肥大に与える影響は小さいものと唆された。成熟期の気温と糖度との関係は、新居らの試験では20℃が最も高く、それ以上気温が高くなるにつれ低下し、25℃区に比べ20℃区が全糖含量では1.8%高い結果となっている⁶⁾。本試験においても平均気温が20℃に近い中温区の糖度が高く、新居らの報告⁶⁾と一致していたことから、成熟期の気温が20℃より高くなるほど低糖果実の増加が懸念される。クエン酸については、栗原(1971)は高夜温ほど減酸が良くなると報告⁴⁾しており、本試験でも同様の結果となった。

以上のことから、極早生ウンシュウの成熟期である9月から10月の気温が2℃上昇すると、着色が遅延し収穫期が遅れるとともに果実糖度も低下することから、今後、更に温暖化が進むと、極早生ウンシュウにおいては着色促進および品質向上対策技術の確立が重要といえる。

第3表 果実成熟期の気温が着色歩合に及ぼす影響

年次	品種名	処理	着色歩合	
			処理前	処理後
2009	肥のあすか	高温	9月3日	10月26日
		中温	0	0.6
2010	豊福早生	高温	8月30日	10月26日
		中温	0	6.4
2011	豊福早生	高温	8月31日	10月25日
		中温	0.0	1.0
			0.0	2.1
			0.0	4.5
			0.0	5.9

注1) 供試樹:いずれも12号鉢植えで、2009年は4年生、2010年は3年生、2011年は4年生

第4表 果実成熟期の気温が果実肥大に与える影響

年次	品種名	処理	肥大(横径:mm)		
			処理前	処理後	差
2009	肥のあすか	高温	9月3日	10月26日	
		中温	5.1	6.3	1.2
2010	豊福早生	高温	8月30日	10月26日	
		中温	5.0	6.4	1.4
2011	豊福早生	高温	8月31日	10月25日	
		中温	5.6	6.8	1.2
			5.4	6.6	1.2
			5.9	7.2	1.3
			5.8	7.1	1.3

注1) 供試樹:いずれも12号鉢植えで、2009年は4年生、2010年は3年生、2011年は4年生

第5表 成熟期の気温が秋梢発生に及ぼす影響(2009)

処理	発生本数	平均長
高温	14.7	2.2
中温	3.0	2.1

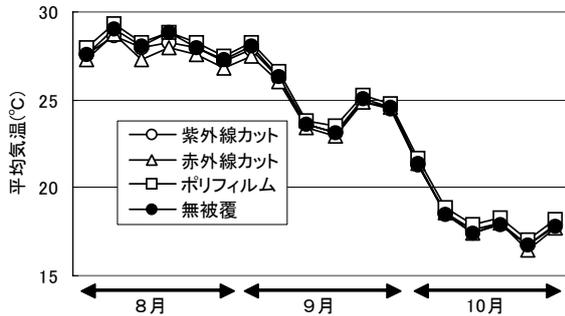
注) 発生本数は1樹あたりの平均値

第6表 果実成熟期の気温が果実品質に及ぼす影響

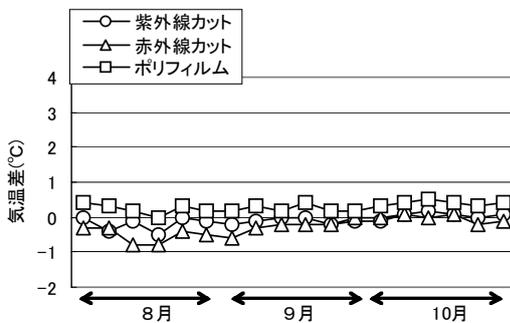
年次	処理	果実重 g	果肉歩合 %	処理前		収穫時		処理前後の変化量	
				糖度(Brix)	クエン酸 %	糖度(Brix)	クエン酸 %	糖度(Brix)	クエン酸 %
2009	高温	117	82.4	8.10	2.60	8.46	0.84	0.36	-1.76
	中温	117	80.3	8.17	2.18	10.68	0.68	2.51	-1.50
2010	高温	132	80.4	8.19	2.07	6.85	0.62	-1.35	-1.45
	中温	126	80.4	8.56	2.12	8.47	0.70	-0.09	-1.42

試験2 光質(被覆資材)の違いが日焼け果発生に及ぼす影響

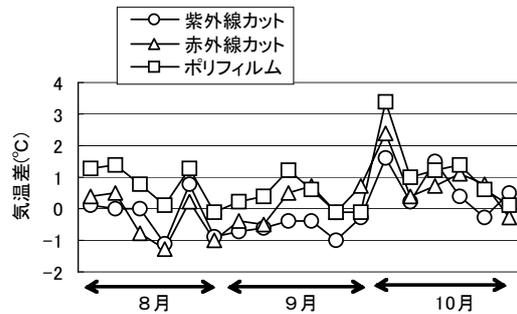
2009年8月から10月までにおける被覆資材ごとの平均気温の推移、無被覆に対する被覆資材ごとの平均気温の差、および無被覆に対する被覆資材ごとの最高気温の差を第2～4図に示した。樹体被覆下の平均気温は、無処理区に比べポリ区は約0.3℃高かったが、紫外線カット区は9月2半旬までやや低く推移し、それ以降は同程度となった。最も低かったのは赤外線カット区で8月3・4半旬は約0.9℃低く、9月5半旬まで低く推移した。最高気温は、測定期間を通しポリ区が常に高かった。赤外線カット区は9月上旬、紫外線カット区は9月下旬まで無処理区より低く推移した。



第2図 被覆資材別の平均気温の推移(2009.6半旬毎)



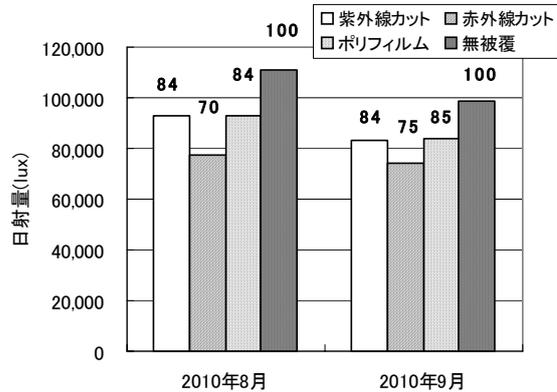
第3図 無被覆に対する被覆資材別の平均気温の差(2009.6半旬毎)



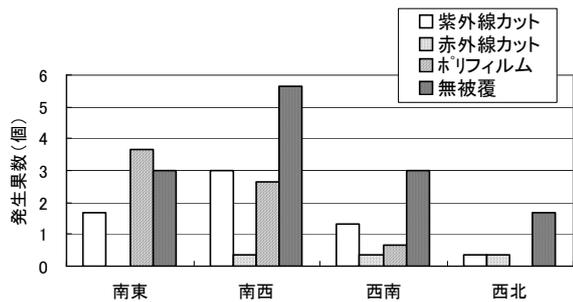
第4図 無被覆に対する被覆資材別の最高気温の差(2009.6半旬毎)

被覆資材別の日射量を第5図に示した。日射量は無処理区が最も多く、次いで紫外線カット区およびポリ区で、赤外線カット区が最も少なかった。

被覆資材の違いが日焼け果発生に及ぼす影響を第6図に示した。日焼け果は、いずれの区とも南東および南西での発生が多く、西北面は少なかった。処理別では、無処理区の発生が最も多く、次いで紫外線カット区およびポリ区で、赤外線カット区が最も少なかった。被覆資材の違いが果実品質に及ぼす影響を第7表に示した。果実品質の糖度(Brix)およびクエン酸は、処理間に違いはみられたものの有意な差ではなかった。



第5図 樹体被覆フィルム資材別の日射量
注) 図中の数字は無被覆を100とした相対値



第6図 樹体被覆フィルム資材の違いが日焼け果発生に及ぼす影響 (2009)

第7表 樹体被覆資材の違いが果実品質に及ぼす影響

処 理	果実重 g	果肉歩合 %	糖度	クエン酸
			(Brix)	%
紫外線カット	116	76.9	12.6	0.70
赤外線カット	121	78.4	12.0	0.72
ポ リ	143	77.4	11.9	0.79
無 処 理	124	76.9	12.6	0.74

カンキツ類の日焼け果発生に関しては、果実温度や果実生理の面からの研究は多い^{10) 11) 12) 14)}。早生ウンシュウにおける日焼け果は、9月下旬～10月下旬の着色直前から着色初期に発生が多く、その原因として日射が大きく関与し、果実温が40～45℃以上になると発生するとされている¹⁰⁾。その防止対策として、袋かけや網かけなどが一部の地域で実施されている¹⁰⁾。しかし、近年、施設野菜などで使用されている紫外線カットフィルムおよび赤外線カットフィルムを利用した日焼け果の発生を軽減させる効果に関する研究はなされていない。

本試験での、光質を制御した紫外線カットおよび赤外線カット区は、いずれも日焼け果が発生したものの、その発生軽減効果は、赤外線カットフィルムが最も大きく、紫外線カットフィルムとポリフィルムは同程度であった。また、日射量が少なくなる被覆資材ほど日焼け果の発生軽減効果が高くなっていた。つまり、袋かけや網かけなど¹⁰⁾と同様に赤外線カットフィルムを被覆し日射量を少なくすることで果実温の上昇が抑制され、日焼け果の発生が低下したものと推察される。

試験3 施肥の時期や春肥施用割合が日焼け果発生および果実着色に及ぼす影響

‘豊福早生’に対する施肥時期・量の違いが日焼け果発生に及ぼす影響を第8表に示した。日焼け果率とその程度を示す日焼け度は、2010年・2011年とも慣行区に比べ春肥多量区および夏肥施用区が高く、特に夏肥施用区は高かった。施肥時期・量の違いが着色および果皮色に

及ぼす影響を第9表に示した。着色歩合は、2カ年とも慣行区に比べ春肥多量区および夏肥区が低く、特に夏肥区は低かった。果皮色の赤味を示すa値およびa/b値は、慣行区に比べ春肥多量区および夏肥区が低く、さらに春肥多量区より夏肥区が低い傾向にあった。施肥時期・量の違いが果実品質と果皮厚に及ぼす影響を第10表に示した。果実品質の糖度は、慣行区と春肥多量区に差はなかったが、夏肥区は明らかに低かった。果皮厚は2011年のみの調査であったが、慣行区に比べ春肥多量区および夏肥区とも厚く、夏肥区は慣行区との間で有意な差が認められた。

カンキツ類の日焼け果の発生は、先述の日射量が大きく関係しているが、それ以外にも果実肥大期の窒素吸収量と日焼け果の発生は関係しているとされ、特に、窒素施用量の増加に伴い葉中窒素含量は多くなり、浮皮症の発生や果皮率は増加し着色も遅れるとされている⁹⁾。果実品質については、窒素施用量の好適範囲があり、それより多かたり少なかたりすると、いずれとも品質は低下するとされている⁹⁾。本試験では、葉中窒素含量は調査していないが、夏肥区の果皮が最も厚く、次いで春肥多量区、慣行区であった。つまり、この順番で葉中窒素含量が多かったものと推察される。それに伴い、葉中窒素含量が多かったと思われる区ほど日焼け果の発生が多く、しかも着色が遅延したことから、これまでの報告と一致する。また、果実品質のクエン酸濃度については、一定の傾向が見られなかったものの、糖度は慣行区に比べ夏肥区で低かった。このことは、石田¹⁵⁾が施肥時期と果実品質について調査した結果と一致する。なお、慣行区と春肥多量区の果実品質は、果実肥大期の樹体内窒素含量が先に述べた果実品質面の好適範囲内であったと思われる、その差がでなかったものと推察される。

以上のことから、極早生ウンシュウに対する施肥については、本県の施肥基準に準じた慣行区の施肥時期・量が最も適正であり、春肥の施用割合が増えると、慣行施肥に比べて日焼け果の発生がやや増加し収穫時の着色も遅れることが明らかとなった。また、夏肥を施用するなど施肥時期が遅れると、慣行施肥に比べて果皮は厚くなり日焼け果の発生が増加し、着色は遅れるうえ、糖度もやや低くなることが明らかとなった。

今後、温暖化が進むとウンシュウミカン、特に極早生ウンシュウの着色遅れや日焼け果の発生が多くなることが懸念されるが、枝梢管理や着果法だけでなく¹⁶⁾、施肥面の見直しも対応策として必要となろう。

第8表 ‘豊福早生’に対する施肥時期・量の違いが日焼け果発生に及ぼす影響

年次	処 理	日焼け程度別果数割合				日焼け果率 (果数比)	日焼け度 (注4)
		0(無)	1(軽)	2(中)	3(甚)		
		%	%	%	%	%	
2010	慣 行	92.9	3.3	2.4	1.4	7.1 ^a	4.1
	春肥多量	91.9	3.7	3.3	1.2	8.1 ^{ab}	4.6
	夏 肥	88.9	6.6	3.3	1.2	11.1 ^b	5.6
2011	慣 行	93.6	1.7	4.0	0.7	6.8	3.9
	春肥多量	93.5	1.2	4.7	0.6	6.9	4.1
	夏 肥	92.7	2.1	4.4	0.8	7.9	4.4

注1)2010年は日焼け果は9月29日、生果は10月6日に収穫・調査
 2011年は日焼け果は10月13日、生果は10月17日に収穫・調査
 注2)日焼け果率は、各調査樹の総収量に締める日焼け果の割合
 注3)tukeyの多重検定により同列異符号間に5%水準で有意差あり
 注4)日焼け度=[(1×軽の果数)+(2×中の果数)+(3×甚の果数)]/(3×総果数)×100

第9表 ‘豊福早生’に対する施肥時期・量の違いが着色および果皮色に及ぼす影響

年次	処 理	着色程度別果数割合				着色程度		着色 歩合	果皮色	
		1~2分	3~4分	5~6分	7~9分	3分以	7分以		a値	a/b値
		%	%	%	%	%	%			
2010	慣 行	60	39	1	0	40	-	2.3	-15.6	-0.28
	春肥多量	72	27	1	0	28	-	2.1	-15.7	-0.28
	夏 肥	80	19	1	0	20	-	1.7	-18.1	-0.35
2011	慣 行	0	20	46	34	-	34	5.8	25.3	0.38
	春肥多量	0	32	42	26	-	26	5.5	23.1	0.34
	夏 肥	8	43	41	8	-	8	4.5	23.3	0.34

注1)2010年は10月6日に収穫・調査、2011年は10月13日に収穫・調査

第10表 ‘豊福早生’に対する施肥時期・量の違いが果実品質に及ぼす影響

年次	処 理	果実重	果皮厚	糖度 (Brix)	クエン酸
2010	慣 行	104	-	9.6	0.82
	春肥多量	106	-	9.8	0.83
	夏 肥	108	-	9.3	0.85
2011	慣 行	100	1.98 ^a	11.0	0.75
	春肥多量	101	2.09 ^{ab}	11.1	0.78
	夏 肥	102	2.16 ^b	10.6	0.72

注1)2010年は10月6日に収穫・調査、2011年は10月13日に収穫・調査
 注2)tukeyの多重検定により同列異符号間に5%水準で有意差あり

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通し(2008)，4-5.
- 2) 北園邦弥・川窪裕二・藤田賢輔：熊本県におけるウンシュウミカン栽培に及ぼす温暖化の影響，熊本県農業研究センター研究報告第19号(2011)，31.
- 3) 熊本県：平成22年産熊本県果樹振興実績書(2011)，50.
- 4) 栗原照夫：制御環境下における温州ミカン果実の生育反応. 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(1971)，A10：29-37.
- 5) ——：制御環境下における温州ミカン果実の生育反応. III. 秋季における昼夜温度日較差が果実の発育ならびに着色・品質に及ぼす影響，園学雑(1973)，42，13-21.
- 6) 新居直祐・原田公平・門脇邦泰：温度が温州ミカンの肥大ならびに品質に及ぼす影響，園学雑(1970)，39，19-26.
- 7) ——：果樹の発育と昼夜の温度条件に関する研究，静岡大農学部園芸研究報告(1971)，5：1-89.
- 8) 農林水産省：近年の気候変動農産物の生育等に及ぼす影響に関する資料集(2002)，21.
- 9) 農山漁村文化協会：農業技術体系 果樹編(1982)，技148-152.
- 10) ——：農業技術体系 果樹編(1982)，技411-414.
- 11) 大垣智昭・関野茂・牛山欽司：早生ウンシュウ果の日焼け障害防止に関する試験. (第1報) 気象及び栽培上の発生条件並びに防止試験(1)，神奈川県農業試験場園芸分譲研究報告(1960)，8，6-10.
- 12) ——・関野茂・牛山欽司：早生ウンシュウ果の日焼け障害防止に関する試験. (第2報) 防止試験と袋掛け期間並びに被害度と気象条件，光線の波長

- との関係 (2), 神奈川県農業試験場園芸分譲研究報告 (1962), 10, 17 - 24.
- 13) 杉浦俊彦: 温暖化がわが国の果樹生育に及ぼしている影響の現状, 園芸学研究 (2007), 6 (2), 257 - 263.
- 14) 近泉惣次郎: カンキツ類の果皮障害の発生原因とその防止対策, 愛媛大学農学部紀要 (2007), 52, 13 - 123.
- 15) 宇都宮直樹・山田寿・片岡郁雄・苔名孝: 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 (1982), 51, 135 - 141.
- 16) 北園邦弥・榊英雄・藤田賢輔: 樹冠表層摘果, シートマルチ, エチクロゼートによる早生温州の品質向上効果, 熊本県農業研究成センター研究報告第16号 (2009), 63-68.

Summary

Effects of Temperature of Maturation Period, Covering Material and Fertilization of Fruit Growth Period on Fruit Sunburn and Coloration of Very Early Satsuma Mandarin.

Yoshimi KAWABATA, Yuji KAWAKUBO, Kuniya KITAZONO, Kensuke FUJITA and Hideo SAKAKI

We examined effects of temperature of maturation period, covering material and fertilization of fruit growth period on fruit sunburn and coloration of very early Satsuma mandarin 'toyofukuwase'. With increasing temperature of fruit maturation period from September to October, fruit coloration was late and fruit brix decreased. The coating material reduced occurrence of fruit sunburn, the effect was higher in the order of infrared cut film, UV cut film and poly film. With increasing application rate of fertilizer in spring, occurrence of fruit sunburn slightly increased and fruit coloration was later compared to conventional fertilization. By application of fertilizer in summer, fruit skin was thicker, occurrence of fruit sunburn increased and fruit coloration was later and fruit slightly decreased compared to conventional fertilization.