

# 早生カンキツ‘みはや’のシートマルチ栽培による高糖度果実生産と 白色化繊維布被覆による果皮褪色の軽減

## Producing an Early Maturing Citrus Variety ‘Mihaya’ with High Sugar Content under Seat Mulching Cultivation, and Reducing to Fade the Fruit Rind by Enveloping with Pipe Bag of White Chemical Fiber Cloth

相川博志・北村光康\*・榊英雄・北園邦弥

Hiroshi AIKAWA, Mitsuyasu KITAMURA, Hideo SAKAKI and Kuniya KITAZONO

### 要 約

ミカン×オレンジの交雑種である早生カンキツ‘みはや’は、果皮は鮮やかな赤橙色を呈し、果面が滑らかで、外見が美しく、高糖度で酸味が少なく食味の優れた品種である。しかし、園地や気象条件、特に夏秋期の雨量により糖度のバラツキが大きいこと、果実陽光面に褪色が発生する欠点がある。そこで降雨による根圏土壌への水の流入を制限し、樹体に水分ストレスを付与する透湿性防水シートマルチ栽培による高糖度果実安定生産技術および陽光量を抑制する袋掛け処理による褪色軽減技術について検討した。その結果、夏秋期の雨量が少なかった2012年、多雨であった2013年と2014年の試験結果から、仕上げ摘果期前の8月上旬から12月上旬収穫までシートマルチ栽培を行い樹体の水分ストレスを付与することが、高糖度安定化のために有効であることが明らかになった。また、褪色果は樹冠外周部で発生が多く、内部では少なく、南向きの果実で発生が多いことが明らかになった。そこで8月中旬の仕上げ摘果後、褪色を軽減するため樹冠外周部の果実を中心に白色化繊維布を被覆した結果、褪色軽減に有効であり、その被覆作業時間は他の資材に比べ半分であった。すなわち、12月上旬、糖度13度以上かつ果皮色が紅濃く見栄え良好な‘みはや’を安定的に生産する技術を確立した。

キーワード：早生カンキツ、みはや、高糖度果実、果皮褪色

### 緒言

早生カンキツ‘みはや’は独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所において‘津之望’<sup>10)</sup>(清見×アンコール：タンゴール×ミカン)にNO.1408(アンコール×興津早生：ミカン×ミカン)×{清見×イヨカン：タンゴール×タンゴール}を交配して育成された品種、つまりミカン×オレンジの雑種タンゴール品種であり、2014年に品種登録された。この品種は、熊本県では3月下旬に発芽、5月上旬に開花、6月中下旬に着果、10月上旬に着色開始、11月上旬に完全着色し12月上旬に成熟期を迎え年内に収穫・出荷可能な早生品種である<sup>6) 11)</sup>。その特長は、果実の大きさは170g程度で果皮が鮮やかな赤橙色を呈し、果面が滑らかで外観が美しく、高糖度で酸味が少なく、芳香があり、食味も優れており、贈答用の高品質な早生カンキツとして期待でき、県の推奨品種に位置づけ中晩生カンキツ主体の産地への導入を推進している。

しかし、優れた特性を持つ‘みはや’は、一方で糖度

のバラツキが大きく、その原因として着花・着果状況、あるいは夏秋期の気象条件などが推定されているが、それらについて検討した報告はない。また、11月上旬の完全着色後は、過日照によると推定される果実陽光面の赤みの色褪せ(以下褪色)が発生し、外見が損なわれる欠点がある。したがって、商品性に優れた果実として、紅が濃く見栄え良好で、高糖度の果実を安定して生産するための栽培技術の確立が必要である。

これまでウンシュウミカンでは7月中旬の果汁蓄積期に適度な水分ストレス(水分吸収抑制)を付与すると糖度が上昇する<sup>8) 9) 12) 16)</sup>ことが分かっており透湿性防水シートを用いたシートマルチ栽培が盛んに行われている。一方、中晩生カンキツの‘不知火’、‘はれひめ’や‘せとか’など水分ストレスと果実品質との関係を検討した研究の始まりは近年であり、報告は極めて少ない<sup>3) 4) 18)</sup>。また、カンキツの褪色軽減技術として1月以降に成熟する‘天草’や‘せとか’において袋掛け処理が有効と報告<sup>1) 2)</sup>されているが、12月に成熟する品種の報告事例は

\*現 熊本県農林水産部生産経営局農業技術課農業革新支援センター

ない。

そこで、'みはや'のシートマルチ栽培による水分ストレス付与が糖度、その他果実品質に及ぼす影響について調査した。また、果皮の褪色発生実態（樹体内果実発生位置）を調査し、袋掛け処理が褪色軽減に及ぼす影響について調査した。

### 材料および方法

試験1 シートマルチ処理と果実糖度およびその他果実品質（クエン酸濃度、果実横径）

2012年～2014年の試験期間、熊本県農業研究センター果樹研究所（宇城市松橋町、以下果樹研究所）に植栽された露地栽培'みはや'（2012年、2013年は2010年高接ぎの中間台木5年生'肥のみらい'、2014年は2012年高接ぎの中間台木9年生'熊本EC10'）を供試した。試験期間3年間同様に果汁蓄積期の8月上旬に透湿性防水シート（商品名：デュボン社タイベックハード）による被覆を行ったマルチ区と無マルチの露地区を設定し、樹冠下全体を被覆し、収穫期となる12月中旬まで試験した。各処理区の供試樹数は2012年と2013年は1区当たり2樹、2014年は1区当たり3樹とした。

果実品質は、糖度、クエン酸濃度および果実横径について調査した。糖度およびクエン酸濃度は2012年～2014年の3年間、8月上旬から12月上旬の収穫前まで、毎月上旬に4回、樹冠赤道部の平均的な果実を1樹から3～5果採取し、日園連式の酸糖度分析装置（NH-2000、堀場製作所）により採取果をまとめて測定し平均値を求めた。なお、収穫時（12月中旬）は1樹からそれぞれ5～10果を採取し、1果ずつ糖度、クエン酸濃度を測定し平均値を求めた。

果実横径は、2013年および2014年に樹冠赤道部の平均的な果実を1樹当たり10果ラベリングし、ノギスにより同一箇所を8月から12月まで毎月（2013年は月1日前後、2014年は月上旬）測定し、月毎の平均値を求めた。

また、2013年と2014年に樹体の水分ストレス指標となる葉内最大水ポテンシャル（以下LWP）を、プレッシャーチャンパー（Model600、（株）PMS）を用いて以下のように測定し平均値を求めた。測定用の葉のサンプリングは日の出前に行い、樹冠赤道部付近の発育枝から採取し、1樹当たり2～3葉とした。

測定日は、2013年が8月9日、9月6日、10月4日、10月29日、2014年は7月28日、9月11日、10月10日、11月7日であった。

試験2 果実の袋掛けによる褪色発生軽減

1) 果実の着果部位および方位と褪色発生

果樹研究所に植栽された2010年高接ぎ樹（中間台木5年生'肥のみらい'）4樹を2013年に供試した。2013年12月15日に着果部位および方位別に果実を採取し、褪色の発生程度を調査した。着果部位では、樹冠を上部、赤道部、下部、内部に区分し各部位1樹当たり10果を採取し、合計40果を供試した。方位別では、樹冠を東、西、南、北に4分割し、各方位1樹当たり20～30果を採取し、合計80～90果を供試した。

褪色の発生有無の程度は、達観で次のように1果毎判定した。すなわち、無（まったく褪色していない）：0、軽（わずかに褪色が見られる）：1、中（褪色がはっきり判別できる）：2、甚（明確な褪色が広い範囲で確認できる）：3の4段階<sup>2)</sup>に分類し、褪色発生果率と発生度を次の式で算出した。

$$\text{褪色発生果率} = \frac{(\text{軽の果数} + \text{中の果数} + \text{甚の果数})}{\text{調査果数}} \times 100$$

$$\text{褪色発生度} = \frac{(\text{軽の果数} + \text{中の果数} \times 2 + \text{甚の果数} \times 3)}{\text{調査果数} \times 3} \times 100$$

2) 果実被覆資材と褪色程度および被覆作業時間

2013年1)で供試した4樹を2014年に供試した。果実に白色紙袋（江見製袋：桃83）、白色化繊布（東洋殖産：サンテ）およびパラフィン入り緑色二重袋（小林製袋：Kオレンジ38号）を被覆する処理区と被覆しない無袋区の計4区を設け、1樹当たり樹冠外周部の果実40果をラベリングし、着果部位が均等となるよう各区10果ずつ処理した。2014年10月30日（完全着色期）に被覆するとともに、その作業時間を計測した。12月15日には、各処理区40果（1樹当たり10果×4樹）を採取し、褪色の発生程度は1)と同様に調査し、また果皮色および果実品質を以下のように調査した。

果皮色は、色彩色差計（コニカミノルタ製CR-400）を用い、果実赤道部の陽光面および非陽光面のa値（+：赤～：緑）およびb値（+：黄～：青）を測定し平均値を求め、a/b値の平均値も算出した。また、オレンジ色系果実カラーチャート（農林水産省果樹試験場基準）を用いて、果実赤道部の最も着色が良い部分について測定し、平均値を求めた。

果実品質は、果実重を測定し平均値を求めた。また、糖度およびクエン酸濃度を日園連式の酸糖度分析装置（NH-2000 堀場製作所）により測定し平均値を求め、糖酸比の平均値も算出した。

各資材の光透過率は、ハロゲンランプを40cmの高さより照射し、照度計（TOPCON社製IM-3）で測定した。

3) 果実の被覆時期と褪色発生

2013年1)で供試した4樹を2014年に供試した。1樹当たり樹冠外周部の40果をラベリングし、白色紙袋(江見製袋:桃83)を仕上げ摘果期(8月13日)、着色開始期(10月6日)および完全着色期(10月30日)の各時期に10果ずつ着果部位が均等となるように被覆した。12月15日に果実を採取し、褪色の発生程度は1)と同様の方法で、果皮色および果実品質は2)と同様の方法で測定した。2015年は、露地栽培(無マルチ)のカラチ台5年生5樹を供試した。1樹当たり樹冠外周部の25果をラベリングし、白色化繊布(東洋殖産:サンテ)を仕上げ摘果期(8月13日)、着色開始期(10月2日)および完全着色期(11月4日)の各時期に5果ずつ着果部位が均等となるよう被覆した。12月9日に果実を採取し、褪色の発生程度は1)と同様の方法で、果皮色および果実品質は2)と同様の方法で測定した。

結果

試験1 シートマルチ処理と果実糖度およびその他果実品質(クエン酸濃度, 果実横径)

果樹研究所最寄りのアメダス地点(熊本県上益城郡甲佐町)における2012年から2014年の8月から10月までの降水量は、平年値と比較して2012年では少なく、2013年と2014年では多かった。特に8月の降水量が2013年と2014年では多く、2012年では少なかった(第1表)。

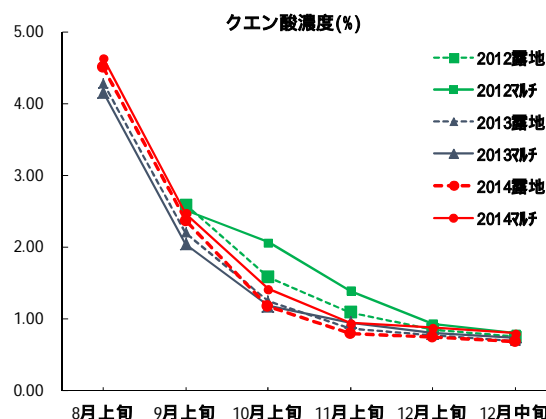
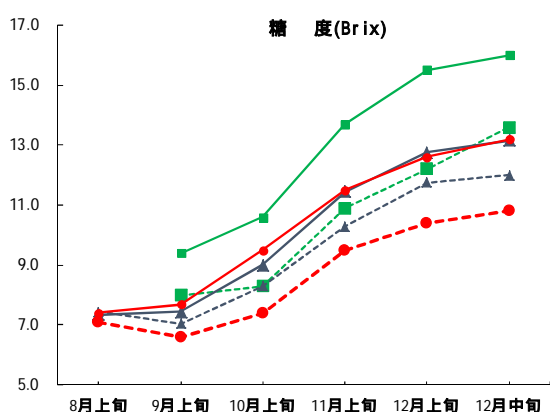
第1表 8月から10月の降水量(2012年~2014年)

年度	8月	9月	10月	合計
	mm	mm	mm	mm
2012年	128	152	130	410
2013年	335	248	167	749
2014年	214	136	128	478
平年	170	193	89	452

注)アメダス地点は、熊本県上益城郡甲佐町

果実品質(糖度, クエン酸濃度)の推移を第1図と第2表に示した。糖度は、8月から9月上旬までほとんど変化がなかったが、その後12月中旬まで増加し、特に10月上旬から11月上旬にかけての増加が著しかった。また、マルチ区と露地区の比較では、3ヶ年ともに9月以降マルチ区が露地区より高い値で推移した。

年度別では、夏秋期に降雨が少なかった2012年のマルチ区は9月上旬で露地区に比べ明らかに糖度が高く、11月上旬で13以上となり、12月中旬には16と高い値を示した。しかし、露地区で13以上となったのは12月中旬であった。夏秋期に降雨が多かった2013年と2014年では、マルチ区は12月中旬に13以上となったが、露地区は10~12と低かった。クエン酸濃度は、8月上旬ではマルチ区と露地区ともに4%以上の値であったが、その後急激に減少し、3ヶ年ともシートマルチの有無にかかわらず、いずれも12月上旬には1%以下となった。なお、マルチ区は露地区に比べ、9月上旬から11月上旬までの酸の低下が緩慢であった。



第1図 'みはや'における果実の糖度とクエン酸濃度の推移(2012年, 2013年, 2014年)

第2表 ‘みはや’におけるシートマルチの有無による果実品質の推移

処理区	9月上旬		10月上旬		11月上旬		12月上旬		12月中旬	
	糖度 (Brix)	クエン酸 濃度(%)	糖度 (Brix)	クエン酸 濃度(%)	糖度 (Brix)	クエン酸 濃度(%)	糖度 (Brix)	クエン酸 濃度(%)	糖度 (Brix)	クエン酸 濃度(%)
マルチ	8.2	2.34	9.7	1.56	12.2	1.09	13.6	0.87	14.1	0.78
露地	7.2	2.39	8.0	1.34	10.2	0.92	11.5	0.79	12.1	0.71
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.

注1) 2012年, 2013年, 2014年の平均値

注2) t検定により\*は5%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

第3表 ‘みはや’におけるシートマルチの有無による果実横径の推移と日肥大量 (mm)

処理区	2013年					2014年				
	8月1日	8月30日	9月30日	10月31日	12月2日	8月12日	9月10日	10月3日	11月7日	12月3日
<横径>										
マルチ	50.0 (100)	63.9 (128)	73.0 (146)	78.1 (156)	79.4 (159)	50.1 (100)	62.8 (125)	70.5 (141)	73.3 (146)	73.8 (147)
露地	47.6 (100)	62.8 (132)	72.6 (152)	79.3 (167)	80.6 (169)	51.2 (100)	65.4 (128)	73.7 (144)	78.0 (152)	79.0 (154)
<日肥大量>										
		8月	9月	10月	11月	8月	9月	10月	11月	
マルチ		0.48	0.29	0.16	0.04	0.44	0.33	0.08	0.02	
露地		0.52	0.32	0.22	0.04	0.49	0.36	0.12	0.04	

注) ( )内の数値は, 2013年は8月1日時点, 2014年は8月12日時点の横径を100とした場合の比率.

第4表 ‘みはや’におけるシートマルチの有無による葉の水ポテンシャル (Mpa) 推移

処理区	2013年				2014年			
	8月9日	9月6日	10月4日	10月29日	7月28日	9月11日	10月10日	11月7日
マルチ	-0.43	-0.49	-0.92	-0.92	-0.57	-0.64	-0.79	-0.91
露地	-0.39	-0.46	-0.83	-0.63	-0.49	-0.40	-0.51	-0.48
	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	**	**	**

注) t検定により\*は5%, \*\*は1%水準で有意差あり, n.s.は有意差なし

8月上旬から12月上旬の果実横径の日肥大量は, マルチ区が露地区に比べ小さく推移し, 8月上旬の果実横径を100とした12月上旬の横径比はマルチ区が露地区より約10%小さかった(第3表).

LWPの推移は, 2013年では10月4日まで処理間に有意差は見られなかったが, 10月29日ではマルチ区は-0.92MPaと露地区の-0.63MPaに比べて有意に低かった. 2014年では7月28日から11月7日までの調査期間を通し, 露地区は-0.4~-0.5Mpaであったのに対し, マルチ区は9月11日で-0.64Mpa, 10月4日で-0.79Mpa, 11月7日で-0.91Mpaと有意に低い値を示した(第4表).

## 試験2 果実の袋掛けによる褪色発生軽減

### 1) 果実の着果部位および方位と褪色発生

着果部位では, 褪色発生果率は樹冠上部が最も高く, 次いで中部, 下部の順で, 内部が最も低かった. また, 樹冠上部は発生程度「甚」の割合が高かった. 褪色発生度は樹冠上部が最も高く, 次いで中部と下部が同程度で, 内部は他の部位と比べ有意に低かった(第5表). 方位別では, 褪色発生果率は南面と東面が高く, 次いで西面の順で, 北面は南面と東面より有意に低かった. また, 南面は発生程度「甚」の割合が高かった. 褪色発生度は, 南面が最も高く, 次いで東面, 西面の順で, 北面が最も低かったが, 有意な差はなかった(第6表).

第5表 ‘みはや’における着果部位の違いによる褪色発生程度別の果実割合, 褪色発生果率および褪色発生度

着果部位	褪色発生程度(%)				褪色発生 果率(%)	褪色 発生度
	無	軽	中	甚		
上部	20.0	37.5	25.0	17.5	80.0 a	46.7 a
中部	25.0	45.0	22.5	7.5	75.0 a	37.5 a
下部	30.0	32.5	32.5	5.0	70.0 ab	37.5 a
内部	70.0	30.0	0.0	0.0	30.0 b	10.0 b

注) 異なる文字はTukeyの多重検定により5%水準で有意差あり

第6表 ‘みはや’における着果方位の違いによる褪色発生程度別の果実割合，褪色発生果率および褪色発生度

方位	褪色発生程度(%)				褪色発生果率(%)	褪色発生度
	無	軽	中	甚		
東	20.3	36.8	40.0	2.9	79.7 a	41.8 a
西	34.3	38.8	18.9	8.0	65.7 ab	33.5 a
南	20.0	44.0	25.3	10.7	80.0 a	42.2 a
北	63.9	20.8	11.8	3.5	36.1 b	18.3 a

注)異なる文字はTukeyの多重検定により5%水準で有意差あり

2) 果実被覆資材と褪色程度および被覆作業時間

褪色発生果率は，無袋区に比べ被覆した処理区が低く，なかでも白色化繊布区とパラフィン入り緑色二重袋区が低かった．褪色発生度も同様な傾向にあり，無袋区に比べ被覆した処理区が低く，白色化繊布区が最も低かった(第7表)．果皮色のカラーチャート値と非陽光面のa値およびa/b値は，光透過率0%のパラフィン入り緑色二重袋区が無袋区や白色紙袋区および白色化繊布区と比較して低かった．

陽光面のa値は，被覆した処理区が無袋区より高い傾向にあり，陽光面と非陽光面のa値差は，被覆した処理区が小さく，無袋区が大きかった．また，被覆に要する作業時間は，白色化繊布区が白色紙袋区とパラフィン入り緑色二重袋区より早かった(第8表)．果実品質(果実重，糖度，クエン酸濃度，糖酸比)は，無袋区と被覆した処理区で差はみられなかった(第9表)．

第7表 被覆資材の違いが‘みはや’果実の褪色発生程度，褪色発生率および褪色発生度に及ぼす影響(2014年)

処 理 区	褪色発生程度(%)				褪色発生果率(%)	褪色発生度
	無	軽	中	甚		
白色紙袋	57.5	25.0	17.5	0.0	42.5 a	20.0 ab
白色化繊布	79.7	17.8	2.5	0.0	20.3 a	7.6 b
パラフィン入り緑色二重袋	80.0	7.5	12.5	0.0	20.0 a	10.8 b
無 袋	17.5	52.5	30.0	0.0	82.5 b	37.5 a

注)異なる文字はTukeyの多重検定により5%水準で有意差あり

第8表 被覆資材の違いが‘みはや’の果皮色に及ぼす影響(2014年)

処 理 区	光透過率(%)	作業時間(10枚当たり)分:秒	果皮色(カラーチャート)	非陽光面		陽光面		果皮のa値差
				a値	a/b値	a値	a/b値	
白色紙袋	53.9	1:59	11.0 a	41.7 a	0.75 a	36.1 a	0.58 a	5.6 b
白色化繊布	49.4	0:57	11.0 a	42.2 a	0.75 a	36.3 a	0.58 a	5.9 b
パラフィン入り緑色二重袋	0.0	1:52	10.4 b	39.2 b	0.68 b	34.6 a	0.55 a	4.6 b
無 袋	-	-	10.8 ab	41.4 a	0.73 ab	31.7 b	0.48 b	9.7 a

注1)異なる文字はTukeyの多重検定により5%水準で有意差あり

注2)果皮のa値差は非陽光面a値-陽光面a値

第9表 被覆資材の違いが‘みはや’の果実品質に及ぼす影響(2014年)

処 理 区	果実重(g)	糖度(Brix)	クエン酸濃度(%)	糖酸比
白色紙袋	208	12.9	0.71	18.2
白色化繊布	206	12.5	0.71	17.7
パラフィン入り緑色二重袋	220	12.2	0.69	17.6
無 袋	191	12.5	0.73	17.1
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

注) Tukeyの多重検定により有意差なし

3) 果実の被覆時期と褪色発生

2014年の白色紙袋を使用した被覆時期と褪色発生との関係では、被覆したものではありません。無処理区に比べ褪色発生果率が低く、褪色発生度も低かった。また被覆時期が早い仕上げ摘果期でそれらの値が低い傾向が見られたが、処理区間に有意な差はなかった(第10表)。また、果皮色のカラーチャート値には処理区間の差はなかったが、陽光面のa値は被覆区で高かったことから、非陽光面と陽光面とのa値差が小さく、その傾向は被覆時期が早いほど大であった(第11表)。

果実品質(果実重、糖度、クエン酸濃度、糖酸比)は処理区間に差がみられなかった(第12表)。2015年の白色化繊布を使用した被覆時期と褪色発生との関係では、被覆したものではありません。無処理区に比べ褪色発生果率が低く、褪色発生度も低かった。また、仕上げ摘果期と着色開始期が完全着色期と比較して褪色発生果率がやや低い傾向にあったが有意な差ではなかった(第13表)。

第10表 被覆時期の違いが‘みはや’果実の褪色発生程度、褪色発生果率および褪色発生度に及ぼす影響(2014年)

処理時期	褪色発生程度(%)				褪色発生果率(%)	褪色発生度
	無	軽	中	甚		
仕上げ摘果期	77.5	15.0	7.5	0.0	22.5 b	10.0 b
着色開始期	55.0	35.0	10.0	0.0	45.0 b	18.3 ab
完全着色期	57.5	25.0	17.5	0.0	42.5 b	20.0 ab
無処理(無袋)	17.5	52.5	30.0	0.0	82.5 a	37.5 a

注)異なる文字はTukeyの多重検定により5%水準で有意差あり

第11表 被覆時期の違いが‘みはや’の果皮色に及ぼす影響(2014年)

処理時期	果皮色(カラーチャート)	非陽光面		陽光面		果皮のa値差
		a値	a/b値	a値	a/b値	
仕上げ摘果期	11.1	42.4	0.74	38.0 a	0.61 a	4.4 b
着色開始期	11.1	42.4	0.75	37.6 a	0.62 a	4.7 b
完全着色期	11.0	41.7	0.75	36.1 a	0.58 a	5.6 b
無処理(無袋)	10.8	41.4	0.73	31.7 b	0.48 b	9.7 a
	n.s.	n.s.	n.s.			

注1)異なる文字はTukeyの多重検定により5%水準で有意差あり

注2)果皮のa値差は非陽光面a値-陽光面a値

第12表 被覆時期の違いが‘みはや’の果実品質に及ぼす影響(2014年)

処理時期	果実重(g)	糖度(Brix)	クエン酸濃度(%)	糖酸比
仕上げ摘果期	203	13.1	0.73	17.9
着色開始期	208	12.9	0.72	17.8
完全着色期	208	12.9	0.71	18.2
無処理(無袋)	191	12.5	0.73	17.1
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

注) Tukeyの多重検定によりn.s.は5%水準で有意差なし

第13表 被覆時期の違いが‘みはや’果実の褪色発生程度、褪色発生果率および褪色発生度に及ぼす影響(2015年)

処理時期	褪色発生程度(%)				褪色発生果率(%)	褪色発生度
	無	軽	中	甚		
仕上げ摘果期	75.0	10.0	15.0	0.0	25.0 b	13.3 b
着色開始期	75.0	10.0	15.0	0.0	25.0 b	13.3 b
完全着色期	63.3	31.7	5.0	0.0	36.7 ab	13.9 b
無処理(無袋)	30.0	35.0	30.0	5.0	70.0 a	36.7 a

注)異なる文字はTukeyの多重検定により5%水準で有意差あり

また、果皮色のカラーチャート値に処理区間の差はなかったが、陽光面のa値が仕上げ摘果期と着色開始期で完全着色期よりやや高かったことから、非陽光面と陽光面のa値差は被覆時期が早いほど小さい傾向にあった(第14表)。果実品質(果実重、糖度、クエン酸濃度、糖酸比)は処理区間に差はみられなかった(第15表)。

第15表 被覆時期の違いが‘みはや’の果実品質に及ぼす影響(2015年)

処理時期	果実重 (g)	糖度 (Brix)	クエン酸濃度 (%)	糖酸比
仕上げ摘果期	217	10.9	0.85	12.8
着色開始期	203	11.0	0.86	12.7
完全着色期	216	11.1	0.87	12.8
無処理(無袋)	201	11.1	0.89	12.4
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

注) Tukeyの多重検定によりn.s.は5%水準で有意差なし

第14表 被覆時期の違いが‘みはや’の果皮色に及ぼす影響(2015年)

処理時期	果皮色 (カラーチャート)	非陽光面		陽光面		果皮のa値差
		a値	a/b値	a値	a/b値	
仕上げ摘果期	11.0	41.7	0.81	37.6	0.65	4.2
着色開始期	11.0	42.4	0.80	37.7	0.66	4.7
完全着色期	11.1	42.1	0.80	37.0	0.64	5.1
無処理(無袋)	11.1	42.3	0.79	34.9	0.58	7.4
	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

注1) Tukeyの多重検定によりn.s.は5%水準で有意差なし

注2) 果皮のa値差は非陽光面a値-陽光面a値

### 考察

試験1 シートマルチ処理と果実糖度およびその他果実品質(クエン酸濃度、果実横径)

本試験において、マルチ区の果実は、露地区と比較してマルチ開始以降の肥大量が小さく、収穫時には小玉となった。糖度はシートマルチ処理開始約1か月後の9月上旬より高くなり、11月上旬には露地区に比べ収穫期とほぼ同じ2度程度高くなること示された。クエン酸濃度は、10月上旬から11月上旬はマルチ区が露地区よりやや高かったものの12月上旬以降はほとんど差がなく1%以下となった。ウンシュウミカンにおいて間苧谷・町田<sup>8)</sup>は水ストレスにより果実は小玉化すると報告しており、水ストレスによる糖度および酸含量の変化については、坂本・奥地<sup>12)</sup>は果肉中の水分減少による濃縮の影響と報告している。早生カンキツである‘はれひめ’<sup>4)</sup>でも同様な結果が報告されており、‘みはや’についても水分ストレスを付与することで、小玉化に伴う果汁の濃縮が要因の一つとなり糖度が高くなったと考えられる。

カンキツにおける水分ストレス付与程度と果実の糖度について、LWPが-0.5MPa以上は水分ストレスを受けておらず、LWPが-0.8MPa程度で増糖効果があるとの知見<sup>9)16)18)</sup>が多い。また、岩崎ら<sup>4)</sup>は‘はれひめ’において8月中旬以降のLWPを-0.7~-1.2MPaに維持できれば高精度果実を生産できるとしている。本試験で水分ストレスを測定した2013年と2014年では、マルチ区、露地区ともに9月上旬までのLWPは-0.7MPaより高かったが、マルチ区においては、その後水分ストレスが付与され、10月上旬には-0.8~-0.9MPaに達したことから、12月中旬には糖度が13以上の果実となったもの

と思われる。‘みはや’の増糖しやすい時期は9月から11月であるが、LWPの低下は9月に入ってからであり、これにより糖度が13に達したのが12月中旬になったと考えられた。一方、LWPを測定していないが、同様のマルチ区で12月上旬に糖度が13以上となった2012年では、9月上旬の糖度が2013年および2014年に比べ2度程度高く、2ヶ年に比べ8月の降雨量が少なかったことから、水分ストレスが付与され、高い糖度となったことが推察される。これらのことから‘みはや’においても‘はれひめ’<sup>4)</sup>と同様に8月からの水分ストレスが糖度に影響すると考えられる。このため、シートマルチは梅雨明け後の気象条件により、被覆時期を早めるなどにより9月までに-0.7MPa程度の水分ストレスを確実に付与し、10月から収穫まで-0.8~-0.9MPa程度を維持できれば、12月上旬に糖度13以上の果実が生産できるものと思われる。クエン酸濃度は、マルチ処理により9月から11月上旬まで減酸が劣るものの、10月以降は-0.8MPa程度の水分ストレスであっても減酸が進み、12月上旬には1%以下となることが明らかとなり、‘みはや’は本試験で付与した水分ストレス程度では減酸に及ぼす影響が少ない品種と考えられた。

試験2 果実の袋掛けによる褪色発生軽減

中晩生カンキツにおける果面障害発生の品種間差異について、林田<sup>2)</sup>は‘せとか’、‘麗紅’、‘不知火’、‘はるか’で調査した結果、‘せとか’と‘麗紅’は日焼けの発生が多く、褪色発生度が高かったと報告し、果面の滑らかさの差を要因としており、極めて滑らかな果面を持つ‘みはや’についても褪色が発生しやすい品種



と考えられた。

カンキツの果皮の着色について、白石<sup>13)14)</sup>はウンシュウミカンの果皮の着色成分と気温の関係を調査し、クロロフィルは気温の直接的影響を受け、気温の低下に伴い消失するが、カロテノイドは果実の全体的な成熟の進捗に伴って増加するとしている。褪色は完全着色期以降に発生<sup>2)5)</sup>することから、果皮に一旦蓄積したカロテノイドの消失であると考えられているが、その発生要因は明らかとされていない。

林田<sup>2)</sup>は‘せとか’の褪色発生を調査した結果、樹冠の上部に着果した果実で発生が甚大であり、樹冠下部は少なかったと報告し、また発生要因については、色調の違う果実被覆資材の果面温度の違い、すなわち無被覆より果面温度の低い白色、逆に高い黒色袋のいずれも発生が少なかったことから、温度が強く影響しているとは考えにくく、照度とりわけ可視光領域での透過率の違いが褪色に影響するとしている。本試験では、果面表面温度は調査しなかったものの‘みはや’においても、袋を被覆することで褪色が軽減されたことから、光環境(日射量)が褪色の発生に関与していると考えられた。

また、光と果実の着色の関係において、栗山ら<sup>7)</sup>はウンシュウミカンにおいて50%以上の遮光は着色が遅れ、日射量が低くなるにつれ着色は更に遅延し、赤味が薄くなると報告している。また、渡部・門屋<sup>17)</sup>は、夏季に帯色セロハン紙で袋掛けした‘宮内イヨカン’果実について、無袋と同程度かやや低い照度の白色や黄色では無袋と赤味(a値, a/b値)に差はないが、20%にも満たない照度の青色、赤色および紫色では赤味が薄いとしている。本試験における被覆資材の違いによる果皮の赤味(a値)について、無袋区に比べ光透過率0%のパラフィン入り緑色二重袋区はやや劣り、透過率50%程度の白色紙袋区と白色化繊布区は差がなかった。そのため、今回使用した50%程度の光透過率となる袋資材を使用すれば、果皮の赤味が低下することなく褪色が軽減されることが考えられた。また、この場合、褪色発生度が低く、作業効率の良い白色化繊布が効果的な資材と考えられた。

林田<sup>2)</sup>は、‘せとか’において黒色ポリエステル製果実袋の袋掛け時期(8月下旬, 10月下旬, 12月中旬)が果面障害発生に及ぼす影響について調査した結果、全ての時期で無袋よりa値が高く、褪色発生度が低く、袋掛け時期による差はなかったと報告している。本試験では、白色紙袋および白色化繊布を使用し、無袋区と比較したが、同様な傾向がみられた。しかしながら、袋掛け時期について2014年は被覆時期が早いほど褪色発生度が低く、果実陽光面のa値が高く、非陽光面のa値との差は小さい傾向にあり、2015年はわずかであるが仕上げ摘果

期および着色開始期で褪色発生果率が低く、果皮のa値差は被覆時期が早いほど小さい傾向にあった。したがって、被覆時期が早いほど褪色発生の軽減効果は高いと考えられた。被覆時期の違いが果皮色(a値)に及ぼす影響について、渡部・門屋<sup>17)</sup>は‘宮内イヨカン’のセロハン袋による果実被覆、白石らはウンシュウミカンの樹体被覆、また、喜多ら<sup>5)</sup>は無加温栽培‘せとか’の黒色化繊布による果実被覆を行い、被覆時期が早いほどa値が低いことを報告している。早期からの樹体被覆による低a値化は、光合成低下が要因とされるが、果実を個装した場合の効果については品種や日照条件などによっても異なることが考えられ、今後、さらに検討が必要である。

### 引用文献

- 1) 福岡県農業研究成果情報(1999): 中晩生カンキツ‘天草’の高品質果実生産のための収穫適期および退色防止。
- 2) 林田誠剛(2011): 中晩生カンキツの果面障害発生実態と‘せとか’における発生軽減技術。長崎農林技研報, 第2号, 129-141。
- 3) 岩崎光徳・深町浩・今井篤・平岡潔志・奥田均(2012): ウンシュウミカンと‘不知火’におけるTDR計を用いた枝内水分測定法の有用性と水管理方法の検討。園学研, 11, 327-335。
- 4) 岩崎光徳・深町浩・今井篤・野中圭介(2011): 中晩生カンキツ‘はれひめ’における夏秋季の水ストレスが果実品質に及ぼす影響。園学研, 10, 191-196。
- 5) 喜多景治・葉師寺弘倫・脇義富・中川雅之(2007): 少加温ハウス栽培‘せとか’の高品質栽培技術。愛媛果樹試験報, 第21号, 27-34。
- 6) 北村光康(2015): 鮮やかな赤橙色で見栄え抜群の年内に収穫・出荷可能な早生カンキツ「みはや」。熊本県農業研究成果情報, 694。
- 7) 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)。園芸学会発表要旨(秋期), 14-15。
- 8) 間苧谷徹・町田裕(1977): 果樹の葉内水分不足に関する研究(第7報)。夏季の葉の水ポテンシャルが温州ミカンの収穫時の果実形質に及ぼす影響について。園学雑, 46, 145-152。
- 9) 間苧谷徹・町田裕(1980): 夏季におけるウンシュウミカン樹の水管理指標としての葉の水ポテンシャル。園学雑, 49, 41-48。
- 10) 野中圭介(2010): カンキツ「津之望」。果樹種苗, 120, 13-14。



- 11) 野中圭介・吉岡照高・松本亮司・深町浩・稗圃直史・今井篤・國賀武・三谷宣仁(2012): カンキツ新品種‘みはや’. 園学研 11 別 2, 84.
- 12) 坂本辰馬・奥地進(1970): 温州ミカン果実の酸の消長(集積, 稀釈, 減少)に及ぼす夏秋季の土壌乾燥の影響. 園学雑, 39, 107 - 114.
- 13) 白石真一(1972): カンキツ果実の着色に関する研究. 福岡県園芸試験場特別研究報告, 2, 1 - 53.
- 14) 白石真一・栗山隆明(1968): カンキツの色素に関する研究(第3報). 園芸学会発表要旨(春期), 40-41.
- 16) 高辻豊二・後田経雄・山中昇・松永茂治(1990): 施設栽培下におけるウンシュウミカンの水分ストレス反応. 九州農研, 52, 213.
- 17) 渡部潤一郎・門屋一臣(1991): 光質の相違がイヨカン果実の品質に及ぼす影響. 園学雑, 60(1), 55-60.
- 18) 吉田純也・豊嶋貴司・阿部政人・森末文徳(2013): 無加温施設栽培の‘不知火’および‘せとか’における時期別乾燥ストレスと果実品質との関係. 近畿中国四国農研, 23, 35 - 40.

### Summary

#### Producing an Early Maturing Citrus Variety ‘Mihaya’ with High Sugar Content under Seat Mulching Cultivation, and Reducing to Fade the Fruit Rind by Enveloping with Pipe Bag of White Chemical Fiber Cloth

Hiroshi AIKAWA, Mitsuyasu KITAMURA, Hideo SAKAKI and Kuniya KITAZONO

An early maturing citrus variety ‘Mihaya’, belonging to crossing varieties of mandarin oranges x oranges, presents the excellent characters of vivid red-color, smooth of the fruit skin and good taste based on a suitable balance with the high sugar and low sour content. But there are some defects of ill-balanced sugar content and fading on the sun light side of the fruits caused by the condition of field or the weather, especially rainfall amount in season from summer to autumn. So, we examined stable technologies to produce highly sugar concentrate fruits by seat mulching cultivation that induces water-stress for the plants, and to reduce the fading in fruits by bagging treatments that suppresses the amount of sunlight.

These results in 2012 when it rained a little, in 2013 and 2014 when it rained a lot during period from early August for the last thinning to early December for the harvesting concluded that the water stress by the seat mulching was much effective for stable production of highly sugar concentrate fruits. Beside, faded fruits were observed frequently in peripheral parts of the crown and southward parts, but rarely in inner parts in the tree. Therefore, after final fruit picking in middle August, a pipe bag of white chemical fiber clothes enveloped the crown perimeter part could effectively reduce the fading of rind part of the fruits and working time by half for the coating compared with other materials. Subsequently, we established the stable producing technologies to cultivate excellent fruits of ‘Mihaya’ with higher sugar concentration more than 13[°Brix] and vivid red color of the fruit skin.