

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

林田誠剛

キーワード：せとか，果面障害，果实袋，摘果

Study the Actual Situation on Fruits-skin Damage of Medium-late Maturing Citrus,
and Reduction Method of This Damage in 'Setoka'.

Seigo HAYASHIDA

目次

1. 緒言	.....
2. 材料および方法	.....
1) 果面障害発生の品種間差異	.....
2) 着果位置と日焼けの発生程度	.....
3) 袋かけによる果面障害の軽減	.....
4) 摘果方法による果面障害の軽減	.....
3. 結果	.....
1) 果面障害発生の品種間差異	.....
2) 着果位置と日焼けの発生程度	.....
3) 袋かけによる果面障害の軽減	.....
4) 摘果方法による果面障害の軽減	.....
4. 考察	.....
5. 摘要	.....
6. 引用文献	.....
Summary	.....

1. 緒言

中晩生カンキツの‘せとか’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、‘清見’×‘アンコール’の実生に‘マーコット’を交雑し、育成された品種⁷⁾で、2001年に品種登録された。この品種は果皮が薄く、平滑で、赤味が強く、外観が美麗であり、糖度が高く、食味も優れた特性を持っていることから、露地栽培を主体として愛媛県で、施設栽培を主体として佐賀県、長崎県などで導入が進んでおり、平成19年度の全国の栽培面積は189ha、生産量は1,663tとなっている。

しかしながら、優れた特性を持つ一方で、栽培上の課題も多い。特に果面が滑らかで日焼けを起こしやすい、枝梢にトゲが多数生じるため傷が付

きやすい、果皮の完全着色期の11月下旬から収穫期である2月下旬までの期間が長いため、果皮の赤味の色褪せ（以下褪色）が生じやすいなど、果面障害の発生が多いことが、商品性の低下を招いている。

現在、‘せとか’は贈答用果実として市場で高い単価で販売されているが、今後とも高い単価を維持していくためには、商品性に優れた果実の生産技術の確立が必要である。

ここでは、中晩生カンキツの果面障害の発生実態を調査するとともに、‘せとか’を供試して実施した果面障害の軽減対策に関する試験において一定の知見が得られたので、その概要について報告する。

2. 材料および方法

1) 果面障害発生の品種間差異

(1) 傷および褪色の発生程度

長崎県農林技術開発センター果樹研究部門（長崎県大村市）内に植栽された露地栽培の高接ぎ10年生‘せとか’、6年生‘麗紅’、6年生‘不知火’、および10年生‘はるか’を供試し、2007年9月18日に各品種20果を選んだ。‘せとか’は2008年2月19日、‘麗紅’は2月4日、‘不知火’および‘はるか’は2月12日に果実を収穫し、表2および表3の基準により傷および褪色の程度を調査し、発生度を算出した。傷の発生を写真1に示した。



写真1 傷の発生（品種：せとか、発生程度：甚）

(2) 日焼けの発生程度

部門内の露地栽培‘せとか’、‘麗紅’、‘はれひめ’‘はるみ’‘不知火’および‘はるか’を供試し、樹冠中・上部から果実を選び、2008年は8月2日、8月12日、9月2日、9月19日、10月20日および成熟期に、2009年は8月12日、8月26日、9月11日、10月7日、11月2日および成熟期に日焼けの発生を調査した。なお、調査果実は各品種40果とした。日焼けの程度は表3の基準で分類し、発生度を算出した。日焼けの発生を写真2に示した。



写真2 日やけの発生（品種：せとか、発生程度：甚）

2) 着果位置と日焼けの発生程度

「1) 果面障害発生の品種間差異」の結果、日やけなどの果面障害の発生が「せとか」で多かったことから、以下、「せとか」を供試した試験を行った。部門内の露地栽培 8 年生「せとか」3 樹を供試し、樹冠を南北に 2 分割および垂直方向に地上から 0~50cm, 50~100cm, 100cm 以上の 3 層に分割した。なお、供試した樹の高さはいずれも約 150cm である。2009 年 9 月 11 日にそれぞれの区分の中に着果したすべての果実について日焼けの発生を調査した。日焼けは発生果率を調査するとともに、表 3 により発生度を算出した。

3) 袋かけによる果面障害の軽減

(1) 袋の分光特性

7. 果実袋素材の引っ張り程度と分光特性

果実の被袋状態での分光特性を模擬するため、2006 年 12 月 18 日に伸縮性のある白色のポリエステル製果実袋（東洋殖産株式会社製：サンテ）から 5cm×3cm の切片を切り取り、素材の伸縮方向に等倍、1.5 倍および 2 倍に展張し、拡散透過スペクトルを測定した。測定には紫外可視近赤外分光光度計（島津製作所製 UV-3150）を使用し、220nm から 2600nm まで 1nm ごとにスキャンし、透過率を算出した。なお、光源は 220nm~350nm は重水素ランプ、350nm~2600nm はハロゲンランプを用い、検出器は 850nm まではフォトマル、それ以降は冷却 PbS を使用した。

4. 色の違いと分光特性

白色、黒色および白色袋を染色した黄色、赤色および緑色のポリエステル製果実袋から 5cm×3cm の切片を切り取り、素材の伸縮方向に 1.5 倍に展張し、分光スペクトルを測定した。測定条件は前記 7. の試験と同様である。

(2) 袋内温度および照度

7. 袋内温度

「せとか」果実を供試し、晴天日の 2006 年 10 月 31 日に白色、黒色、黄色、赤色および緑色のポリエステル製果実袋を果実に被袋し、屋外に静置して、9 時 20 分から 18 時 20 分まで 5 分間隔で袋内果実表面温度を測定した。測定には K 熱電対を用いた。また、同

時に照度センサー（小糸工業製 IKS-15）で露天の照度を測定した。

4. 袋内照度

2006 年 10 月 30 日にメタルハライドランプからの照射距離を変えることにより、照度を可変させた場合の白色、黒色、黄色、赤色および緑色のポリエステル製果実袋内の照度を測定し、無袋との相対照度を算出した。照度の測定には照度計（コニカミノルタ製 T-10）を用いた。

(3) 着果位置と袋かけの効果

部門内の高接ぎ 7 年生「せとか」3 樹を供試し、2005 年 8 月 22 日に黒色ポリエステル製果実袋を着果位置別に被袋した。着果位置は樹高約 2.5m の樹を概ね 80cm ごとに上部、中部および下部に分けて、それぞれ被袋および無袋の果実を各樹 15 果、合計 45 果を供試した。果実は 2006 年 2 月 5 日に収穫し、果面障害の程度および果皮色を調査した。

(4) 袋かけの時期が果面障害の発生に及ぼす影響

2005 年に部門内の 5 年生「せとか」5 樹を供試し、黒色ポリエステル製果実袋を時期を変えて被袋した。被袋時期は 8 月 22 日、10 月 31 日、12 月 12 日および無袋の 4 処理とし、各処理 1 樹 10 果で合計 40 果を供試した。

10 月 31 日、12 月 12 日および 2 月 23 日に色彩色差計（コニカミノルタ製 CR-400）を用いて果皮色を測定した。数値は CIE Lab (L*a*b*表色系) で表現した。果実は 2006 年 2 月 23 日に収穫し、全果の傷、褪色程度および品質を調査した。

(5) 袋色と果面障害の軽減効果

2006 年から 2009 年の 4 か年、生育期に黒色、白色、黄色、赤色、緑色のポリエステル製果実袋をかける区と無袋区を設けた。2006 年は長崎県西海市西海町に植栽された高接ぎ 15 年生「せとか」を、2007 年以降は部門内に植栽された高接ぎ 10 年生（2007 年時点）を供試し、袋かけは収穫日まで行った。果実は適熟期に収穫し、傷、褪色程度および品質を調査した。供試果数、被袋日および収穫日を表 1 に示した。

表1 供試果数および袋かけ、収穫日

年度	供試果数	被袋日	収穫日
2006	30	10/ 6	1/22
2007	20	9/18	2/19
2008	20	8/ 5	2/16
2009	60	8/12	2/24

4) 摘果方法による果面障害の軽減

部門内の露地栽培高接ぎ 8 年生 ‘せとか’ 6

表2 果面の傷の発生程度

指数	区分	程 度	傷の面積 (目視)
0	無	まったく傷がない	0%
1	微	わずかに傷がみられる	~10%
2	軽	果面の一部に傷がみられる	10~30%
3	中	果面の広い範囲で傷がみられる	30~70%
4	甚	果面の全面に近く傷がみられる	70%~

$$\text{傷発生度} = \frac{\text{無} \times 0 + \text{微} \times 1 + \text{軽} \times 2 + \text{中} \times 3 + \text{甚} \times 4}{\text{全体の個数} \times 4} \times 100$$

表3 果面の日焼け・褪色程度

指数	区分	程 度
0	無	まったく日焼け・褪色していない
1	軽	わずかに日焼け・褪色がみられる
2	中	日焼け・褪色がはっきり判別できる
3	甚	明確な日焼け・褪色が広い範囲で確認できる

$$\text{日焼け・褪色発生度} = \frac{\text{無} \times 0 + \text{軽} \times 1 + \text{中} \times 2 + \text{甚} \times 3}{\text{全体の個数} \times 3} \times 100$$

樹を供試し、2005年8月22日に樹冠上部1/3に当たる地上部からの高さ160cm以上に着果した果実をすべて摘果し、中下部にのみ着果させる区(樹冠中下部着果区)と全面にほぼ均一に着果させる区(全面着果区)の2処理を設けた。

11月7日に各樹100果に黒色ポリエステル製果実袋をランダムに掛け、袋かけに要する時間を計測した。

果実は2006年2月23日に収穫し、傷の発生程度および褪色程度を調査し、発生度を算出した。また、収穫にかかる時間を計測した。

3. 結果

1) 果面障害発生の品種間差異

(1) 傷および褪色の発生程度

傷発生度は‘せとか’が最も高く、次いで‘麗紅’、‘不知火’、‘はるか’の順であった(表4)。褪色発生度も‘せとか’が最も高く、次いで‘麗紅’が高かった。果皮の赤味の程度を示すa値は‘麗紅’が最も高く、‘せとか’、‘不知火’はほぼ同等であった。陽光面と非陽光面の果皮の赤味の差を示し、褪色と関連のある果皮a値差は‘せとか’が最も高かった。

表4 中晩生カンキツにおける果面障害発生の品種間差異(2007)

品種	傷発生度	褪色発生度	果皮 a 値	果皮 ² a 値差
せとか	45.0	75.6	23.0	7.2
麗紅	22.5	66.7	32.0	4.5
不知火	17.6	33.3	23.9	1.6
はるか	8.8	38.3	-3.8	4.8

² 果実赤道面对角線2か所におけるa値の差の絶対値

(2) 日焼けの発生程度

7. 2008 年

日焼け発生度が最も高いのは‘せとか’で 8 月中旬から 9 月上旬にピークを迎えた（表 5）。一方、日焼け発生度が低いのは‘不知火’で、高い場合でも 8 月中旬から 9 月中旬にかけて 4.2 であった。

8 月中旬から 9 月上旬に日焼け発生度が高い‘せとか’，‘麗紅’，‘はれひめ’は生育が進むにつれて日焼け発生度は低くなる傾向にあった。‘はるみ’と‘はるか’は夏秋季の日焼け発生度は低いものの成熟期になると高くなる傾向が認められた。日焼けの症状は陽光面が褪色し、果皮が硬化して症状が進むと黒変する果実がみられた。‘はるか’の日焼け果は成熟期になり果頂部を中心に黒変する症状で、他の品種の日焼け症状とは異なっていた。

表 5 主要な中晩生カンキツ品種における日焼け発生度の経時的変化（2008）

品種	月日	8/2	8/12	9/2	9/19	10/20	成熟期
せとか		10.0	37.5	39.2	24.2	25.8	
麗紅		14.2	28.3	28.3	19.2	14.2	0.9
はれひめ		0.0	14.2	12.5	9.2	5.0	0.8
はるみ		0.8	5.8	5.8	7.5	6.8	12.8
不知火		3.3	4.2	4.2	4.2	3.3	2.6
はるか		0.8	6.7		6.7	7.5	13.3

1. 2009 年

日焼けの発生が最も多いのは‘せとか’でほぼ全果で日焼けの発生が見られ、日焼け発生度も高かった（表 6）。すべての品種で 9 月中旬に日焼け発生度が高かったが、生育が進むにつれて日焼け発生は少なくなり、成熟期になると被害程度が軽い日焼け果はほとんど判別できなくなった。

表 6 主要な中晩生カンキツ品種における日焼け発生度の経時的変化（2009）

品種	月日	8/12	8/26	9/11	10/7	11/2	成熟期
せとか		45.0	60.8	70.0	54.2	28.3	23.1
麗紅		10.8	14.2	20.0	10.0	0.8	0.8
はれひめ		5.0	9.2	16.7	10.8	7.5	5.8
はるみ		0.0	0.8	6.7	5.8	1.7	1.7
不知火		2.5	4.2	11.7	9.2	4.2	3.4
はるか		1.7	4.2	9.2	5.8	0.8	0.8

2) 着果位置と日焼けの発生程度

供試した露地栽培‘せとか’のいずれの樹においても樹冠の上部ほど発生果率、発生度とも高く、特に最上部は発生が著しかった（図 1，図 2，図 3）。また、方向別で見ると、樹の南面が北面よりも、発生果率、発生度とも高い傾向にあった。

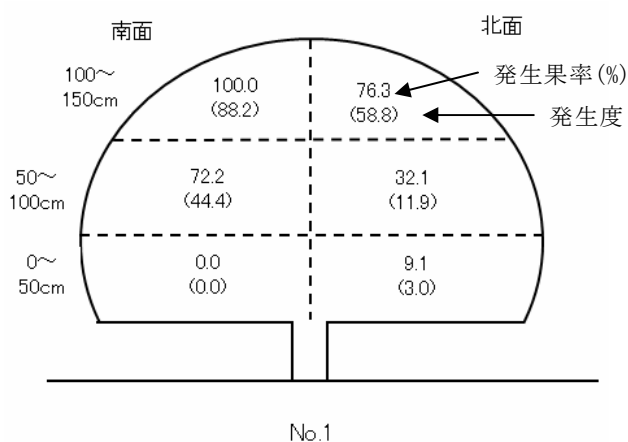


図 1 方位別、階層別の日焼け発生程度（調査樹 No. 1, 2009）

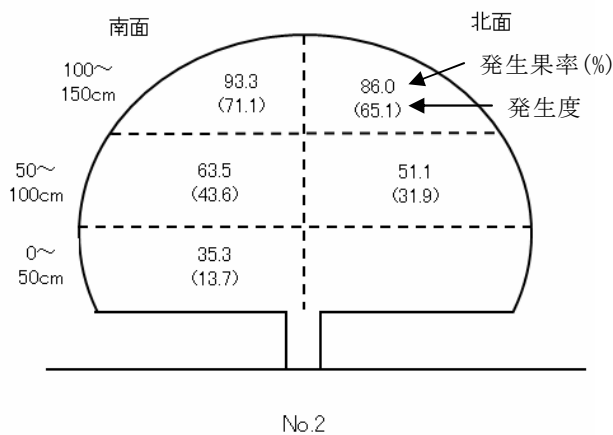


図2 方位別、階層別の日焼け発生程度 (調査樹 No. 2, 2009)

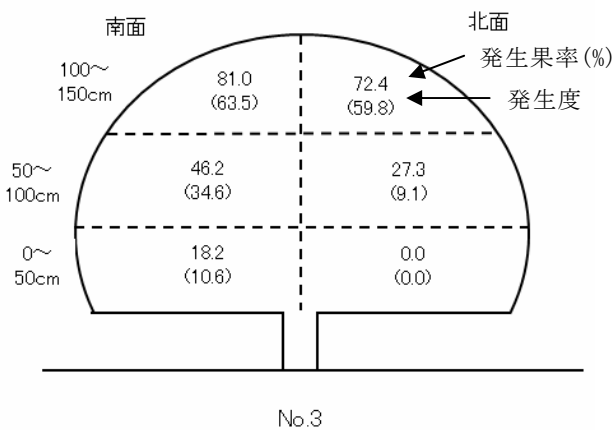


図3 方位別、階層別の日焼け発生程度 (調査樹 No. 3, 2009)

3) 袋かけによる果面障害の軽減 (1) 袋の分光特性

袋素材の引っ張り強度が強いほど、すべての波長域で透過率が高くなった (図4)。320nm から 800nm の可視光線領域では袋の違いによる分光スペクトルの差がみられ、それより波長が長い近赤外線領域では袋の色の違いによる差は認められなかった (図5)。

可視光線領域では白色素材はほぼ全域で50%程度の透過率を有していた。赤色素材と黄色素材はそれぞれ波長 620nm および 560nm より短い波長域で著しく透過率が低下した。緑色素材はすべての可視光線域で透過率が低く、20%前後であった。黒色素材は最も透過率が低く、可視光線域で13~15%の透過率であった。

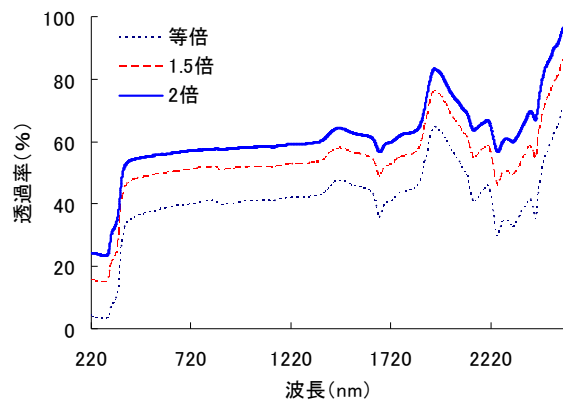


図4 袋素材の引っ張り程度が分光スペクトルに及ぼす影響 (2006)

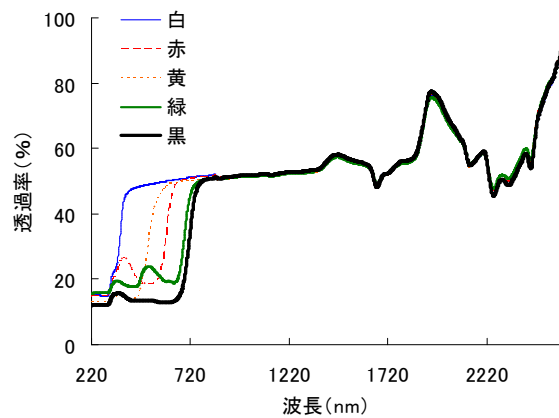


図5 袋の色が分光スペクトル特性に及ぼす影響 (2006)

(2) 袋内温度および照度

果面温度は日中を通して黒色と緑色が最も高く、午前中は 5℃程度、午後からは 2℃程度それぞれ無処理よりも高かった (図6)。赤色も無処理よりも 1~2℃高く、黄色と白色は無処理よりも低く推移した。

袋内の相対照度は袋の色による影響が大きく、照射照度が高くなってでも大きな変化は認められなかった (図7)。最も相対照度が高いのは白色で次いで黄色であり、それぞれ 50~60%、35~50%の範囲内で推移した。赤色、緑色、黒色はいずれも 10%以下であり、その中では赤色がやや高く、緑色と黒色は低かった。

(3) 着果位置と袋かけの効果

無袋区では傷、褪色とも発生が著しく多く、a 値差も大きかった(表 7)。特に樹冠上部ほどその傾向が顕著であった。それに対し、被袋区は無袋より傷、褪色とも発生が少なく、傷発生度はおおむね無袋区の 1/3 に、褪色発生度

は 1/2 から 1/4 に軽減された。果皮の赤味を示す a 値はいずれの着果位置でも被袋区は無袋区より高く、位置による差は明瞭ではなかった。果皮色 a 値差は樹冠上部および中部で被袋区が低かった。

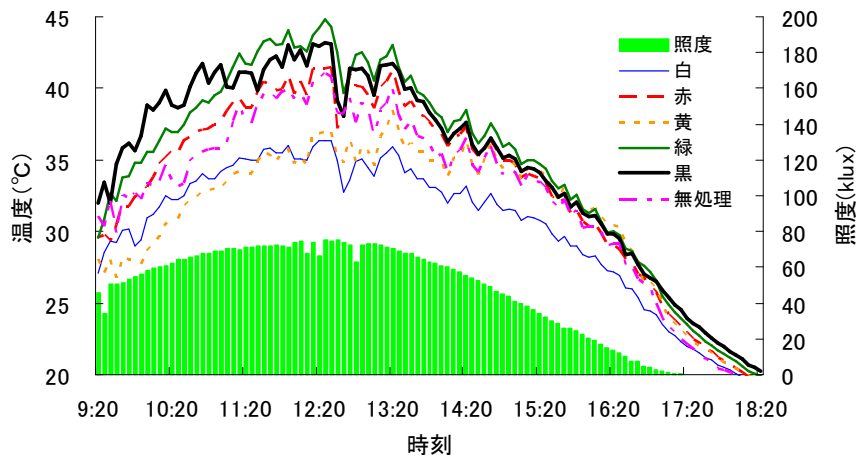


図 6 袋の色が果面温度に及ぼす影響 (2006)

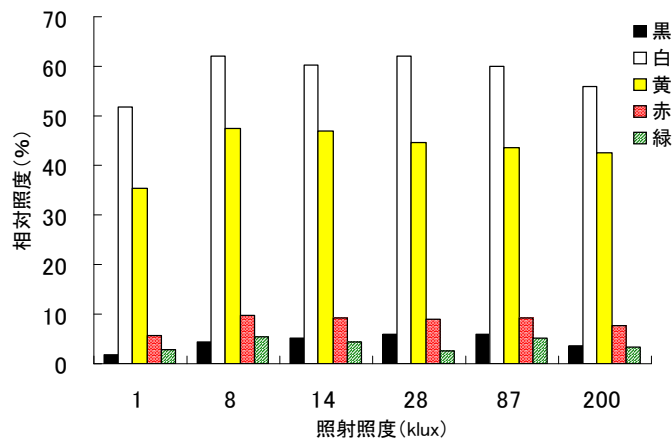


図 7 袋の色が袋内の相対照度に及ぼす影響 (2006)

表 7 果実袋の被袋位置が果面障害の発生および果皮色に及ぼす影響 (2005)

処 理	被袋位置	傷発生度	褪色発生度	果皮色	
				a値	a値差 ^z
被袋	上部	19.6	19.0	26.87	3.43
	中部	17.6	29.4	25.81	2.84
	下部	17.7	25.0	27.08	3.30
無袋	上部	58.8	82.4	24.88	7.30
	中部	55.3	77.2	24.73	6.26
	下部	48.3	54.2	25.35	2.85

^z 果実赤道面对角線 2 か所における a 値の差の絶対値

(4) 袋かけの時期が果面障害の発生に及ぼす影響

8月22日に被袋した果実のa値は10月31日の段階で無袋に比べ低く、12月12日ではほぼ同じとなり、成熟期には逆に高くなった(表8)。10月28日および12月12日被袋果実も成熟期のa値は無袋に比べ高かった。色差ΔEは12月12日で各処理とも大きな差は認められず、成熟期はいずれの被袋区も

無処理との差が最も大きかった(表9)。

成熟期における果面の傷発生度は無袋が最も高く、8月22日被袋との間に有意差が認められた(表10)。被袋区間では有意な差は認められなかった。褪色発生度および果皮a値差は無袋が最も高く、褪色が顕著であった。

糖度は処理間に有意な差が認められなかった。酸含量は12月12日被袋と8月22日被袋果実との間に有意差が見られた。

表8 被袋時期と果皮色の経時的变化(2005)

被袋時期	果皮L値			果皮a値			果皮b値		
	10/31	12/12	1/31	10/31	12/12	1/31	10/31	12/12	1/31
8月22日	69.71	67.28	66.85	1.60	25.83	29.80	65.55	66.58	67.09
10月28日		68.73	66.95		26.22	30.01		68.50	67.17
12月12日			67.14			29.56			67.10
無袋	64.85	67.36	68.03	9.52	25.78	25.55	62.51	66.74	67.37

表9 被袋時期と色差ΔE^zの経時的变化(2005)

色差の評価基準 米国標準局(NBS単位)

調査日	10月31日		12月12日		2月23日	
被袋日	8/22	8/22	10/28	8/22	10/28	12/12
10/28			2.44			0.25
12/12					0.38	0.50
無袋	9.77	0.19	2.27	4.42	4.59	4.10

ΔE	イメージ	英語表現
0 ~ 0.5	かすかに	trace
0.5 ~ 1.5	わずかに	slight
1.5 ~ 3.0	かなり	noticeable
3.0 ~ 6.0	めだって	appreciable
6.0 ~ 12.0	大きく	much
12.0 ~	非常に大きく	very much

$$^z \text{ 色差 } \Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 + a_2)^2 + (b_1 + b_2)^2}$$

表10 果実袋の被袋時期が成熟期の果面障害の発生、果皮色および果実品質に及ぼす影響(2005)

被袋日	傷発生度	褪色発生度	果皮a値差 ^z	糖度	酸含量 (g/100ml)
8月22日	20.6b ^y	31.3b	2.71b	13.0a	0.70b
10月28日	28.0ab	20.0b	2.30b	12.4a	0.88ab
12月12日	23.4ab	29.0b	2.71b	13.1a	1.06a
無袋	37.5a	82.0a	7.15a	13.2a	0.93ab

^z 果実赤道面対角線2か所におけるa値の差の絶対値

^y 縦の異なる文字はTukeyの多重検定により5%レベルで有意差あり

(5) 袋色と果面障害の軽減効果

傷発生度は袋かけにより低くなったが、袋色の中では白色が高い傾向にあった(表 11)。これは 2009 年度が高いためであり、他の 3 か年では袋色の違いによる差は認められなかった。

褪色発生度は袋かけにより大幅に低くなったが、袋色の中では白色が高く、黄色および赤色が低かった(表 12)。

果皮の赤味を示す a 値はいずれの袋も無袋より高くなったが、袋色の間に有意な差は認められなかった(表 13)。また、褪色との関連が強い果皮 a 値差も袋かけにより有意に低くなったが、袋色の間には差は認められなかった(表 14)。

果実糖度および酸含量は処理間に有意な差は認められなかった(表 15, 表 16)。

表 11 果実袋の色の違いが果面の傷発生度に及ぼす影響

袋色	試験年度				平均
	2006	2007	2008	2009	
黒	22.5	36.3	21.9	7.9	22.2
白	25.0	35.5	24.0	27.2	27.9
黄	21.6	31.6	32.3	9.6	23.8
赤	22.4	27.6	34.0	8.2	23.1
緑	19.8	27.5	33.7	6.9	22.0
無袋	27.6	45.0	46.9	14.6	33.5

表 12 果実袋の色の違いが果面の褪色発生度に及ぼす影響

袋色	試験年度				平均
	2006	2007	2008	2009	
黒	21.1	30.0	16.7	8.2	19.0
白	21.1	47.4	25.0	26.9	30.1
黄	14.9	22.8	9.7	12.8	15.1
赤	16.1	24.6	13.3	13.2	16.8
緑	21.8	25.0	29.0	13.8	22.4
無袋	75.4	75.6	65.3	66.0	70.6

表 13 果実袋の色の違いが果皮 a 値に及ぼす影響

袋色	試験年度				平均
	2006	2007	2008	2009	
黒	26.7b ^z	27.2ab	26.0bc	27.7a	26.9a
白	25.7b	25.9b	25.9bc	25.5b	25.8a
黄	27.4a	27.6ab	27.7a	27.2a	27.5a
赤	28.2a	27.3ab	26.6ab	25.6b	26.9a
緑	27.3a	28.0a	25.0c	25.7b	26.5a
無袋	23.5c	23.0c	23.2d	23.4c	23.3b

^z 縦の異なる文字は Tukey の多重検定により 5%レベルで有意差あり

表 14 果実袋の色の違いが果皮 a 値差^zに及ぼす影響

袋色	試験年度				平均
	2006	2007	2008	2009	
黒	3.1b ^y	2.4b	3.5b	2.8b	3.0b
白	3.1b	4.0b	2.4b	3.5b	3.3b
黄	2.5b	2.2b	2.1b	2.2b	2.3b
赤	2.5b	1.9b	2.5b	2.4b	2.3b
緑	3.0b	2.4b	3.4b	3.1b	3.0b
無袋	7.5a	7.2a	7.8a	9.2a	7.9a

^z 果実赤道面対角線 2 か所における a 値の差の絶対値

^y 縦の異なる文字は Tukey の多重検定により 5%レベルで有意差あり

表 15 果実袋の色の違いが果実糖度に及ぼす影響

袋色	試験年度				平均
	2006	2007	2008	2009	
黒	12.1a ^z	14.0a	12.7a	12.4a	12.8a
白	12.1a	13.7a	12.7a	13.4a	13.0a
黄	12.3a	13.7a	12.9a	13.5a	13.1a
赤	12.3a	13.4a	12.8a	12.7a	12.8a
緑	12.3a	13.9a	12.5a	12.5a	12.8a
無袋	12.3a	13.9a	13.3a	12.8a	13.1a

^z 縦の異なる文字は Tukey の多重検定により 5%レベルで有意差あり

表 16 果実袋の色の違いが酸含量に及ぼす影響

袋色	試験年度				平均
	2006	2007	2008	2009	
黒	1.20a ²	1.18a	1.06b	0.96b	1.10a
白	1.12ab	1.22a	1.43a	1.00ab	1.19a
黄	1.04b	1.27a	1.45a	1.05ab	1.20a
赤	1.06b	1.12a	1.50a	1.24a	1.23a
緑	1.05b	1.21a	1.40a	1.20ab	1.22a
無袋	1.01b	1.30a	1.44a	0.99ab	1.19a

² 縦の異なる文字はTukeyの多重検定により5%レベルで有意差あり

4) 摘果方法による果面障害の軽減

1 樹当たり収量は全面着果区がやや多かったが、果実重は小さい傾向にあった(表 17)。傷および褪色の発生度は樹冠中下部着果区が全面着果区の中下部よりわずかに少ないものの大きな差ではなかった(表 18)。全面着果区の上部は中下部着果区に比べ発生が著しく多かった。

袋かけに要する時間は樹冠中下部着果区が全面着果区に比べ、約 20%短縮された(表 19)。また、樹冠上部は樹冠中下部に比べ、収穫に要する時間が約 1.5 倍必要である。また、表 17 に示した割合で着果させた場合、全面着果区の 100 果を収穫するのに要する時間は 10 分 21 秒となり、樹冠中下部着果区よりも約 1.27 倍、時間を多く要する。

表 17 摘果方法の違いが収量および果実の大きさに及ぼす影響 (2005)

着果方法	収量 (kg/樹)	果実重 (g)
樹冠中下部着果	48.2	147.9
全面着果		
上部	36.2	145.4
中下部	15.1	139.2
合計	51.3	143.4

表 18 摘果方法の違いが果面障害に及ぼす影響 (2005)

着果方法	傷発生度	褪色発生度
樹冠中下部着果	52.2	38.5
全面着果		
上部	79.7	65.6
中下部	56.1	41.9

表 19 袋かけおよび収穫に要する時間 (2005)

着果方法	袋かけ (時間/100袋)	収 穫	
		樹冠上部 (時間/100果)	樹冠中下部 (時間/100果)
樹冠中下部着果	13分49秒		8分11秒
全 面 着 果	17分 5秒	11分26秒	7分28秒

4. 考察

1) 果面障害発生の品種間差異

カンキツの果面の傷に関して、田久保ら¹⁹⁾は温州ミカンを用いて付傷試験を行い、コルク化したものとコルクが脱落したケロイド状のものがあると報告している。

今回の調査で多く見られたのは針先で突き刺したようなコルク状の深い傷であった。供試した中晩生カンキツの品種は温州ミカンと異なり、いずれもトゲを有しており、中でも‘せとか’と‘麗紅’は極めてトゲが多い品種であること、また両品種とも‘清見’×‘アンコール’の実生に‘マーコット’を交雑して育成された系統であり、果

皮が薄く滑らかという共通した特性を有していることから、トゲを有する枝梢が強風で果面に接触し、平滑な果面を傷つけたものと考えられる。

また、果皮の褪色発生度も‘せとか’、‘麗紅’が高かった。供試した品種の中で、果皮 a 値が高い、すなわち赤味が強いのは‘麗紅’であるが、褪色の発生度が最も高く、果皮 a 値差が大きかったのは、‘せとか’であった。このことは‘せとか’が‘麗紅’と完全着色期はほぼ同等の 12 月上旬であるにもかかわらず、成熟期が 1 か月以上遅く、その間に褪色が進むことが原因であると考えられる。

カンキツの日焼けについて、これまで温州ミカンで多くの試験が行われており¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾、そのほとんどが早生ウンシュウである。中晩生カンキツでの研究は極めて少なく、ヒュウガナツやブント等にも発生すると報告²¹⁾があるだけで、近年育成された品種についての報告はない。本試験の結果、近年育成された主要な中晩生カンキツの中では‘せとか’と‘麗紅’の発生が多いことが明らかとなった。これは傷や褪色の発生と同様に果面の滑らかなことが発生を助長していると考えられる。

大垣ら⁹⁾は早生ウンシュウを使った試験で、8月25日以前および9月25日以後では高温多照が日焼け症発生の原因にならないとしている。また、近泉²⁾は早生ウンシュウの日焼け発生期は8月下旬から10月上旬と報告している。本試験では2008年、2009年とも日焼け発生度は8月から9月中旬にかけて最も高く、既報告とほぼ一致した。

本試験では日焼けの発生度を同一果実で経時的に調査し、10月以降になると発生度が低下することを確認した。これまでに経時的に調査した報告は見られないが、これは既報告のほとんどが11月に収穫される早生ウンシュウであり、日焼けの発生から成熟までの期間が短かったためと思われる。果実に日焼けが発生するとクロロフィルが消失し、その程度が著しい場合は初生油胞組織および次生油胞組織が褐変する³⁾が、クロロフィルが消失する程度の症状が軽度なものは成熟期になると判別できなくなる。これは軽度な日焼けを受けた油胞組織が治癒するためか、成熟とともに果皮のクロロフィルの消失が進むことにより外観上、判別しにくくなるのではないと思われる。

2) 着果位置と日焼けの発生程度

近泉²⁾は早生ウンシュウを使って、樹上の4方位別日焼け果の発生個数を調査しており、日焼けが発生した果実93個中、南面が69個、北面が2個であったと報告している。本試験でも北面に比べ、南面の発生が多かったが、方位よりもむしろ層位による違いが大きく、樹冠上部に着果した果実の発生が極めて多かった。このことは、後述する「4)摘果方法による果面障害の軽減」で示しているように、樹冠上部の果実を摘果し、中、下部に着果させることで他の障害と併せて、日焼け果の発生も軽減できると推察される。

3) 袋かけによる果面障害の軽減

果実への袋かけはナシ、ブドウ、ビワなどでは果実保護、病虫害被害の軽減等のため一般的な管理作業として定着しているが、カンキツでは一部の産地で成熟直前の冬季の防寒対策や水腐れ症の発生軽減を目的として取り組まれているにすぎない。

橋本⁴⁾は早生ウンシュウで8月中～下旬から20日間、黒色の袋を掛けることにより着色が約10日促進されること、下郡¹⁶⁾は早生ウンシュウで8月上～下旬から25～45日間袋かけをすることで着色促進効果を確認している。いずれも品質向上効果を狙った短期間の被袋試験であり、本試験のような果面障害の軽減を目的とした長期間の被袋試験はこれまで実施されていない。

今回、‘せとか’で生育期に袋かけを試みたところ、表7に示すように袋かけした果実は無袋と比べ、傷発生度がおおむね1/3に減少した。傷はその多くが風などの物理的要因によって生ずるものであり¹⁵⁾、袋かけにより果面が保護される結果、発生が軽減されたと考えられる。

一方、果皮の褪色についてはまた異なった要因が考えられる。カンキツの果皮の着色に関して、白石¹⁷⁾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度に伴って増加するとしている。褪色とは果皮に一旦蓄積したカロテノイドの消失であり、その発生要因と対策についてはこれまでまったく検討されていない。

褪色の発生は表7に示すように、無袋では極めて多く、特に樹冠の上部に着果した果実での発生は甚大である。一般に着果位置が上になるほど、日当たりが良くなるため、日射量が多く、果皮の温度が上昇しやすい。したがって、褪色の発生には温度あるいは日射が影響していることが想定されるが、果面温度が無処理よりも低い白色袋や逆に無処理よりも高い黒色袋のいずれにおいても褪色の発生が少なかったことから、褪色の発生に温度が強い影響を与えているとは考えにくい。

一方、白色以外の褪色の発生が少ない袋の相対照度が50%以下と低く(図7)、とりわけ可視光線領域での透過率が低い(図5)ことから、褪色の発生にはこれらの光環境が関与していると考え

られる。

袋色についてはナシ⁵⁾⁸⁾、ビワ¹⁾、早生ウンシュウ¹⁰⁾、中晩生カンキツ⁷⁾で試験例がある。大垣ら¹⁰⁾の試験では長波長の透過率が少ない青色袋で日焼け果の発生が少なかったとしている。今回の試験では袋かけそのものには非常に大きな果面障害軽減効果が認められたが、袋色の違いによる果皮の褪色や果実品質については明確な差は認められなかった。防鳥や防寒など多目的な効果も含め、今後検討が必要である。

4) 摘果方法による果面障害の軽減

全面着果させた場合の樹冠上部では傷、褪色とも発生度が極めて高かった。このことは前述のように樹冠の高い位置になるほど風が強くなること(データ略)、日射量が多くなることが起因していると思われる。一方、中・下部の果実を残すこ

とは果面障害の軽減だけでなく、袋かけや収穫時間の短縮効果も得られることが明らかとなった。樹冠中・下部に着果し、かつ南面の直射日光が当たりやすい果実に袋をかけることにより、果面障害の発生をかなり軽減できると考えられる。

樹冠の上部に着果した果実を摘果し、樹冠中・下部に果実を残す方法は樹冠上部摘果と呼ばれ、隔年結果の是正を目的としてウンシュウミカンではよく用いられる方法¹⁸⁾²⁰⁾である。本試験は供試品種が中晩生カンキツの‘せとか’で、また果面障害を目的としたものであるため、収量や果実重は単年だけの試験結果であり、樹冠上部摘果を連年行った場合の着花や隔年結果性までは検討していない。今後、連年処理を行った場合の収量や果実形質についても調査する必要がある。

5. 摘要

露地栽培における中晩生カンキツの果面障害について実態調査を行うとともに、‘せとか’を供試し、果面障害の軽減方法を検討した。

1) 中晩生カンキツのうち、近年育成され、栽培面積が増加している数品種について、果面障害である傷、褪色および日焼け発生の実態調査を行ったところ、いずれの障害も‘せとか’が最も発生度が高く、‘麗紅’も高い傾向にあった。

2) ‘せとか’について、着果位置別の果面障害の発生程度を比較した結果、いずれの障害も樹の

上部ほど発生度が高く、また日焼けは北面に比べ、南面での発生が多かった。

3) 果実生育期に‘せとか’の果実に伸縮性のあるポリエステル製筒状袋をかけることにより、傷発生度はおおむね 1/3 に、褪色発生度は 1/2 から 1/4 に軽減された。

4) ‘せとか’の樹冠上部の果実を摘果し、中・下部の果実を残すことにより、傷や褪色の発生が少なくなり、また、袋かけや収穫に要する時間を短縮できた。

6. 引用文献

- 1) 浅田謙介, 橋本基之, 一瀬 至: ビワの袋の紙質と色, 園芸学会九州支部研究発表要旨, 15, 34(1974).
- 2) 近泉惣次郎, 宮内 悟: 早生温州の日焼けに関する研究(第1報)日焼け発生の実態調査, 園芸学会発表要旨, 昭 52 春, 134~135(1977)
- 3) 近泉惣次郎: カンキツ類の果皮障害の発生とその防止対策, 愛媛大学農学部紀要, 52, 13~123(2007)
- 4) 橋本敏幸: 早生温州早期出荷技術に関する研究(第1報)果実被袋が果実温度及び品質に及ぼす影響, 園芸学会発表要旨, 昭 57 秋, 116~117(1982)
- 5) 服部吉男: ナシ果実袋の色調と防鳥効果, 農業および園芸, 58(7), 79~82(1983)
- 6) 林田誠剛: 中晩生カンキツにおけるテトロン製果実袋の果実保護効果の品種間差異, 園芸学会九州支部研究集録, 16, 9(2008)
- 7) 松本亮司, 山本雅史, 國賀 武, 吉岡照高, 三谷宣仁, 奥代直巳, 山田彬雄, 浅田謙介, 池宮秀和, 吉永勝一, 内原 茂, 生山 巖, 村田広野: カンキツ新品種‘せとか’, 果樹研究所研究報告, 2, 25~31(2003)
- 8) 長崎県果樹試験場: 西南暖地の特性を活かした

- 晩生ナシの超高収益栽培技術の開発，九州地域重要新技術研究成果，37，145～147(2002)
- 9) 大垣智明，富田英司：早生温州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法試験(1)，神奈川県農業試験場園芸分場研究報告，8，6～10(1960)
- 10) 大垣智明，関野 茂，牛山欽司：早生温州果の日焼け障害防止に関する試験(第2報)防止試験(2)と袋掛期間並びに被害度と気象条件，光線の波長との関係，神奈川県園芸試験場研究報告，10，17～24(1967)
- 11) 大垣智明，中島利幸，牛山欽司：早生温州果の日焼け障害防止に関する試験(第3報)発生限界果実温と機構および網被覆による防止法について，神奈川県園芸試験場研究報告，15，1～8(1967)
- 12) 下大迫三徳，栗山隆明：早生温州の日やけ症防止に関する研究(第1報)被害発生の温度ならびに着色度との関係．園芸学会発表要旨，昭 52 秋，58～59(1977)
- 13) 下大迫三徳，栗山隆明：早生温州の日やけ症防止に関する研究(第1報)夏期高温時における葉温および果実温度，福岡県園芸試験場研究報告，19，1～8(1981)
- 14) 下大迫三徳，栗山隆明，吉田 守：早生温州の日やけ症防止に関する研究(第2報)被害発生の限界温度並びに着色程度．福岡県農業総合試験場研究報 B(園芸)，1，1～5(1982)
- 15) 下大迫三徳，栗山隆明：ミカンの風傷果防止に関する研究(第1報)被害発生の時期ならびに風速との関係について，福岡県農業総合試験場研究報告，12，1～10(1973).
- 16) 下郡嘉勝：早生温州ミカンに対する白色保温布と果実袋の効果，園芸学会九州支部研究発表要旨，22(1982).
- 17) 白石真一：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(1972)
- 18) 高木信雄，政本泰幸，笹山新生，藤原文孝：温州みかんの樹冠上部摘果による中玉高糖均質果連年安定生産，愛媛県農林水産研究所果樹研究センター研究報告，1，1～8(2009)
- 19) 田久保美彦，江口 浩：温州ミカン果実の傷害について(第1報)人工付傷による傷痕の相違，九州農業研究，30，177(1978)
- 20) 矢羽田二郎，松本和紀，牛島孝策：ワセウンシュウ収穫期の相違と樹冠上部摘果が花芽分化に及ぼす影響，園芸学会雑誌，73(別冊 2)，303(2004)
- 21) 弥富忠夫：柑橘の日焼果の救済法，農業および園芸，13，6(1940)

Summary

In the present studies, the actual situation about fruits-skin damage of medium-late maturing citrus at open culture, and examined a reduction method of fruits skin-injury of 'Setoka'.

1) Investigated bruise, fading color and sun-scald of several varieties which bred in recent years and spreaded a cultivation area. As a result, 'Setoka' is suffered most all of skin-damage, and 'Reikou' follow after 'Setoka'.

2) Compared the extent of fruits-skin damage difference to the bearing fruit position. As a result, outbreak degree all of skin-damage was high in the upper part of the tree. And them, sun-scald fruit in southern position was more than in northern position.

3) Hanged a pipe bag made by elastic polyester to the fruit of 'Setoka' for the fruit growth period. In comparison with no processing, the bruise outbreak degree was reduced to about a one-third, and the fading color outbreak degree was reduced to about half or quarter.

4) Made the fruit thinning in the upper part of the tree at 'Setoka' and following to remain the fruit of middle and low part, there become few a bruise and fading color. And it was able to shorten time to need for bagging and harvesting.