

令和4年度の防霜対策

(果 樹)

令和4年3月

福島県農林水産部農業振興課

目 次

果樹の凍霜害対策

- | | | |
|---|-------------------------------------|------|
| 1 | 果樹の凍霜害 | P 1～ |
| 2 | 各樹種の生育ステージ別安全限界温度 | P 1～ |
| 3 | 防霜対策の重点時期を推定するための
果樹の発育ステージ予測モデル | P 3～ |
| 4 | 果樹の凍霜害危険度推定シート | P 3～ |
| 5 | 防霜対策の方法 | P 4～ |

凍霜害発生後の技術対策

- | | | |
|---|------|-------|
| 1 | も も | P 7～ |
| 2 | な し | P 9～ |
| 3 | りんご | P 11～ |
| 4 | ぶどう | P 13～ |
| 5 | おうとう | P 16～ |
| 6 | か き | P 16～ |

果樹の凍霜害対策

1 果樹の凍霜害

凍霜害は、春の発芽期から開花・結実期に発生する遅霜による被害（晩霜害）と、晩秋の収穫期・落葉期に発生する早霜による被害（初霜害）に区別される。

早霜による被害は収穫期が遅いりんごやかき等で発生するところがあるが、栽培上特に問題となるのは春に発生する晩霜害である。晩霜害の発生時期は、もも、なし、りんご、おうとう等では開花前から落花後間もない幼果期、かき、ぶどう等では発芽後の新梢伸長期にあたり、花器、幼果、新梢先端の生長点等の低温抵抗性が弱い部位で被害を受けることが多い。

(1) 発芽・開花期の前進化と凍霜害

温暖化が進展すれば霜害は減少するようと思われるが、実際には降霜をもたらす気象条件は温暖化しても減少しておらず、むしろ果樹の生育が早まって降霜に遭遇する機会が多くなっている。福島県の例を見ても、ももの発芽期、開花期は30年前に比べると4～8日程度早まっており（表1）、果樹の晩霜害は近年頻発する傾向にある。

表1 もも「あかつき」の生育の変化（農業総合センター果樹研究所）

期間	発芽期	差	開花盛期	差	収穫盛期	差
1976～1985年	3月31日		4月25日		8月10日	
1986～1995年	3月26日	－5	4月19日	－6	8月7日	－3
1996～2005年	3月24日	－7	4月20日	－5	8月4日	－6
2006～2015年	3月23日	－8	4月21日	－4	8月4日	－6

注）各生育期は期間ごとの平均値。差は1976～1985年の平均値との差。

(2) 凍霜害の発生しやすい条件

凍霜害の発生しやすい気象条件は、日本付近が大陸からの移動性高気圧に広く覆われ、寒気が流れ込むとともに放射冷却が起こるような時で、たとえ夕方に雨が降っていても夜半にこのような気圧配置になる場合は、翌朝の降霜に注意する必要がある。

凍霜害が発生しやすい気象条件は以下のとおりである。

ア 降雨後で肌寒い北寄りの風が吹く。

イ 夕方になり風がやむ。

ウ 夜になり晴れ上がり、雲がなく、星が輝き、底冷えがする。

また、乾燥条件下では気温が急激に低下しやすいので、注意が必要である。

天気予想図や霜注意報などの気象情報により降霜の危険性を知ることができるので、防霜対策期間は常に気象情報等に注意を払う必要がある。

2 各樹種の生育ステージ別安全限界温度

各樹種の生育ステージ別に採取した切り枝を用いた低温処理試験から、植物体温が当該温度下に1時間置かれた場合に、被害がわずかでも発生するおそれがある温度として安全限界温度を設定した。

表2 もも「あかつき」の生育ステージ別安全限界温度*1 (単位: °C)

生育ステージ	発芽期	花蕾 赤色期	花弁露 出始期	花弁 露出期	開花 直前	開花 始期	満開期 ~ 開花 終期		落花期	幼果期
										
安全限界温度 (°C)	-	-2.6	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-	-2.1	-2.1

注) 果樹研究所における「あかつき」の生育の平年値: 発芽期 3月24日、開花始期 4月13日、満開期 4月19日。

表3 なし「幸水」の生育ステージ別安全限界温度*1 (単位: °C)

生育ステージ	発芽期	花蕾 露出期	花弁露 出始期	花弁 白色期	開花 直前	開花 始期	満開期	落花期	幼果期
									
安全限界温度 (°C)	-3.6	-2.9	-2.5	-1.8	-1.8	-	-1.3	-	-1.3

注) 果樹研究所における「幸水」の生育の平年値: 発芽期 4月1日、開花始期 4月20日、満開期 4月25日。

表4 りんご「ふじ」の生育ステージ別安全限界温度*1 (単位: °C)

生育ステージ	発芽期	展葉 初期	花蕾 露出期	花蕾着色 ~ 開花 (赤色) 直前	開花 始期	満開期	落花期	幼果期	
									
安全限界温度 (°C)	-2.1	-2.1	-2.1	-2.0	-	-1.5	-1.5	-1.7	-

注) 果樹研究所における「ふじ」の生育の平年値: 発芽期 3月27日、開花始期 4月26日、満開期 4月30日。

表5 おうとう「佐藤錦」生育ステージ別の安全限界温度 (単位: °C)

生育ステージ	発芽期	花蕾 露出期	花弁 露出期	開花 ~ 開花 直前 始期		満開期	開花 終期	幼果期
								
安全限界温度 (°C)	-3.0	-1.6	-1.5	-1.7	-1.7	-1.7	-1.1	-

注) 果樹研究所における「佐藤錦」の生育の平年値: 発芽期 3月30日、開花始期 4月19日、満開期 4月25日。

表6 ぶどう「巨峰」の生育ステージ別安全限界温度 (単位: °C)

生育ステージ	発芽期	一葉期	二葉期	三葉期	四葉期
					
安全限界温度 (°C)	-4.6	-2.0	-2.0	-2.0	-1.8

注) 果樹研究所における「巨峰」の生育の平年値: 発芽期 4月17日、展葉期(一葉期) 4月24日。

3 防霜対策の重点時期を推定するための果樹の発育ステージ予測モデル^{*2}

農業総合センター果樹研究所は、主要果樹のもも、日本なし、りんごについて、発芽期～幼果期までの発育ステージ予測モデルを開発した。本モデルによる予測は、農業総合センター果樹研究所（福島市飯坂町）における予測値であるため、他の産地では果樹研究所との生育差を考慮して進度を推定する必要がある。

予測データは農業総合センター果樹研究所のホームページ（<http://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/37201a/>）で提供しているので、これを活用して防霜対策の重点時期を推定することにより、効果的な対策を実施することができる。

Step1 発育ステージ予測モデルに気温データを入力

気温入力シート		発育ステージ	発芽期	花蕾露出期	花弁露出始期	花弁白色期	開花直前	開花始期	満開期
① 3/31までの 気温観測値を入力	→	花芽の状態							
② 2週間気温予報値 4/1～14を入力		安全限界温度	-3.6	-2.9	-2.5	-1.8		-	-1.3
③ 4/15以降は 平年の気温を入力		予測日	-	-	-	4月4日	4月7日	4月9日	4月17日
		実測日	3月24日	3月28日	3月31日	未	未	未	未

Step2 発育ステージごとの予測日が自動計算される

図1 発育ステージ予測モデル活用例（2021年4月1日における日本なし「幸水」の予測例）

4 果樹の凍霜害危険度推定シート^{*3}

農業総合センター果樹研究所は、主要果樹のもも、日本なし、りんご、おうとう、ぶどうについて、凍霜害危険度推定シートを提供している。これを活用して生育ステージごとに予想気温から凍霜害の危険度を推定し、果樹の防霜対策を効率的に実施することができる。

危険度は、入力した予想気温に1時間遭遇した場合、3割以上の花芽・花器・幼果に障害が発生する確率で、数値が大きくなるほど、防霜対策の必要性が高くなる。

入力する予想気温は、気象庁が提供する地域時系列予報などを参考に、自園で予想される最低気温を入力する。

果樹の凍霜害危険度推定シートは、農業総合センター果樹研究所のホームページ（<http://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/37201a/>）から入手することができる。

	発芽期	花蕾露出始期 ～花蕾露出期	花弁露出始期 ～花弁白色期	開花直前 ～満開期	幼果期
ニホンナシの 生育ステージ					
予想気温(°C)	-5.0	-4.5	-3.0	-1.5	-2.0
危険度	15%	52%	71%	28%	100%

該当する生育ステージに予想気温を入力すると、危険度が算出される。危険度が50%を超えると、セルが赤く表示される。

	花蕾赤色期	花弁露出期	開花直前	開花始 ～満開期	落花期 ～幼果期
ももの 生育ステージ					
予想気温(°C)	-5.0	-2.5	-3.3	-4.0	-2.0
危険度	73%	21%	51%	99%	7%

図2 果樹の凍霜害危険度推定シート（日本なし、ももの例）

5 防霜対策の方法

(1) 温度の観測

温度の観測には、樹園地内の気温の観測値が植物体温に最も近似する温度センサーであるTPE樹脂被覆の汎用型センサー*4が輻射よけを付けない裸の棒状温度計を利用し、1.5mの高さに設置する。

温度観測にあたっては、温度計のわずかな誤差が被害発生に大きく影響することから、補正して使用する。補正の方法は、やや大きめの容器に氷を入れ、その中に検定済みの温度計と補正する温度計を入れ、その差を確認することにより行う。



図3 温度センサーの設置方法



図4 TPE樹脂被覆汎用型センサー

(2) 栽培管理上の対策

傾斜地では、冷気は園地の低い方へ流れるので、傾斜の下に防風ネット等がある場合は、冷気をためないようにネットの下を巻き上げておく。また、冷気の流れ込むところにネット等の遮へい物を設置することも有効である。

耐凍性は樹の栄養状態によっても異なることから、耐凍性を高めるためには樹体の充実を図ることが重要であり、徒長的な枝の伸長や遅伸び等のないよう栽培管理に注意する。

草生栽培において下草が伸びた状態や、敷きワラ等のマルチは、日中の地温の上昇や夜間の土壌からの放熱を妨げ、園内の冷却を助長することから、下草は常に低く刈り込むとともにマルチは凍霜害の危険期を過ぎてから行うようにする。

土壌が乾燥していると気温の低下を助長するので、乾燥が続いている場合は適宜かん水を実施し、土壌水分を保持する。

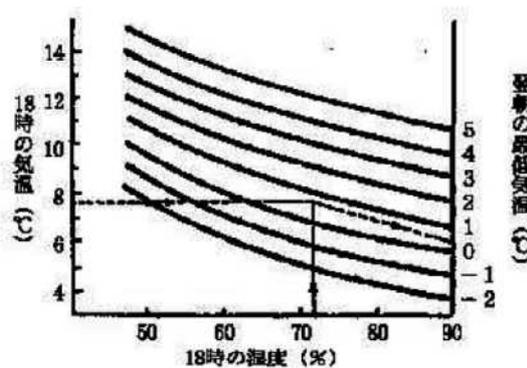


図5 18時の気温、湿度から翌朝の最低気温を推定する図（名古屋地方気象台）

(3) 燃焼法による対策

燃焼法による対策では、燃料として灯油や固形燃料等が使用されており、経費や設備投資は少なく、比較的簡単に実施できる。なお、古タイヤは「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」及び「福島県生活環境の保全に関する条例」により使用が禁止されているため絶対に使用してはならない。

ア 灯油を利用した燃焼法^{*5}

ミルク缶に灯油 2 L を入れて燃焼させた場合、2 時間 30 分～3 時間程度の燃焼が可能である。10 a 当たり 80 個程度設置する必要がある。一般には、一箇所の火力を強めるより、点火数を増やした方が効果が高まる。

イ 市販の防霜資材を利用した燃焼法^{*6}

木粉と油脂類を混合させた市販の防霜資材等を利用する方法も効果的である。設置、保管等の取り扱いが容易で、発煙量が少なく周辺への影響が少ないものが多いが、資材費を多く要す。これらの燃焼による防霜対策では、1.5 m の高さで 2～4℃の気温上昇が期待できる。

表 7 資材別燃焼法の特徴

燃焼資材	点火数 (10a当)	燃焼時間 (時間)	内容物
灯油 (ミルク缶：平棚用)	80	2. 5	灯油 2 L
(石油半切缶：立木用)	40	1. 0	灯油 6 L
市販防霜資材 (霜キラー)	20	3. 5	米ぬかから抽出された植物ロウ。 点火数は、霜キラー専用缶を使用した場合。

注 1 灯油は引火性が強いので燃焼中の給油は絶対行わない。
注 2 消防法 (火災予防条例) では、灯油を 200 L 以上貯蔵する場合、標識や貯蔵法等について様々な規制があるので注意する。

ウ 燃焼法の注意事項

- (ア) 燃焼資材への点火は、園地における植物体温度を観察しながら、安全限界温度より 1℃高い温度で行う (図 6)。
- (イ) 点火は園地の周囲から始めるが、くぼ地など冷気が停滞する場所がある場合はそこから点火する。また、点火は一度に行わず、園内の約半数を点火した後、温度の低下状況により残り半数を点火し、さらに必要な場合は点火数を増やして温度を調節する。
- (ウ) 火力の調節は、燃焼資材の設置数で行う。点火後は、気温の変化を観測しながら火力を調節し、特に、日の出直前は最も気温が下がるので火力が落ちないように注意する。
- (エ) 住宅地や工場付近で燃焼法を用いる場合は、黒煙の発生等に十分注意する。

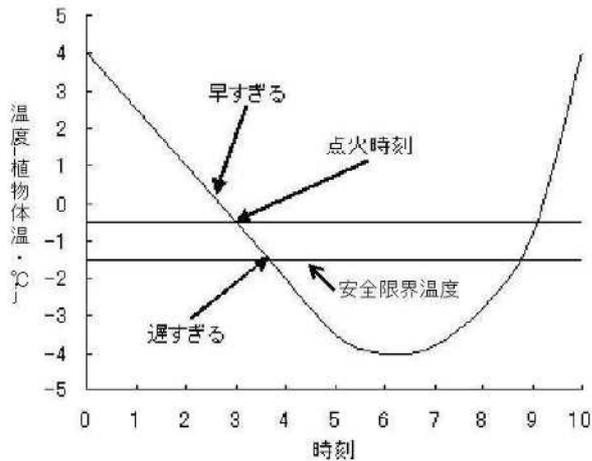


図6 燃焼法における点火タイミング



図7 燃焼法による対策

(4) 防霜ファンによる対策

防霜ファンによる対策は、都市化の進行等により燃焼法が実施できない園地では有効な手段となる。地上7～8 mにある逆転層より上の暖かい空気と地表面の冷気を攪拌することにより、園地の気温低下と樹体温度の低下を防ぐ方法である。

防霜ファンの設置は、園地の条件や温度降下の程度等にもよるが概ね1.5台/10 a程度必要であり、20 a以上まとめて設置した方が効率的である。設置に当たっては、降霜時に逆転層が出現することを確認する必要がある。

防霜ファンの利用上の注意点は以下のとおりである。

ア 防霜ファンを制御するサーモスタットは、地上1.5mに設置し、気温2～3℃で作動するよう設定する。

イ -3℃以下になるような場合は、防霜ファンのみでは気温の低下を防ぎきれないため、燃焼法を併用することが必要である。



図8 防霜ファンによる対策

(5) 散水氷結法による対策

スプリンクラー等を利用して樹体に散水を行い、水の持つ潜熱により凍結温度(0℃)以下に降下させない方法である。効果は認められるが、10 a当たり1時間で4 t以上の水を確保するとともに、均一に散水する設備を整える必要がある。



図9 散水氷結法による対策

引用文献

- *1: 佐久間ほか(2009)リンゴ、ナシ、モモの凍霜害対策のための温度指標 (一部改)
- *2: 安達ほか(2021)果樹の発育ステージ予測モデルを活用して防霜対策の重点時期を推定できる
- *3: 佐久間ほか(2021)果樹の凍霜害危険度推定シートを活用することで防霜対策を効率的に実施できる
- *4: 永山ほか(2006)防霜対策時の温度観測に最適な温度センサー
- *5: 草野ほか(2002)重油に代わる防霜資材の検討
- *6: 永山ほか(2005)各種防霜資材の燃焼性能

凍霜害発生後の技術対策

果樹の凍霜害の症状は、樹種によって、また、被害発生時の生育ステージによって異なる。その症状は、花芽や花器に障害を生じ結実に影響するもの、結実後の種子が障害を受け落果するもの、結実後の果実にはサビや亀裂が生じるもの、更には、生育初期の新梢が障害を受けるものなど様々である。

凍霜害発生後は、その症状と被害程度を確認するとともに、人工受粉等により結実の確保に努める。なお、予備摘果は、各品目とも結実や生理落果が明らかになるまで遅らせ、結実が明らかになった品種や被害程度の軽い樹から実施し、結実確保を優先させる。また、仕上げ摘果等の着果管理は、果形や果面のサビ等の障害の状況を確認して、被害程度の軽い果実は残すなどして、着果量の確保に努める。

一方、着果量の不足等により、徒長枝の発生が多くなると、受光体制が低下し、果実生産や花芽の形成に影響を生じることがあるので、新梢の生育をよく観察し、徒長枝のせん除や摘心、誘引など適切な新梢管理に努める。なお、新梢のせん除を過度に行うと樹勢衰弱を招くことがあるため、注意して実施する。

1 もも

(1) 凍霜害の症状

開花期ごろに凍霜害を受けると、雌ずいの褐変や枯死、幼果期（満開後15～20日ごろ）に凍霜害を受けると、果実の胚及びその周辺部が褐変する状況が見られる（図1、図2）。

特に、その症状は下枝で多く見られる。

また、幼果期の被害は、被害直後は果実の外観から被害の有無を判断できないが、2週間程度経過すると、被害を受けた果実は胚が褐変・退化し、果実肥大の停滞や落果が見られるようになる（図3）。



図1 雌ずいの褐変



図2 被害直後の果実の障害

(2) 技術対策

ア 結実確保と着果調節

結実を確保するため、花粉が少ない又は無い品種では、人工受粉を徹底する。

被害が予想される場合は、結実や生理落果の状況を確認する。特に、ももでは凍霜害の影響が胚及びその周辺部に見られるので、摘果前には必ず果実を切断し、障害の程度を確認する。着果している高さ等の樹冠内の着果位置によっても被害が大きく異なるので、結実状況を確認した上で、着果調節を実施する。

予備摘果は、園地や品種、樹ごとに、結実や生理落果の状況を確認し、被害の状況が明らかになるまで遅らせ、着果量の確保に努める。また、結実が明らかになった品種や被害程度の軽い樹から実施し、被害が著しい場合は実施しないか、最小限の摘果とし、着果量の確保を優先する。



← 胚の異常 → ← 胚が正常 →
 ← 微妙な大きさ →

図3 果実の大きさと胚の障害（幼果期の被害）

〔 胚が障害を受けても一定の大きさまでは果実は肥大する。
 被害後2週間を経過すると果実の肥大が進み、結実の有無が判断できる状態となる。 〕

イ 仕上げ摘果

仕上げ摘果は、果実に肥大差がつく満開後40日ごろから実施し、硬核期（6月上旬）までには終了する。

摘果の順序は、凍霜害の影響が見られない園地や樹から開始し、被害が見られる樹では変形果などの果実障害が明らかになってから実施する。

凍霜害を受けた樹は、樹冠下部の着果数が不足しやすいので、樹冠上部の被害の少ない側枝を中心に着果させ、収量を確保する。なお、樹冠上部でも側枝や結果枝あたりの着果数を極端に多くすると樹全体の樹勢のバランスがくずれるので注意する。

仕上げ摘果では、着果が多い部位と重度の変形果や核障害果を中心に摘果を行い、可能な範囲で着果量を確保し、硬核期終了後に修正摘果で調整する。なお、着果量は、葉数の確保状況及び新梢の生育等により調整する。

また、凍霜害を受けた樹では樹勢の乱れ等により、変形果や核割れ果が発生しやすいので、摘果時にはその発生状況を事前に把握することが重要である。

ウ 新梢管理

凍霜害を受けた樹では、下枝の着果量が不足しやすくなることから、収量を確保するため上枝にやや多めに着果させることになる。このため、下枝など樹冠内部の新梢が強勢化しやすくなり、反対に主枝の先端部は着果負荷により新梢の生育が劣るなど、樹全体としての樹勢のバランスがくずれる恐れがある。

若木などで、樹冠内部の新梢の発生が旺盛となる場合には、適宜、摘心や夏季せん定により、樹冠内部の受光体制を確保する。また、樹冠上部、特に、主枝先端部付近は樹勢が落ちないように発育枝を多めに確保する。

夏季せん定は、硬核期終了後に実施する。硬核期間中は原則として実施しないが、枝葉が混み合うなどやむを得ない場合は、最小限の夏季せん定を実施する。なお、夏季せん定では、樹冠内部を中心に、主枝や垂主枝などの背面や大型側枝の基部から発生した発育旺盛な徒長枝などをせん除する。

2 な し

(1) 凍霜害の症状

凍霜害の症状は、生育ステージが早い時期（開花前～満開期ごろ）では、花器が障害（雌ずいや胚珠の壊死）を受けるため結実状況に影響する。また、生育ステージが進んだ時期（満開期以降～結実期）では、果実表面の浮皮や亀裂、黒変、更には果実内部の種子や果心部の変色（褐変～黒変）が発生し、被害の著しい場合は落果し、結実した果実でも果面に障害が発生することが多い（図4、図5）。



図4 種子及び果心の障害



図5 果実表面の浮皮

(2) 技術対策

ア 結実確保と着果調節

(ア) 開花前～満開期頃の被害の場合

結実を確保するため、人工受粉を徹底する。

園地の条件や品種、樹勢、結果枝の種類等により生育の進捗が異なり、被害状況も異なるので、花器の状態を確認し、開花の遅い花など、凍霜害の影響が少ない花に対して重点的に人工受粉を実施する。

なお、被害にあった花器の花粉は、受精能力が低下していることがあるため、発芽率を確認して使用する。また、人工受粉を複数回行うことにより花粉が不足する場合には、早めの確保に努める。

(イ) 満開期以降～結実期の被害の場合

被害を受けてから10～14日を経過すると、種子や果心部に被害を受けた果実は果梗や果実色の黄変、肥大停止等の症状が明らかとなり、被害後3週間ごろまでには落果する。

予備摘果は、結実が明らかになるまで遅らせ、果形や果面の障害を確認して、正常な果実や被害程度の軽い果実を残して着果量を確保する。

また、予備摘果は、被害の軽い樹では早めの実施し、被害程度の著しい樹では着果の状態を確認してから行う。

摘果で残す果実は、軽いサビ果やていあ部周辺の浅い亀裂までは収穫時に目立たなくなるため、正常果が不足する場合にはこれらを利用する（図6）。

凍霜害により着果量が不足し、樹勢が強くなる恐れがある場合には、不良果でも残して樹勢のバランスをとる。また、全体的に被害が大きく着果量が不足する場合には、1果叢に複数個着果している部位に2果程度着果させても良い。なお、この場合は、側枝からの新梢発生が良好な場合に限り、また、坪当たりの着果数がかたよらないように注意する。

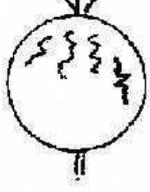
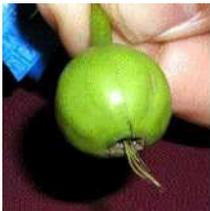
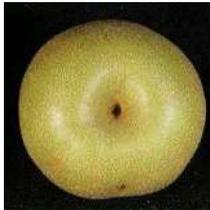
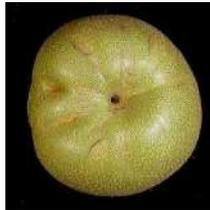
	被害指数 1	被害指数 2	被害指数 3	被害指数 4
被害直後の被害指数の区分				
				
	浮き皮	赤道部からていあ部にかけて亀裂	果実全面に亀裂 ～深い亀裂	著しい深い亀裂 ～黒変
被害後 15 日				
	果実表面の浮皮症状が目立たないサビとなる。	浅い亀裂は広がって目立たなくなる。	深い亀裂は残る。	落果するものが多いが、結実した場合も著しい障害が残る。
収穫果				
	わずかに果皮の障害が認められる。	果皮の障害は残るが、亀裂による変形は目立たなくなる場合もある。	果皮の障害と亀裂による変形が認められる。	変形が著しい。

図 6 「幸水」の凍霜害と収穫時の果実の状態

イ 仕上げ摘果

仕上げ摘果は、1樹当たりの着果量の確保を優先し、着果量に応じてその程度を加減する。

着果量が不足する場合は、側枝単位で着果が極端に多い部位を中心に最小限の摘果とする。

着果量が50%以下の場合は、樹勢が強くなることが予想されるため、摘果は最小限とし、修正摘果で商品性の無い果実を摘果する。

なお、果台の太い果そうで、肥大良好な果実が複数ある場合には、1果叢に2個着果させる方法もある。

ウ 新梢管理

着果量が不足し、樹勢の強勢化が心配される場合には、満開後60日ごろから夏季せん定を実施する。

主枝や垂主枝の上部から発生した徒長枝や側枝の切り口部から発生した不定芽新梢で混みあっている部位をせん除し、日当りを確保する。

側枝の基部付近から発生した強勢な副芽枝は、基部葉を残して短切することで短果枝の形成を促すことができる(図7、図8)。なお、主枝などから新梢の発生が少ない場合には、側枝更新用として側面から発生した新梢を1本確保する。

また、次年度の腋花芽着生と、予備枝などから発生する新梢の勢力や樹勢を調節するため、満開後65～75日ごろを目安に予備枝新梢や不定芽新梢の誘引を実施する。



図7 夏季せん定時の副芽枝
新梢の短切部位



図8 夏季せん定時に副芽枝を
短切して形成された短果枝

3 りんご

(1) 凍霜害の症状

凍霜害の発生は、開花前の比較的早い時期から認められ、生育の早い中心花などの花器が障害(雌ずいや胚珠の褐変～壊死)を受けるため、結実状況に影響する(図9、図10)。また、凍霜害を受けた果実は、程度による差はあるものの、変形果やサビ果、小玉果等になり、商品性が低下しやすい。

被害程度は、品種や園地、植栽場所によっても異なるので、結実状況や果形、果面の傷、サビの発生、果実の種子の状態など、被害の状況をよく観察する。



← 障害 →

図9 「ふじ」の花器の被害

← 障害 → 正常

図10 「ふじ」の幼果の被害

(2) 技術対策

ア 結実確保と着果調節

(ア) 開花前～満開期頃の被害の場合

結実を確保するため、人工受粉を徹底する。

園地の条件や品種、樹勢、結果枝の種類等により生育の進度が異なり、被害状況も異なるので、花器の状態を確認し、開花の遅い花など、凍霜害の影響が少ない花に対して重点的に人工受粉を実施する。

中心花が被害を受けている場合は、側花で対応し、人工受粉により結実確保に努める。なお、被害にあった花器の花粉は、受精能力が低下していることがあるため、発芽率を確認して使用する。

(イ) 結実後の被害の場合

予備摘果は、被害様相が明らかになり、結実が確認できてから実施する。被害を受けた樹は、2～3週間を経過すると、結実状況や果実肥大、果実の障害（サビ果、変形果）がわかるようになるので着果調節はここから実施する。

摘果の順序は、被害の少ない品種、被害の軽い園地や樹から実施し、被害の著しい樹では結実状況や果実肥大、果実の障害（サビ果や変形果の発生は満開後3週間ごろには概ね明らかとなる）がわかるころから実施する。また、果実は胚珠が障害を受けてもある程度まで肥大することがあるので、果実の肥大状況等をよく確認し、摘果を実施する。

摘果は、肥大の良いもの、形が良く（やや縦長の整形果）、サビの少ないものを残し、着果量を確保する。また、中心果が被害を受けている場合は側果で代用する。

イ 仕上げ摘果

仕上げ摘果では、肥大の良い果実、果形の良い果実、サビの少ない果実を残して、着果量を確保する。凍霜害の影響により着果量が不足している樹では、新梢生長が旺盛となり、樹勢が強くなることがあるので、被害が大きい場合は、不良果でも残して、樹勢に応じた着果量を確保し、樹勢のバランスを保つようにする。

なお、修正摘果で新梢の伸びや果実の肥大状況に応じて着果量を調整する。

ウ 新梢管理

着果数が少ない場合、徒長枝の発生が多くなり花芽形成を抑制することがあるので、徒長枝のせん除や誘引等により受光体制を確保し、新梢の充実を図る。

樹冠内部に直射日光や薬液が届くように主枝や亜主枝及び側枝の基部に発生した徒長枝を中心にせん除する。新梢は手がかき取るか、せん定バサミを用いる場合にはできるだけ基部から切除する。

4 ぶどう

(1) 凍霜害の症状

発芽直後の被害では、発芽した新梢の枯死症状が中心となるが、生育が進んだ状態（新梢長5～10cm、展葉3～4枚ごろ）では、葉の褐変をはじめとして新梢の変色や新梢先端部の枯死など多様な障害が見られる。

凍霜害の被害を受けた新梢は、2週間を経過すると、新梢伸長や副梢の発生に差が見られはじめ、生育の可否が明らかになってくる。花穂は、伸長の状態や花らいの発達に差が生じる。また、新梢の被害程度と花穂の被害程度には相関（第1花穂： $r = 0.765^{**}$ 、第2花穂： $r = 0.793^{**}$ ）があり、新梢の被害程度で花穂の状態を判断することが可能である（表1、表2、図11）。

(2) 技術対策

ア 新梢の被害程度別の管理（表1、図13）

(ア) 被害指数1が多い樹

芽かき、新梢誘引は通常どおり管理する。摘穂、花穂の整形については花穂の伸びや花らいの揃いを良く確認し、正常な花穂を残す。花穂の伸長不良や屈曲などの症状が出やすいので、摘穂は開花直前の状態を良く確認して正常な花らいを残す。

(イ) 被害指数2が多い樹

芽かきを行わず、副梢や副芽から発生する新梢により葉数確保を優先する。また、新梢の揃いが悪くなりやすいので、誘引により新梢の揃いを確保する。

花穂の伸長不良や萎縮、および花らいの変色～枯死などの症状が発生しやすいので、摘穂は開花直前に行い、花穂の生育の良いものを残す。また、花穂の整形は形にこだわらず、正常な花らいの確保を優先する。花穂の部位によっても花器の被害程度が異なるので注意が必要である。

(ウ) 被害指数3が多い樹

芽かきを行わず、副梢、副芽から発生する新梢により葉数を確保する。

新梢の被害指数が3の場合でも、花穂の被害指数が1～2のものがあるので、摘穂は行わず、開花後の結実状況で判断し、摘房を実施する。また、副芽からの新梢の生育が良好な場合には積極的に利用し、葉数、花穂数を確保する。

花穂の確保が困難な場合には翌年の結果母枝の確保を優先する。この場合は障害を受けている新梢は、副梢の発生を確認できた時点で、副梢を2本程して被害部を切り戻し、副梢の充実を図る。

(エ) 新梢全体が枯死している樹

副芽、不定芽からの新梢の確保を優先する。新梢は完全に枯死した部位を除去する。また、このような場合でも新梢の基部の芽が生育していることがあるが、新梢の充実が副芽や不定芽の方が良いのでこれらを優先して種枝を確保する。

イ 花穂の被害指数と無核果（表2、表3、図12）

花穂の被害指数が2以上のものが多い場合は、有核栽培では着粒数の確保が困難であるため、ジベレリン処理により無核栽培とする。

なお、新梢の揃いが悪いと開花がばらつくので花穂の開花状況に注意する。

また、第1回目のジベレリン処理時にフルメット液剤を加用すると着粒が安定する。

ジベレリン及びフルメット液剤の使用方法は、品種ごとに異なるので、農薬登録情報を確認し、適正に使用する。

表1 新梢被害指数の分類基準

被害指数	症 状
0	正常
1	葉枯死あり、新梢伸長
2	葉枯死あり、新梢伸長停止
3	新梢先端枯死
4	新梢全体枯死

表2 花穂被害指数の分類基準

被害指数	症 状
0	正常
1	軽（先端部湾曲、赤色素発生）
2	中（生育不良）
3	甚（生育停止）

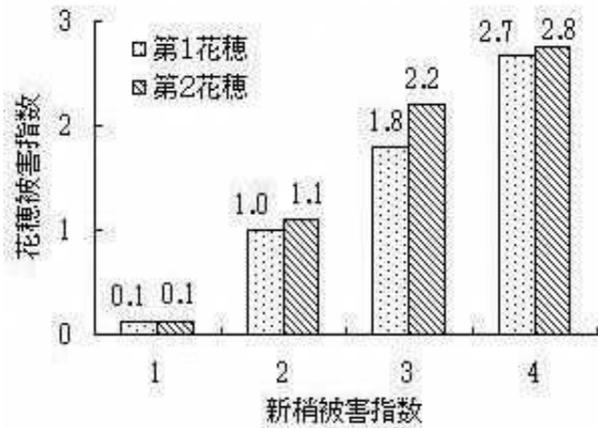


図11 新梢被害指数と花穂被害指数との関係

表3 花穂被害指数別の1果房当たりの着粒数

被害指数	第1果房			第2果房		
	有核粒数	無核粒数	全粒数	有核粒数	無核粒数	全粒数
0	28.6 a	59.1 a	87.7 a	21.7 ab	41.6 a	63.3 a
1	31.7 a	55.4 a	87.1 a	24.8 a	34.8 ab	59.5 a
2	13.4 ab	18.5 b	31.9 b	9.2 ab	9.7 bc	18.9 b
3	3.7 b	5.9 b	9.6 b	3.9 b	2.7 c	6.4 b
F 値	7.79 **	9.66 **	11.43 **	4.47 **	6.84 **	8.01 **

注) **は危険率1%で有意差あり。tukeyの多重比較により異符号間に有意差あり。

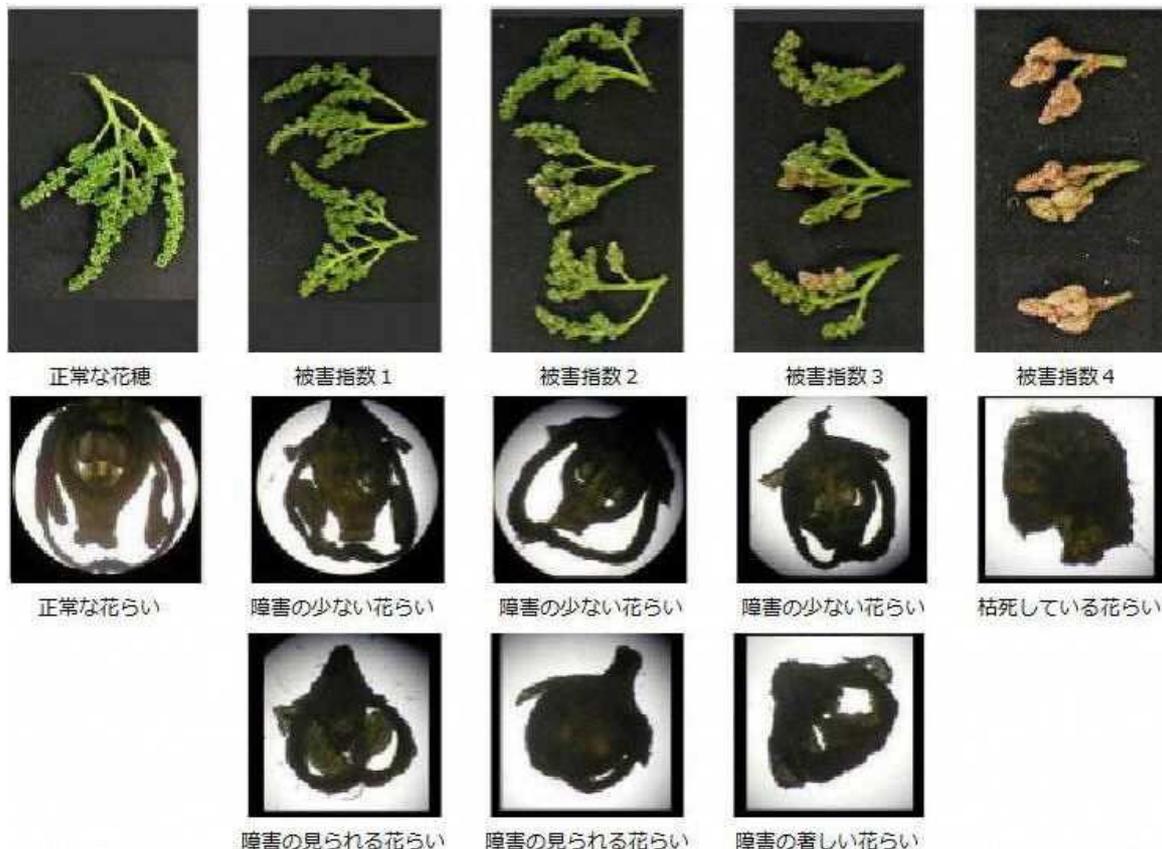


図12 花穂の被害程度と花らいの状態

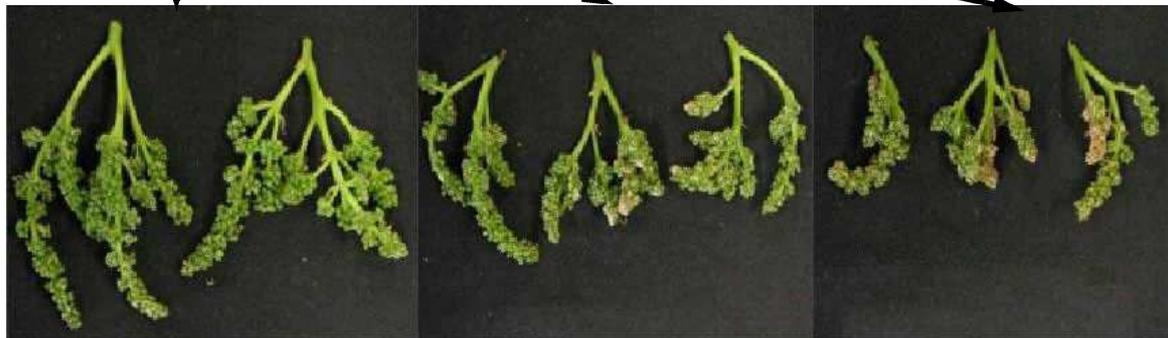


被害指数 1

被害指数 2

被害指数 3

被害指数 4 → 脱落



被害指数 1

被害指数 2

被害指数 3

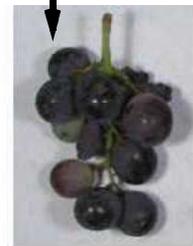
有核栽培の果房



商品性○



商品性△



商品性×

無核栽培の果房
(ジベレリン処理)



商品性○



商品性○



商品性△
(一部の果房のみ)

図13 新梢および花穂の被害指数と果実品質

ウ その他

枯れた新梢から灰色カビ病が発生しやすいので、地区の防除基準により防除を徹底する。

着果量が不足すると副梢や不定芽からの新梢が徒長しやすくなるので、新梢の生育が旺盛な場合には、7月下旬から8月上旬を目安に摘心を実施し、新梢の充実を図る。

5 おうとう

(1) 凍霜害の症状

凍霜害の発生は、開花前の比較的早い時期から認められ、生育の早い品種や樹などで花らいや花器が障害（雌ずいや胚珠の褐変～壊死）を受けるため結実に影響する（図14、図15）。

被害程度は、品種や園地、植栽位置によっても異なるので、果実内部の胚珠の被害状況や結実の状態をよく確認する。



図14 「佐藤錦」の花らい露出期の被害



図15 「佐藤錦」の開花期の被害

(2) 技術対策

生育ステージによって被害に差があることから、品種や園地、植栽位置、着果位置による違いを確認して対策を実施する。

被害が確認される場合には、人工受粉の徹底により結実の確保に努めるが、特に、被害程度が比較的軽いと考えられる樹冠上部、開花の遅い花を重点的に人工受粉を徹底する。

摘果は、結実や生理落果の状況を確認して、被害程度の軽い樹から実施し、被害の比較的少ない樹冠上部に多めに着果させるなど、新梢の生長等樹勢に応じて、必要着果量の確保に努める。

6 か き

(1) 凍霜害の症状

発芽期から新梢伸長期にかけて、発芽後間もない芽が枯死したり、生育初期の新梢が枯死する（図16）。

凍霜害は、生育の早い品種や生育の進んでいる園地で発生しやすく、植栽位置、着果位置によっても被害が異なるので、被害の状況をよく確認する。

(2) 技術対策

ア 着果管理

凍霜害により、結果母枝の芽や伸長後間もない新梢に枯死が認められる場合は、残された新梢の生育状況や花らいの着生状況及び結実状況が判断できるまで摘らい、摘果は控える。

残された芽や副芽から発芽が進み、新梢数はある程度確保される場合があるので、経過を観察する(図17)。なお、遅れて発生した新梢に結実した果実は、肥大が劣る傾向があるが、樹勢調節のため着果量を確保する。また、副芽から発生した新梢は生育が劣る傾向があるが、翌年の結果母枝としては利用可能である。



図16 新梢の被害



図17 副芽の生育

(図16、図17 写真提供 県北農林事務所伊達農業普及所)

イ 新梢管理

凍霜害により結果母枝の芽や新梢が枯死した場合は、残された副芽や休眠芽が発芽、展葉し、さらに遅れて不定芽が動き出すため、被害を受けた樹は通常よりも生育が遅れるとともに多数の新梢が発生しやすくなる。なお、遅れて発生した新梢は、徒長しやすく、また、二次伸長しやすいので、次年度の花芽が十分確保できない場合がある。

新梢が混み合う場合は、主枝や亜主枝の背面や切り口から発生した新梢を手でかき取るか基部から切除する。また、側枝途中の年次変わり等から発生した30～40cm以上の徒長した新梢は、花芽分化が始まる6月中に先端を10～15cm程度摘心して軟弱徒長を防ぎ、結果母枝として利用できるように管理する。