

施設栽培における中晩生カンキツ「麗紅」の 裂果発生要因の解明と軽減法

林田誠剛

キーワード：麗紅，裂果，土壤水分，摘果，果形

The Elucidation of the Outbreak Factor and Reduction Method of Fruit Cracking
in Medium-late Maturing Citrus 'Reikou' at Under Structure

Seigo HAYASHIDA

目次

1. 緒言	112
2. 材料および方法	112
1) 裂果発生の実態	112
2) 裂果の発生要因の解明	112
3) 栽培的手法による裂果軽減法	112
3. 結果	113
1) 裂果発生の実態	113
2) 裂果の発生要因の解明	113
3) 栽培的手法による裂果軽減法	115
4. 考察	116
5. 摘要	117
6. 引用文献	118
Summary	119

1. 緒言

「麗紅」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」の交配実生に「マーコット」を交雑し、育成された品種で、2005年に品種登録された。この品種は果形が扁平で、果皮は薄く、滑らかで、赤味が強く、外観が極めて美麗であり、糖度が高く、食味も優れていることから、カンキツ産地で導入が進んでいる。

しかしながら、この品種には裂果が発生しやす

いという特性がある。特にハウス栽培では年により極めて発生が多く、収量が不安定となりやすい。また、裂果の発生を見越して着果過多となり小果になるなどの弊害も懸念される。

本報では施設栽培における「麗紅」の裂果発生の実態を調査し、その発生要因ならびに発生軽減のための対策について試験を行ったので、その概要を報告する。

2. 材料および方法

1) 裂果発生の実態

部門内に植栽した「麗紅」を供試し、2004年および2007年に裂果した果実数を経時的に調査した。2004年は無加温ハウス 6年生 7樹について満開 111日後の 7月30日から10月19日まで 8回、2007年は少加温ハウス 3樹について満開 158日後の 9月 4日から11月12日まで 8回、裂果した果実数を調査し、総着果数から裂果率を算出した。

2) 裂果の発生要因の解明

2006年に部門内の無加温ハウスに植栽した高接ぎ 8年生「麗紅」 4樹を供試し、かん水方法としゃ光の有無を組み合わせた区を設けた。かん水方法はおおむね 3日間隔でかん水する区（多かん水区）と 8日間隔でかん水する区（少かん水区）で、それぞれにしゃ光区及び無しゃ光区を設けた。試験規模は 1区 1樹とした。かん水処理は 8月 1日から 9月30日まで行い、散水ノズルで 1回のかん水量は37.5L/樹（5t/10aに相当）とした。しゃ光は 8月 1日から 9月30日まで樹冠全体を黒色寒冷紗で覆った。無しゃ光区と比較したしゃ光区の相対照度は26.2%である。

各処理樹の樹冠中部からそれぞれ20果を選び、処理開始後の 8月 5日から終了の 9月30日まで約10日間隔で裂果数を調査した。

処理期間中の 8月15日から 8月20日にかけて、TDR 土壌水分計（ティーアンドエフ社製EC20-

5）を用い、各処理区の地下20cmにおける土壌体積含水率を10分間隔で測定した。また、同期間の果実の微細な肥大変化を求めるため、10 μ mの

分解能を持つ接触式変異センサ（キーエンス社製 AT-110）を組み込み自作した果実肥大変位計（写真1）を用い、10分間隔で果実横径を測定した。

遮光処理開始から約60日経過した 9月28日に光合成蒸散測定装置（Licor社製LI-6400）を用い、各処理区の個葉の光合成速度を測定し、0~2000 μ mol/m²/sec間での光-光合成曲線を作成した。

2007年 1月26日に各区より無作為に20果収穫し、果実品質を調査した。



写真1 果実肥大変位計

3) 栽培的手法による裂果軽減法

2007年、部門内に植栽された少加温ハウス栽培の 9年生「麗紅」 4樹を供試し、無作為に 200果をラベルした。幼果期の 6月 1日（満開62日後）と 6月19日（満開80日後）に果実横径と縦径を測定した。9月12日から11月21日までの間、約10日間隔で裂果した果実をチェックし、幼果期の果径と裂果との関連を調査した。

裂果等により落果しなかった果実は2008年 1月23日に収穫し、果実横径と縦径を測定した。

3. 結果

1) 裂果発生の実態

2004年の無加温ハウスの調査では、満開 128日後から裂果が発生し始め、満開 144日後の 9月 1日が最も裂果数が多く、その後減少し、満開 181日後の10月 8日以降はほとんど発生が見られなかった(図1)。

2007年の少加温ハウスの調査では、満開 158日後から裂果が発生し始め、満開 174日後に当たる 9月20日にやや多くなったが、以後満開 227日まで断続的に裂果が続いた(図2)。

両年とも着果数に対する裂果の割合を示す累積裂果率は60%程度であった。

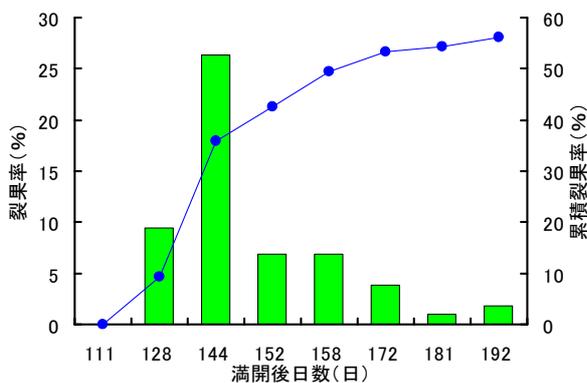


図1 無加温ハウスにおける裂果率の推移 (2004)

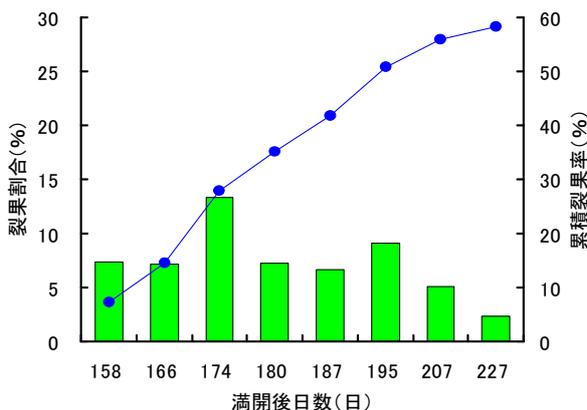


図2 少加温ハウスにおける裂果率の推移 (2007)

2) 裂果の発生要因の解明

多かん水区では土壌の体積含水率がかん水後

に65~70%に上昇し、その後50%程度まで漸減した(図3)。少かん水区でもかん水後は同様に上昇したが、かん水間隔が長いので40%近くまで低下した。

光合成速度は多かん水・無しゃ光区が最も高く、光飽和点以上では $7\text{mgCO}_2/\text{dm}^2/\text{hr}$ 程度であった(図4)。次いで高いのは少かん水・無しゃ光区で、しゃ光処理により葉の光合成速度が著しく低下した。また、土壌水分も光合成速度に影響を及ぼしており、乾燥状態では光合成速度の低下が見られた。光飽和点は多かん水・無しゃ光区が光量子量で $800\ \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ 、少かん水・無しゃ光区が $400\ \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ 、多かん水・しゃ光区および少かん水しゃ光区が $100\ \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ であった。

果実の日肥大は土壌乾燥の影響が大きく、少かん水区で肥大が低下した(図5)。また、果実は無しゃ光区では15時から翌朝 7時頃まで肥大し、7時から15時まで急激に収縮したが、しゃ光区ではその収縮が小さかった(図6)。

裂果の発生は多かん水・しゃ光区が最も多く、次いで多かん水・無しゃ光区、少かん水・無しゃ光区、少かん水・しゃ光区の順であった(図7)。

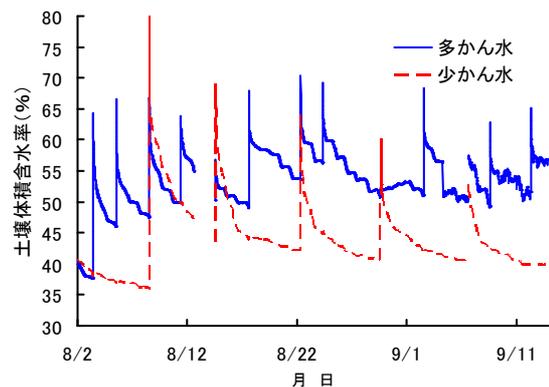


図3 処理区の土壌堆積含水率(2006)

糖度は 9月16日時点で少かん水・無しゃ光区で高い傾向にあったものの、その後は処理間に有意な差は認められなかった(表1)。酸含量はしゃ光区が高く、無しゃ光区との間に有意な差が認められた。

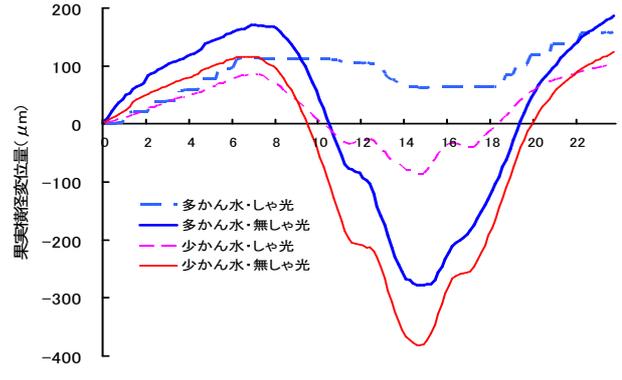
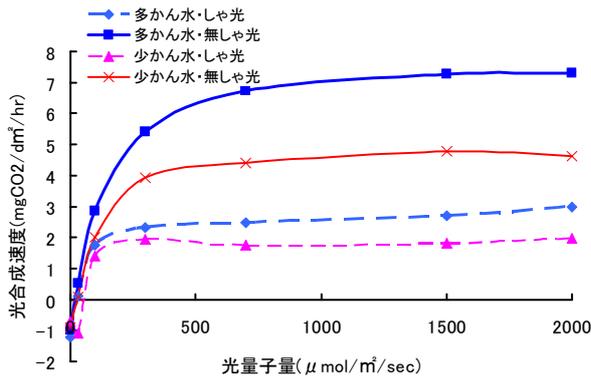


図4 かん水方法，しゃ光の有無と光—光合成曲線

図6 かん水方法，しゃ光の有無と日肥大周期 (8月16日)

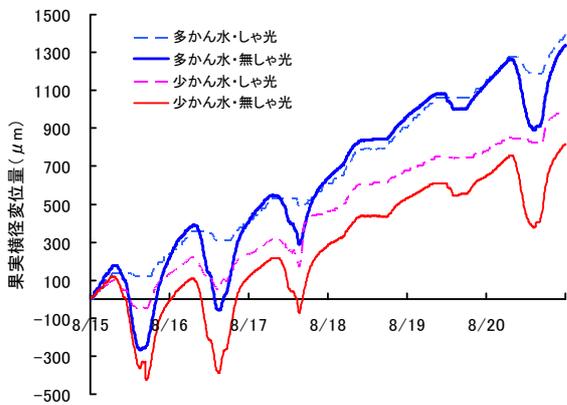


図5 かん水方法，しゃ光の有無と果実肥大

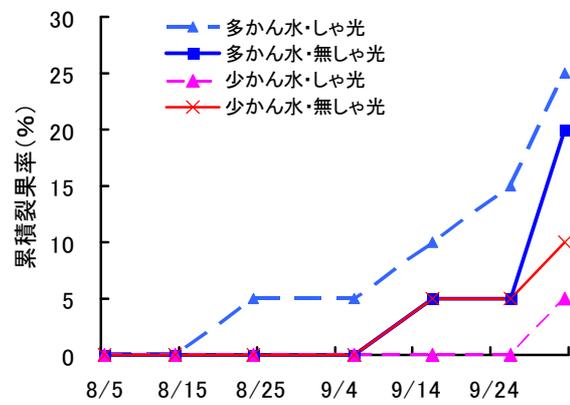


図7 かん水方法，しゃ光の有無と累積裂果率

表1 かん水方法としゃ光処理が果実品質に及ぼす影響

かん水	しゃ光	糖度 (Brix)			酸含量 (g/100ml)		
		9月16日	10月20日	1月25日	9月16日	10月20日	1月25日
多	有	7.1b ^z	9.4a	13.2a	2.23a	2.84b	1.33a
多	無	7.4ab	9.8a	12.9a	1.98b	2.33c	1.05c
少	有	7.4ab	9.9a	13.6a	2.41a	3.32a	1.24ab
少	無	7.6a	9.8a	13.4a	1.95b	2.25c	1.16bc

^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

3) 栽培的手法による裂果軽減法

満開62日後および80日後ともその時点の果実横径と裂果率および満開後日数との間に一定の傾向は認められなかった。果実縦径もほぼ同様であった(表2)。一方、果径比とその後の裂果率には一定の傾向が認められ、果径比が高いほど、

すなわち扁平な果実ほど裂果率が高かった。また、裂果時の満開後日数と果径との間には一定の傾向は認められなかった。

裂果しなかった75果について、満開80日後と成熟期の果径比の関係を調査したところ、高い相関は認められなかった(図8)。

表2 幼果期の果実形質と裂果率及び裂果時の満開後日数

		満開62日後		満開80日後	
		裂果率 (%)	満開後日数 (日)	裂果率 (%)	満開後日数 (日)
果実横径 (mm)	10~15	34.8	181	41.2	177
	15~20	41.1	178	46.3	179
	20~25	44.1	185	36.5	184
	25~30	20.0	166	45.2	180
	30~				
果実縦径 (mm)	~10	22.7	176	50.0	180
	10~15	46.9	179	42.6	178
	15~20	41.0	185	41.9	183
	20~25	26.3	168	41.9	181
	25~			20.0	166
果径比	~100	0.0		0.0	
	100~110	16.7	173	23.1	175
	110~120	39.7	179	44.3	181
	120~130	45.2	180	48.3	182
	130~140	44.4	186	52.6	181
	140~	42.9	176		

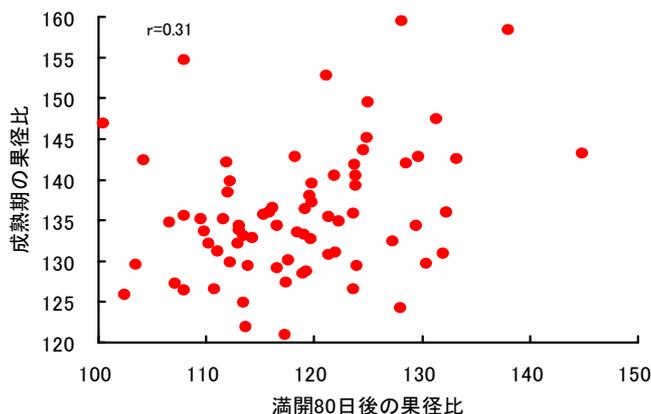


図8 満開80日後と成熟期の果径比の関係

4. 考察

1) 裂果の発生要因について

果実はその構造として果皮と果肉で形成されており、多くの樹種で裂果、すなわち果皮の裂傷が発生する。裂果すると商品としての価値を失うことから発生が著しい場合は生産上の大きな問題となる。そのため、これまでにリンゴ⁵⁾、ブドウ¹¹⁾、ニホンナシ⁷⁾、オウトウ¹⁾、カキ¹³⁾、モモ⁴⁾、ビワ⁶⁾などで発生原因の究明と対策技術が検討されてきた。

カンキツにおける裂果の研究はさほど多くない。1938年の彌富¹⁵⁾の報告では、果皮が滑らかで果肉が充実しているキンカンやオレンジ系で裂果の発生が多いとしている。その後、カンキツの裂果に関する研究は進展を見なかったが、1980年代に入り、わが国で「ネーブルオレンジ」の栽培が広まり、生産現場で裂果の発生が多く見られたことから、「ネーブルオレンジ」^{2), 3), 8), 9), 10)}およびそれを交配親に持つ「ありあけ」¹²⁾で裂果の発生原因と対策について試験が実施されている。

小川⁸⁾の調査によると、「ネーブルオレンジ」の裂果発生時期は満開 100日後から始まり、120日から 140日後に多発するとしている。本研究においても2004年の無加温ハウスでの調査ではほぼ同様の時期に発生が認められた。一方、2007年の少加温ハウスでの調査では満開 150日後を過ぎてから裂果が始まり、その後、断続的に裂果が続いており、発生時期や発生のピークが異なっていた。裂果の発生時期は作型や気象条件によって異なっていることが考えられる。

裂果と果実肥大との関係について、金子ら⁷⁾はニホンナシを使い、日肥大周期で収縮が大きいことは裂果しにくく、収縮が生じない状態が続くことで裂果を招くとしている。本研究でもかん水の程度としゃ光を組み合わせた試験で、果実の日肥大周期を調べてみたところ、図6に示すように無しゃ光区では晴天日の日中には 500 μ m程度収縮をしているが、しゃ光区では少かん水区で200 μ m程度の収縮であり、多かん水区ではほとんど収縮が見られていない。多かん水・しゃ光区で裂果が多かったのはこのような果実の収縮が少なかったためと思われる。

また、図5に示す期間について、気象データ(表

3)と肥大周期との関係について調査したところ、曇天で日射量が少ない2006年 8月17日、18日、19日はすべての処理区でほとんど収縮していない。このような気象条件が数日続くことも裂果を助長する要因であると考えられる。

写真2および写真3は少加温施設栽培の同一果実を裂果前日の夕方と当日の朝に撮影したものである。前日の夕方までに果頂部にわずかに亀裂が生じ、夜間の果実肥大により急激に裂果すると考えられる。



写真2 裂果直前の果実
(2006年10月 3日17時21分撮影)



写真3 裂果後の果実
(2006年10月 4日 8時37分撮影)

表3 2006年の調査期間中における気象データ
(部門内気象観測装置)

月日	湿度(%)			降水量 (mm)	日射量 (MJ)
	平均	最高	最低		
8/15	60.5	81.1	35.8	0.0	21.6
8/16	61.1	76.9	39.7	0.0	20.8
8/17	67.1	74.8	44.7	0.0	10.9
8/18	82.6	89.2	59.7	135.5	3.4
8/19	81.1	89.5	65.2	15.0	6.1
8/20	72.0	86.5	40.5	11.0	21.7

以上のことから、裂果の発生には土壌水分と光環境が影響を及ぼしており、土壌水分が多いと肥大が旺盛であり、その膨圧に果皮が耐えられなくなって裂果が発生すること、光が遮られると果実の収縮が押さえられ果皮の生長が追いつかず裂果を助長すると考えられる。

2) 裂果の発生軽減法について

小川⁹⁾は「ネーブルオレンジ」の裂果について、開花期前後の気温が最も高かった周年ハウス区の果実が最も果径比が小さい、すなわち縦長の果実となり、そのような形質の果実の裂果が少な

かったとしている。本試験で供試した「麗紅」においても「ネーブルオレンジ」と同様に、幼果期に果径比が大きい扁平な果実はその後、裂果率が高かった。したがって、摘果時にできるだけ果径比が小さい縦長の果実を残すことにより裂果の軽減が図れることが明らかとなった。また、幼果期の果径比と成熟期の果径比は相関が低く、果径比の低い縦長の果実を残しても、成熟期には必ずしも商品性が低い縦長の果実とはならないことも判明した。

土壌水分管理による「ネーブルオレンジ」の裂果軽減について、小川⁹⁾は夏秋季の水分ストレスの急変を防ぐことが重要としており、岡崎¹⁰⁾は梅雨明け後からのかん水の指標を提案している。本試験においても、多かん水による土壌の過湿が裂果を助長することが確認され、土壌水分と裂果との関係が明らかとなった。また、土壌の過湿と併せ、しゃ光によっても裂果が助長される結果となり、裂果を軽減させるためには日当たりの改善も重要であることが示唆された。さらに、表1に示すようにしゃ光処理により減酸が遅れることから、日当たりの改善は酸含量の低下、ひいては早期出荷につながることも期待できる。

5. 摘要

施設栽培の中晩生カンキツ「麗紅」について、裂果の発生実態を調査し、その発生要因の解明と発生軽減法について試験を行った。その結果、下記のことが明らかとなった。

1) 裂果は 9月から10月にかけて発生するが、年次や作型によって発生消長は異なっていた。また、累積裂果率は60%程度であった。

2) 裂果の発生はかん水が多く、かつしゃ光をすることで増加した。このことからかん水やしゃ光によって果実の日中の収縮が抑えられ、日肥大量が大きくなることが裂果を助長する要因であると推測された。

3) 摘果時にできるだけ縦長の果実を残すことで裂果の発生を軽減することができる。

6. 引用文献

- 1) 別府賢治, 片岡郁雄: 甘果オウトウの裂果発生と果実形質の関係, 香川大学農学部学術報告, 50(1), 41~48(1998)
- 2) 近泉惣次郎, 松本和夫, 天野勝司, 秋好広明, 渡部潤一郎: ネーブルオレンジの裂果に関する研究(1)症状及び発現時期, 愛媛大学農学部紀要, 29(2), 197~205(1984)
- 3) 近泉惣次郎: ネーブルオレンジの裂果に関する研究(2)栽培条件の違いが裂果に及ぼす影響, 愛媛大学農学部紀要, 34(1), 73~80(1989)
- 4) 長谷川耕二郎, 中島芳和: モモ‘白鳳’および‘大久保’の裂果発生と果形との関係, 高知大学学術研究報告, 農学編 41, 23~30(1992)
- 5) 橋本 登, 後藤久太郎, 沢田吉男: リンゴ(ふじ)の異常成熟と裂果発生--その実態と発生要因をさぐる, 農業および園芸, 63(7), 855~861(1988)
- 6) 稗圃直史, 福田伸二, 寺井理治, 山田昌彦: ビワの裂果の品種間差異及び環境変異, 園芸学会雑誌, 71(別2), 316(2002)
- 7) 金子友昭, 橋本 誠, 青木秋広: ニホンナシ幸水果実の肥大特性と裂果発生との関係, 栃木県農業試験場研究報告, 28, 75~84(1982)
- 8) 小川勝利: ネーブルオレンジの裂果原因と防止対策(1), 農業および園芸, 64(7), 841~846(1989)
- 9) 小川勝利: ネーブルオレンジの裂果原因と防止対策(2), 農業および園芸, 64(8), 951~954(1989)
- 10) 岡崎哲二, 村上 豊: 早生系ネーブルオレンジの栽培改善--大玉生産と裂果対策を中心に, 農業および園芸, 54(10), 1249~1253(1979)
- 11) 柴 寿, 茂原 泉: ブドウ巨峰の裂果発生原因と防止対策, 農業および園芸, 53(8), 1011~1015(1978)
- 12) 植田栄仁, 小澤良和: カンキツ‘ありあけ’の無加温ハウス栽培における裂果軽減と着花調整, 和歌山県農林水産総合技術センター研究報告, 1, 79~87(2000)
- 13) 山田昌彦, 山根弘康, 平林利郎: カキの交雑実生集団におけるへたすきと果頂裂果の年次変異の特徴, 園芸学会雑誌 56(3), 287~292(1987)
- 14) 山本隆儀, 工藤 信, 渡部俊三: オウトウ“佐藤錦”の裂果と果実肥大特性, 園芸学会雑誌, 59(2), 325~332(1990)
- 15) 彌富忠夫: 柑橘種類と日焼及び裂開果との関係, 柑橘研究, 8(2), 235~237(1938)

Summary

Investigated the outbreak actual situation of the dehiscent fruit about medium-late maturing citrus 'Reikou' in greenhouse, and examined it about the elucidation of the outbreak factor and reduction method.

1)The dehiscent fruit occurred from September through October, but the vicissitude of growth varied by annual and a cropping type, and the accumulation fallen fruit rate was around 60% again.

2)When there was much quantity of sprinkling, the dehiscent fruits increased in most, shading the light more. From this, the shrinkage of the daytime fruit is held in check by affusion and shading, and quantity of enlargement increases. It was supposed that this was a factor to promote a dehiscent fruit.

3)It is possible to reduce the outbreak of the dehiscent fruit by leaving fruit lengthwise at fruit thinning