

はじめに

近年は気温や降雨の極端化、長期的な乾燥など異常気象が続いています。これらの気象条件は、カンキツの樹体や果実生育の前進化の要因となっています。また、カンキツ類は比較的高温に適応した果樹ではありますが、極端な夏季の高温・強日射による日焼け果や裂果、秋季の高温・多雨による着色遅延や果皮障害など生理障害が発生し、生産量に影響を及ぼした年も見られます。

今回は、夏秋季の高温・乾燥に起因にする生理障害とその対策について述べたいと思います。

◆日焼け果

<発生メカニズム>

日焼け果は、「果皮表面温度の急上昇」と「果実への水分補給不足」により発生します。

果皮は葉と比較して、蒸散作用による放熱が弱く、気温が30℃以上になる夏季晴天日の果実表面は、気温+10~15℃まで上昇します。また、果皮温度が上昇すると蒸散量が急増し、果皮への水分供給が追い付かなくなると異常乾燥状態となって油胞が破壊され日焼け果の症状となります(図1)。日焼け果は、果実表面温度40℃条件、3時間以上で発生し始め、45℃以上になると発生は顕著になるとされています。

<発生しやすい条件>

日焼け果は、梅雨明け後から9月頃までに多く発生します。

発生しやすい気象条件としては、梅雨期間など低温多湿が続いた後に高温強日射が続いた場合に多くなります。樹体条件としては、葉数が少ない場合は果実が日射を直接受けやすく発生が多くなります。また、葉数が少ない樹は根量も少なく、土壌からの吸水力も低いため、果実からの急激な蒸散量増加に対して水分補給が不足し、日焼け果は多くなる傾向となります。さらに、果皮の薄い系統は発生しやすく、極早生に発生が目立つのは、これら樹体条件になりやすい系統であるからだと考えられます。園地条件としては、南西向きで日当たりがよく、土壌が浅い園地や乾燥しやすい階段状の園地で発生が多くみられます。

<対策>

○土づくり

日焼け果を軽減させるためには、まずは発生しやすい樹体条件から改善していくことを基本的対策として考えます。方法としては、石灰施用による酸性土壌のpH改善、有機物施用による土壌の物理性改善など土づくりを行い、発根量を増加させることで、果皮からの蒸散量が増加しても土壌からの養水分を供給しやすくなります。また、養水分の吸収が促進されることで樹体栄養が高まるとともに、充実した新梢や着葉数が増加し、果実に直射日光が当たりにくくなることで日焼け果の軽減にもつながります。土づくりは1~2月に実施します。

○物理的な軽減対策

- ・炭酸カルシウム剤の散布

炭酸カルシウム剤の散布による軽減対策は、県内でも活用事例が増加しています。本剤の散布により、果面温度を低下させたり、紫外線を反射・分散させる効果があり、図2で示しているように、例えばホワイトコートは7月下旬及び8月下旬の2回散布することで発生軽減効果が認められています。使い方としては、梅雨明け直後に1回目を散布し、降雨により果実に付着した剤が落ちてきた段階で再散布を行います。ただし、収穫時に白斑が濃く残らないように、収穫1か月前以内の散布は控えます。

・青色防風ネットの被覆

近年、他県で開発された対策技術として、極早生ウンシュウミカンにおいて、2~4mm目の青色防風ネットを樹体に被覆し、遮光することで日焼け果軽減効果が得られています(表1)(三重農研成果情報より,2024)。

◆裂果

<発生のメカニズム>

カンキツの裂果は、主に果実肥大期における「長期間の乾燥」と「その後の急激な吸水(大雨・灌水)」がきっかけとなり、果肉(砂じょう)の急速な肥大に、果皮の成長が追いつかず耐え切れなくなって裂け目が発生します。

<発生しやすい条件>

発生時期は、年次、品種、作型によって若干異なりますが、気温が高く果実肥大が旺盛な8~9月頃に多くなります。県育成品種の‘佐賀果試35号’では満開90日頃から裂果が始まり、120~140日頃に裂果のピークをむかえます(図3)。この時期に土壌が乾くと、樹は水を求めて吸水力を高め、果実は水分が減少することで果皮は硬く薄くなります。また、施設栽培においては、開花から幼果期の温度や水管理が不適切であった場合、果皮の発育が不良となった場合に発生しやすくなります。

裂果の発生程度は着果や気象、土壌水分により異なりますが、多いときで3割以上発生する年もあります。‘ネーブルオレンジ’や‘麗紅’など他の中晩柑でも裂果が生じるものがあり、裂果の発生が始まる時期はどの品種でも満開後90~100日頃となっています。

<対策>

○適正着果管理

適正着果管理は果実を健全に肥大生育させ、結果的に裂果の抑制につながります。

表2に加温栽培された‘佐賀果試35号’の摘果時期の違いが裂果発生に及ぼす影響について示しています。裂果率は、満開後60日に最終葉果比の8割摘果した区が最も低く、摘果開始が遅くなるほど裂果率が高くなっています。そのため、特に裂果しやすい品種、作型については、摘果作業を適期に行い、遅れないようにすることが必要になります。

○裂果を助長させないかん水

裂果を軽減させるためには、前述したように、果肉と果皮に急激な生育差を生じさせないことが重要になります。土壌水分の乾湿差が大きくなるないように、裂果が始まる満開後90日頃までは、1週間間隔で10mm程度のかん水を実施しますが、それ以降は、3~5日間隔で5mm程度と少量多頻度かん

水とします。

また、果実の日肥大周期は、日中に収縮し、夜間に膨張することを繰り返しながら肥大が進みます。しかし、雨や曇天が続く場合、日中の収縮量が少なく夜間の膨張量が大きくなるため、裂果しやすくなります。そのため、降雨や曇天が続いた場合は、かん水間隔を通常より1日程度空けたり、かん水量を調節します。また、夜間から朝方にかけて肥大しやすくなるため、裂果の発生が多い期間における夕方以降のかん水は控えます。

◆着色不良

<発生のメカニズム>

近年、秋季の高温により収穫期の着色不良が課題となっており、令和7年産の温州ミカンでは、出荷時の着色基準を緩和した産地もあったのではないかと思います。

カンキツ果実の着色は、気温の低下にともなう果皮のクロロフィル（緑色）分解とカロテノイド（黄色、橙色）の蓄積によって進みますが、秋季の高温はこの過程に大きく影響を及ぼします。特に9月から収穫期をむかえる温州ミカンは、高温条件下によりクロロフィル分解酵素の活性が低下し、果皮の緑色が残りやすく、また、カロテノイドの合成は、気温が30℃を超えると合成効率が低下し、橙色の発色が弱くなります。

<発生しやすい条件>

前述したように着色不良は、気象条件として秋季の高温が要因として考えられ、特に夜温が高い状況が続くと顕著になります。樹体条件としては、着果量が少なく裏年傾向であることや夏秋季に十分な水分ストレス付与されておらず、夏秋梢が多く発生するなど、樹体が栄養生長傾向になっている場合も着色が鈍化する傾向にあります。そのため、一定の着果量が確保されていることや適度な水分ストレスが付与されていることが着色促進に必要なってきます。

<対策>

○着果量の確保と水分ストレス付与

露地栽培において、温度を下げるなど生育環境を変えることは難しいですが、毎年一定の着果量を確保することやシートマルチ栽培により適度な水分ストレス付与など樹体条件を改善することは基本管理を徹底することで可能となります。また、安定的に着果量を確保するための技術として、隔年交互結実栽培や園地環境や気象条件の影響を受けにくく、水分ストレスの付与が容易となる根域制限栽培、S.マルチ栽培の導入も対策技術として考えられます。

○イソプロチオラン乳剤の散布

薬剤散布による着色促進法として、イソプロチオラン乳剤（商品名：ファイナルショット乳剤）の活用があります。当薬剤を2,000倍で収穫20日前に散布することで果皮中のクロロフィル分解を促進させ、着色歩合が向上する結果が得られています（表3）。

さいごに

夏秋季の高温化は、常態化すると予測され、カンキツ生産への影響はさらに大きくなる可能性があります。そのため、各種対策を実行することが目的ではなく、一つ一つの対策の効果が確実に表れる

よう基本管理の徹底は大前提として、適期・適正に実施することが重要であると考えます。



図1 日焼け果の症状



図2 炭酸カルシウム散布による日焼け果発生率(佐賀果試,2017)

※品種：佐賀果試9号、ピュアシェイド：50倍液を7/下～8/下にかけて3回散布
 ホワイトコート：25倍液を7/下～8/下にかけて2回散布

表1 日焼け対策の違いが極早生ウンシュウミカンの日焼け発生に及ぼす影響(三重農研, 2024)

対策	被害度	被害果率 (%)
防風ネット青色4mm目	3.9	11.7
炭酸カルシウム水和剤25倍散布	5.8	27.1
炭酸カルシウム水和剤50倍散布	8.8	35.8
対策なし	11.1	32.1

1) 被害の程度は次の4段階に分類した0：日焼けなし 1：果皮が黄変

2：果汁の変形あり 3：果皮に褐変あり

2) 被害度 = $100 \times (\sum (\text{被害の程度} \times \text{程度別果数})) / (3 \times \text{調査果数})$

3) 被害度、被害果率は2022年、2023年の平均値

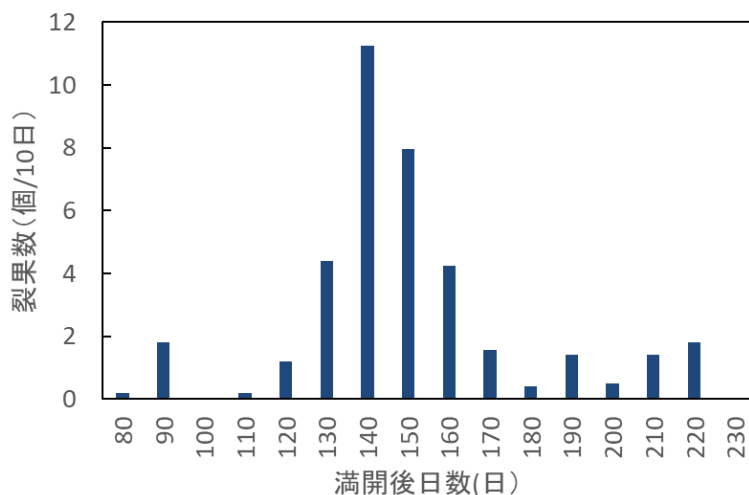


図3 無加温栽培における‘佐賀果試 35 号’の裂果の推移(佐賀果試, 2020)

表2 加温栽培における‘佐賀果試 35 号’の摘果方法の違いが裂果に及ぼす影響 (11月18日時点) (佐賀果試,2025)

摘果方法	裂果率 (%)
60日摘果区(満開後60日に最終葉果比の8割摘果)	47.0
80日摘果区(満開後80日に最終葉果比の8割摘果)	57.3
100日摘果区(満開後100日に最終葉果比の10割摘果)	72.9

※最終葉果比は80に設定

表3 「岩崎早生」におけるイソプロチオラン乳剤の散布濃度と着色歩合 (長崎農技セ,2024)

倍数	着色歩合			
	2010年 ^z	2011年	2012年	2013年
2000倍	2.5 a ^y	2.4 a	2.4 a	2.7 a
3000倍	2.4 a	1.8 b	1.8 a	2.5 ab
無処理	1.8 b	2.4 ab	1.6 b	1.9 b

^z収穫20日前に散布し10月上旬に果実調査

^y縦の異なる文字間にはTukeyの多重検定により5%の有意差有り