

省力的な簡易樹体被覆方法による露地栽培‘不知火’の水腐れ症軽減

Labor-saving and Simple Covering Tree Method for Water Spot Reduction in Medium-late Maturing Citrus ‘Shiranuhi’ in Open Fields

山添純歌・神山光子*・坂本 節・楠田理奈**

Sumika YAMAZOE, Mitsuko KOHYAMA, Takashi SAKAMOTO, and Rina KUSUDA

要 約

露地栽培の‘不知火’は、成熟期に夜露や降雨により長時間果皮表面がぬれた状態になると水腐れ症が発生する。そのため、簡易樹体被覆法による‘肥の豊’の水腐れ症軽減効果、樹体、果実および経営に及ぼす影響を検討した。露地栽培‘肥の豊’は、複数樹被覆や単樹被覆することにより水腐れ症を軽減できた。糖度は被覆処理区間に差が無かったものの、クエン酸濃度は複数樹被覆区や無処理区に比べ単樹被覆区がやや高くなった。翌年度の着花は無処理区に比べ被覆処理区が多かった。果実生産、樹体および資材費については、被覆法の違いによる差はなかったが、単樹被覆に比べ複数樹被覆がより省力的に被覆できた。

キーワード：露地栽培，‘不知火’，‘肥の豊’，樹体被覆，水腐れ症，果実品質，樹勢

I 緒言

露地栽培の‘不知火’は、熊本県におけるカンキツの中核品種であり、温暖な県南部・島しょ部を中心に経営の柱となっている。近年、水腐れ症の発生により収穫量の減少や商品化率の低下などが問題となっている。水腐れ症発生軽減対策としては、着色終期のジベレリン散布⁷⁾のほか、ビニールに放熱用の穴を開けて1樹を被覆する有孔ビニール被覆法⁴⁾が報告されている。また、複数樹をまとめて被覆する資材として、果樹覆いシートおよび果樹覆いシートを具備した果樹栽培用簡易ハウス（以下果樹覆いシート，商品名iネルコート）が市販されているが、被覆法の違いによる樹体への影響や導入に要する経費については報告されていない。

そこで、露地栽培‘肥の豊’を供試し、被覆法の違いが果実および樹体へ及ぼす影響、並びに、導入経費と設置労力について調査を行い、その効果を検討した。

II 材料および方法

試験は天草農業研究所内ほ場の8年生‘肥の豊’を用い、2010～2011年に実施した。2カ年とも試験樹は、7月中旬に粗摘果で18果/m²、8月中旬に仕上げ摘果で13果/m²となるよう着果量を揃えた。処理は遮水および防鳥効果があり複数樹を被覆可能な果樹覆いシート（第1図）を用いた複数樹被覆区、前述した有孔ビニールで1樹を被覆する（第2図）単樹被覆区および無処理区とし、1区1樹3反復とした。なお、各処理の試験樹は2カ年同

じとした。

2010年度は両被覆区とも2010年11月30日に被覆し、



第1図 果樹覆いシートによる複数樹被覆



第2図 ビニールによる単樹被覆

*現 農林水産部生産局農業技術課 **現 県央広域本部農林部農業普及・振興課

複数樹被覆区は2011年5月16日、単樹被覆区は5月4日のいずれも満開直後までの被覆期間とした。2011年度は、2011年11月25日に被覆し、両区とも収穫が終了した2012年3月26日までの被覆期間とした。また、被覆期間中は、いずれも樹冠内にデータロガー（T&D社製、TRT-52）を設置し、樹冠内温湿度を測定した。

2010年度は、複数樹被覆区および無処理区では、2011年1月7日に外なり果実主体に着果量の50%を収穫し、残りの果実は2011年3月25日に収穫した。単樹被覆区は3月25日に全ての果実を一回で収穫した。2011年度は、いずれの区も2012年1月23日に外なり果実主体に50%を収穫し、残りの果実は3月26日に収穫した。

収穫した果実は、水腐れ症と浮き皮症の発生率および程度、果実品質を調査した。

浮き皮症と水腐れ症を含む果皮障害(以下水腐れ症等)の発生程度は、平山ら¹⁾に従って収穫全果実を無(0)、軽(1)、中(2)、甚(3)の4段階に区分し算出した。

糖度(Brix)とクエン酸濃度は、日園連式酸糖度分析装置（HN-2000）により1樹当たり5果ずつ測定した。

翌年度の着花、葉数および春梢調査は、1樹当たり4方向各1側枝について、開花期に行った。また、2010年度は、翌年に発生した春梢の特性について、2011年7月21日から22日に1樹当たり4方向各10本、計40本を調査した。春梢の特性は、新梢長および葉数のほか、節間長として春梢中央部の節間を2カ所計測し、枝の強弱は枝の横断面と形状を達観法により調査した。その評価法として、三角で弱い(1)、丸みを帯びた三角で中程度(2)、丸く強い(3)の3段階とした。葉の形状は、春梢中心部分の中庸な1葉を採取し、長さ、幅および厚さを計測し、葉色は1枝から2葉ずつ、葉緑素計（ミノルタ社製SPAD-502）で測定した。

資材設置に要する作業時間は、2011年の被覆時に調査

した。両被覆区とも3人で実施し、複数樹被覆は3樹、単樹被覆は1樹を被覆する作業時間を計測し、1樹当たりと10a当たりの作業時間を算出した。

III 結果

1 果皮障害および果実品質に及ぼす影響

浮き皮症および水腐れ症等の発生を第1表に示した。

浮き皮症は、2010年度の発生率では複数樹被覆区が最も高く、次いで無処理区および単樹被覆区の順で高く、発生程度では他の処理区に比べ複数樹被覆区が顕著に高かった。2011年度1月収穫果実では複数樹被覆区の発生率が高く、単樹被覆区の発生程度が高かった。3月収穫果実では、全体の発生が多かったため発生率の差は明らかではなかったが、発生程度では複数樹被覆区および無処理区に比べて単樹被覆区が高かった。

水腐れ症等の発生率は、1月収穫の無処理区では2010年度48.5%、2011年度23.2%であったのに対し、複数樹被覆区は15.3%、7.1%で、2011年度のみ調査した単樹被覆区が2.5%で、無処理区に比べ両被覆処理区は明らかに低かった。また、3月収穫では、無処理区は2カ年とも90%以上の発生率であったのに対し、複数樹被覆区は2010年度23.4%、2011年度30.8%、単樹被覆区は15.4%、19.4%であり、無処理区に比べ顕著に低かった。発生程度も発生率と同様な傾向であり、無処理区に比べ両被覆処理区が明らかに低かった。被覆処理区間では、2010年度3月収穫の発生程度に有意な差はなかったものの、単樹被覆区に比べ複数樹被覆区は発生率および発生程度ともにやや高い傾向にあった。

両被覆区における1月から4月までの樹冠内相対湿度および温度を第3図に示した。相対湿度および温度ともに複数樹被覆区に比べ単樹被覆区が明らかに高く、単樹被覆区では2月以降の最高温度の平均は20℃を超え、

第1表 被覆法の違いが浮き皮症および水腐れ症発生に及ぼす影響

果皮障害	年度	処 理	1月収穫		3月収穫	
			発生率 (%)	発生程度	発生率 (%)	発生程度
浮き皮症	2010年	複数樹被覆	59.9	18.7	94.6	63.3 a
		単樹被覆			57.9	32.8 b
		無処理	53.2	15.1	70.3	38.6 b
	2011年	複数樹被覆	94.6	42.6 a	95.7	51.7 a
		単樹被覆	90.7	50.1 b	94.6	53.9 b
		無処理	83.1	38.2 a	96.4	51.0 a
水腐れ症	2010年	複数樹被覆	15.3	6.3	23.4	8.3 a
		単樹被覆			15.4	8.6 a
		無処理	48.5	19.9	92.4	63.0 b
	2011年	複数樹被覆	7.1	2.7 a	30.8	12.4 a
		単樹被覆	2.5	1.4 b	19.4	9.6 a
		無処理	23.2	8.7 a	91.7	68.0 b

注1)水腐れ症の発生率は、収穫前に水腐れ症で落果した果実も含まれる。
水腐れ症の発生程度および浮き皮症は、収穫果実のみを対象に調査を行った。

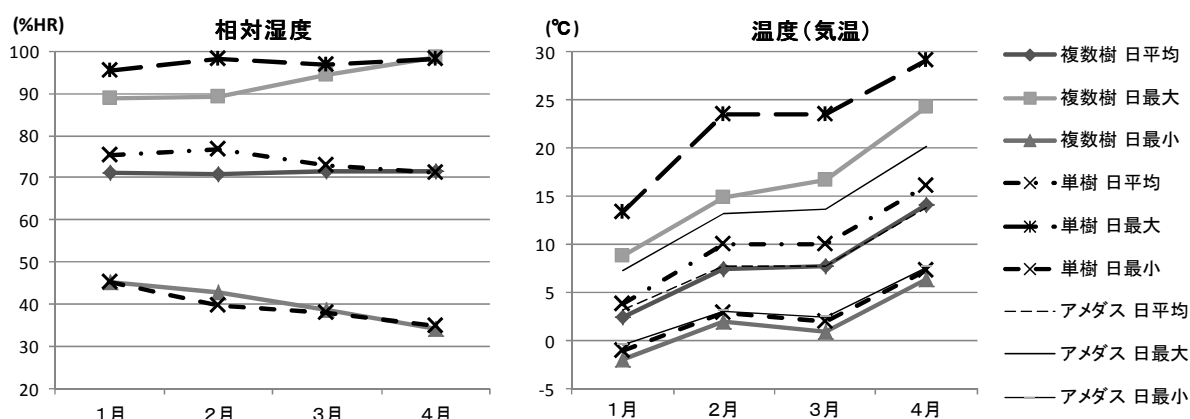
注2)Scheffe法により異符号間に有意差有り

4月には25℃以上になっていた。また、同じ場所ではないが、近接のアメダス（露地）と比較して、平均気温および最低気温の平均は同程度であったが、最高気温の平均は複数樹被覆区では3月以降3℃以上、単樹被覆区では2月以降9℃以上高かった。

第2表に10月から翌年3月までの降水量を示した。2010年は被覆前の11月が小雨傾向にあり、被覆後の12月にまとまった降雨があったが、それ以降は小雨傾向にあった。2011年は被覆前の11月にまとまった降雨があり、12月から1月は小雨傾向で、2月以降は多雨であった。また、2011年2月下旬の平均気温は平年より4℃程度高かった（データ略）。

糖度およびクエン酸濃度の推移を第3表に示した。

糖度は、2010年度の外なり果では処理区間差が無かったものの、内なり果では被覆処理区より無処理区が1月、3月共に1度程度高かった。2011年度は処理区に差がみられなかったものの、3月の内成り果実はいずれの区とも、1月の外なり果実と同程度まで上昇した。一方、クエン酸濃度は、複数樹被覆区および無処理区に比べ単樹被覆区が高く、1月では2010年は0.37~0.14%、2011年は0.50~0.36%、3月では2010年度は0.08%程度、2011年度は0.27%程度高かった。複数樹被覆区と無処理区間にはクエン酸濃度の差はなかった。



第3図 処理区別樹冠内部の相対湿度および温度(気温)(2011.1.18~2011.4.30)

※ 1月平均は2011.1.8~1.31

※ アメダスは本草農業研究所場内に設置のデータ(1月は2011.1.1~1.31 地点名:本渡)

第2表 10月から翌年3月までの旬別降水量(アメダス)

年	10月			11月			12月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下
2010	48.0	8.0	48.5	1.5	9.0	21.5	36.5	52.5	76.5
2011	10.0	39.5	72.0	25.5	66.0	16.0	47.5	0.0	0.5
平年	40.4	28.8	23.3	41.7	25.7	32.5	31.0	23.5	24.8

年	1月			2月			3月		
	上	中	下	上	中	下	上	中	下
2011	14.0	3.0	0.5	4.0	25.0	6.5	27.0	25.5	9.0
2012	7.0	35.5	3.0	48.0	47.0	83.5	72.5	24.5	89.0
平年	21.5	34.0	28.8	24.6	37.9	30.2	34.4	52.3	61.7

第3表 糖度およびクエン酸濃度の推移

項目	年度	処理	1月		3月
			外なり	内成り	内成り
糖度 (Brix)	2010年	複数樹被覆	12.7	11.4	13.1
		単樹被覆	12.9	11.4	13.3
		無処理	13.2	12.3	14.5
	2011年	複数樹被覆	14.1	12.8	14.7
		単樹被覆	14.4	12.3	14.3
		無処理	14.4	12.9	14.7
クエン酸濃度 (%)	2010年	複数樹被覆	1.07	1.06	0.90
		単樹被覆	1.44	1.20	1.00
		無処理	1.11	1.04	0.93
	2011年	複数樹被覆	1.11	1.05	0.89
		単樹被覆	1.56	1.55	1.15
		無処理	1.20	1.10	0.87

2 樹体および着花に与える影響

2011年7月下旬における春梢の形態を第4表に示した。

単樹被覆区の春梢は、複数樹被覆区および無処理区と比べて葉は厚くて葉面積が広く、枝は最も長く強勢であった。また、達観でも単樹被覆区は他の区に比べ強い枝が多く発生し、全体的に強樹勢となる傾向がみられた。複数樹被覆区は、無処理区に比べて葉は厚くて葉面積が広く、強勢な枝であった。また、満開日は、2011年では無処理区に比べ単樹被覆区は12日、複数樹被覆区は4日早く、2012年は、開花日に差がなかった(データ省略)。

翌年度の着花および新梢の発生の状況を第5表に示した。

着花は、2カ年とも単樹被覆区および無処理区と比べ複数樹被覆区が多く、葉花比は複数樹被覆区が最も小さかった。また、単樹被覆区と無処理区では、2010年度は単樹被覆区の着花が多く、葉花比は小さい傾向にあり、2011年度は着花および葉花比は同程度であった。新梢数は、2カ年とも着花の多かった複数樹被覆区が他の処理区より少なく、単樹被覆区では2010年度は無処理区と同程度であったが、2011年度は無処理区より多かった。

3 被覆に要する資材費および労力

資材費は、単樹被覆資材ではビニールのほか、防鳥ネットやハウスバンドなどの資材費を含み、耐用年数を3年とした。複数樹被覆は天面2.75m、1枚の長さは15mで3~4樹被覆し、10a当たり20枚で被覆、耐用年数を5年として算出した。その結果、1年に要する費用は、

複数樹被覆区、単樹被覆区ともに8万円/10aとなり資材費には差がなかった。

被覆資材設置にかかる作業時間を第6表に示した。

1樹当たりの作業時間は、複数樹被覆区5分30秒、単樹被覆区15分30秒であった。これを10a当たり62本植栽の園地に換算すると、複数樹被覆区5時間30分、単樹被覆区16時間であり、単樹被覆区に比べ複数樹被覆区はかなり短い時間で被覆できた。

IV 考察

‘不知火’の浮き皮症は、果肉部の生育がほぼ停止した後、相対湿度が高まり温度が18℃以上に上昇すると、果皮が吸水して二次肥大する³⁾ことから、秋冬期に降雨の多かった2011年度は2010年度より全体的に浮き皮症の発生が多く、特に2011年度は被覆処理前にまとまった降雨があったため1月収穫から全区で浮き皮症の発生が多かった(第1表)と考えられた。また、浮き皮症は、温度が一定であれば湿度が高いほど、湿度が一定であれば温度が高いほど発生しやすい⁵⁾ため、無処理区より樹冠内の温度が高かった複数樹被覆区(第3図)では、浮き皮症が発生しやすい条件にあったと考えられた。特に2010年度は2011年2月下旬に降雨があり、その後3月初旬にかけて気温の高い日が続き、気温と湿度が上昇したことから複数樹被覆区で浮き皮症の発生が多くなったと考えられた。一方、単樹被覆区では、被覆以降ビニールにより樹冠下に雨水が入らず土壤が乾燥したことから浮き皮症の発生は少なかったが、2011年度では、全体の発生が多い中で樹冠内温度が高かった単樹被覆区で有

第4表 被覆法の違いが翌年の新梢に及ぼす影響(2010年度)

処 理	春梢長 (cm)	節間長 (cm)	枝の強弱	葉数	葉色	葉長 (mm)	葉幅 (mm)	葉面積 (mm ²)	葉の厚さ (mm)
複数樹被覆	15.9	2.1	2.1	9.0	75.7	76.7	36.9	1,981	0.32
単樹被覆	18.3	2.1	2.6	11.4	76.7	82.0	39.6	2,273	0.34
無処理	16.0	2.0	1.8	9.5	75.1	77.7	32.7	1,779	0.30

注1) 葉面積 = 葉長 × 葉幅 × 0.7

第5表 被覆法の違いが翌年の着花に及ぼす影響

年 度	処 理	新葉率 (%)	直花 (花数)	有葉花 (花数)	有葉花率 (%)	葉花比 (葉/花)	新梢数	前年樹冠容積 当たり収穫量 (kg/m ²)
2010年 (2011年調査)	複数樹被覆	59.8	0.1	8.0	99.2	17.4	7.8	6.0
	単樹被覆	60.9	0.1	4.8	99.0	32.1	9.8	3.2
	無処理	58.0	0.1	3.7	97.4	40.0	10.5	2.9
2011年 (2012年調査)	複数樹被覆	50.4	4.1	21.7	85.7	10.9	8.1	3.4
	単樹被覆	65.9	3.1	13.3	82.5	20.8	18.3	2.5
	無処理	53.1	1.0	13.0	93.5	18.9	13.8	2.4

第6表 資材を設置するのに要する作業時間

処 理	1樹当たり作業時間	10a当たり作業時間
複数樹被覆	5分30秒	約5時間30分
単樹被覆	15分30秒	約16時間

注1) 10a当たり植栽本数は、4m × 4mの62本植え(H16 栽培指針より)として算出した。

意に発生程度が高くなったと考えられた。

水腐れ症は、果皮の老化が進んでいるほど発生しやすく、また、果皮表面が長時間濡れた状態にあると発生する⁶⁾ため、果皮の老化が進んだ3月では、両被覆区に比べ降雨の影響を受ける無処理区が顕著に水腐れ症等の発生が多かった(第1表)と考えられる。一方、樹体被覆による果皮障害軽減効果はかなり高く、単樹被覆によって果硬部の水腐れ症(軸腐れ果)は10%程度におさえられることが明らかになっている⁴⁾。今回の試験では両被覆処理区でも15~30%の水腐れ症等が発生し、被覆後に多雨であった2011年度でより発生が多かった(第1表、第3表)。この原因として、複数樹被覆区では、資材の天面が通気性を保つため多少水を通す織り方であることや、側面が通風および防鳥を目的としたネットであることなどから、果実が雨水に多少濡れる状態になることがあったため、水腐れ症等の発生が単樹被覆区に比べてやや多くなったものと考えられた。また、水腐れ症は、果皮表面の傷口や構造的に弱い部位から水が進入するために発生し、ポンカンでは発育の進んだ果実ほど一定時間当たりの果皮吸水量が多くなると報告されている⁹⁾。単樹被覆区では、降雨で果実が濡れることはないが、前述したように浮き皮の発生が多い、すなわち果皮の老化が進んでいたため、樹冠内部の温度差により発生した果実表面の結露で水腐れ症等が発生したと推測された。

単樹被覆の‘不知火’では収穫期のクエン酸濃度が高くなると報告されている⁴⁾。本試験においても複数樹被覆区および無処理区に比べ単樹被覆区のクエン酸濃度が高かった。その要因としては、11月下旬の被覆処理以降、樹冠下に雨水が入らず、他の処理区より土壌が乾燥し、樹体へ軽度な水ストレスが負与され、減酸が進まなかったと推測された。一方、被覆処理区の糖度が無処理区と同程度からやや低くなった要因としては、浮き皮症の発生や樹冠内温度の上昇により、呼吸量が増加し糖が消費されたためと考えられた。

一般的にカンキツ類、特に‘不知火’は、施設栽培にすると、新梢伸長が良好で葉面積も拡大して樹勢が強まると報告されている¹⁾。今回、被覆処理区は無処理区より2月以降の平均最高温度が高かったことから(第3図)、その他のカンキツ類の施設栽培と同様に生育や開花が促進され、新梢は旺盛に伸長し、葉面積も拡大した。特に、この傾向は、樹冠内温度が高かった単樹被覆区で顕著であったことから、被覆処理により初春から初夏の気温が上昇したことが樹勢を旺盛にしたものと考えられた。

なお、開花への影響は、2010年度では2011年の満開

直後まで被覆したため、全体的な生育が促進され開花期も早く、特に単樹被覆区は、4月以降、25℃以上になったことから(第3図)、より生育が促進されたと考えられる。2011年度は2012年の3月下旬に被覆資材を除去したため、それ以降、樹冠内の平均気温と最高気温が低く推移し、その結果、生育促進が図られず、両被覆処理区の開花期は無処理区と差がなかったものと考えられた。

単樹被覆の‘不知火’では、翌年の着花が多くなることが報告されている⁴⁾。また、カンキツ類では冬期に正常な光合成を行う限界温度は12℃以上であることがと報告されている⁸⁾。加えて、早生ウンシュウミカンの夏枝では、低温遭遇時間は、5℃以下よりも15℃以下の温度に遭遇した時間の長い方が着花数が多くなる傾向にあると報告されている⁹⁾。

今回、被覆処理により樹冠内部の温度が高まったことから、被覆処理区は無処理区より光合成が十分に行われる温度条件にあり、樹体栄養の蓄積が図られ、しかも、15℃以下の温度に遭遇した時間が長かった。これらのことから、無処理区に比べ被覆処理区の着花数が多くなったものと推測された。

今回、複数樹被覆区より単樹被覆区の着花数が少なかった要因としては、2010年度の単樹被覆区は3月まで全量を着果させ収穫したため、1月に5割収穫した複数樹被覆区より樹体内の貯蔵養分が少なくなったことによるものと考えられた。

今回の試験結果から、複数樹被覆・単樹被覆共に水腐れ症の発生を軽減できることが確認され、樹体被覆により着花は安定することが示唆された。露地栽培‘不知火’および‘肥の豊’では、果実品質は収穫が遅くなるほど糖が増加し減酸するため食味は良くなる¹⁰⁾。一方、3月にはハダニやかいよう病を、開花期には訪花害虫などの防除を行うことから、収穫以降に再被覆を行うことは現実的ではない。また、2010年度の単樹被覆区の着花が複数樹被覆区より少なくなった要因についても、分割採取により着果負担を軽減し、被覆を3月までとすることで改善できるものと考えられる。

このようなことから、露地栽培‘不知火’および‘肥の豊’は、複数樹被覆もしくは単樹被覆することで水腐れ症等を軽減でき、分割採取し3月までに収穫を終え、同時に被覆を除去することにより、安定生産することができると考えられる。また、複数樹被覆と単樹被覆の比較では、果実や樹体に与える影響および資材費に大差はないものの、被覆に要する作業時間は単樹被覆区に比べ、複数樹被覆区が明らかに短いことから、複数樹被覆が省力で効率的な被覆法であるといえる。

V 引用文献

- 1) 平山秀文・藤田賢輔・磯部 暁・重岡 開(1996)：不知火の品種特性と生産安定技術の確立.熊本県農業研究セ研報, 5, 125-140.
- 2) 井上宏 (1989)：ウンシュウミカンの花芽分化の及ぼす土壌乾燥と温度条件. 園藝學會雑誌. 58/3, 581-585
- 3) 河瀬憲次(1999): おもな生理障害と防止策 「デコポンをつくりこなす」, 85-90
- 4) 菊地毅洋・高木信雄・喜多景治・三堂博昭 (2009)：有孔ビニール被覆による不知火の越冬完熟果安定生産技術. 愛媛農水研果樹セ研報, 3,9-15.
- 5) 農文協(1982).農業技術体系.果樹編 1- I カンキツ：技 415-418
- 6) 牧田好高(1998)：果皮吸水によるポンカン (*Citrus reticulata* Blanco) の水腐れ発生. 静岡柑試研報, 27,7-10.
- 7) 牧田好高(1998)：ポンカン (*Citrus reticulata* Blanco) 果皮表面の観察とジベレリンによる水腐れ発生抑制. 静岡柑試研報, 27.11-16.
- 8) 小野祐幸(1985)：ウンシュウミカンの光合成および生産構造からみた収量構成要因に関する研究. 京都大学学位論文.
- 9) 白土英樹 (2010)：樹成り熟成不知火果実の高品質時期の把握. 平成 22 年度熊本県立大学地域貢献研究事業実績報告.
- 10) 矢羽田第二郎 (1997)：施設栽培におけるワセウンシュウ夏枝の花芽分化に関する生理学的研究. 九州大学審査学位論文.

Summary

Labor-saving and Simple Covering Tree Method for Water Spot Reduction in Medium-late Maturing Citrus 'Shiranuhi' in Open Fields

Sumika YAMAZOE, Mitsuko KOHYAMA, Takashi SAKAMOTO, and Rina KUSUDA

The difficult to cultivate the maturation period 'Shiranuhi' fruit in opne filed culture, because of occurring frequently water spot. Therefore, we examined effects of covering tree with coating sheet on occurrence of water spot of medium-late maturing citrus 'Shiranuhi' and 'Hinoyutaka'in open fields. The results showed that the occurrences of water spot were reduced by covering multiple trees or single tree with coating sheets. Treatment of covering multiple trees with coating sheer resulted in great savings of time compared with that of covering single tree.