

果樹凍霜害対策マニュアルの概要 および 今後の対策推進について



山形県農林水産部農業技術環境課
果樹技術主査 安達栄介

『果樹王国やまがた』

果樹凍霜害対策 マニュアル

～ しっかり守って結実確保 ～



令和4年3月

山形県農林水産部

目次

- 1 晩霜害について
- 2 凍霜害対策
 - (1) 恒久対策
 - (2) 応急対策前の気温の確認
 - (3) 各応急対策の特徴
 - (4) 燃焼法
 - (5) 散水氷結法
 - (6) 防霜ファン
 - (7) その他の応急対策
- 3 樹種別の被害様相と対策
 - (1) さくらんぼ
 - (2) りんご
 - (3) 西洋なし
 - (4) ぶどう
 - (5) かき
 - (6) 日本なし

資料1 令和3年4月の凍霜害の発生・被害状況

資料2 降霜危険地域マップ

果樹共済・収入保険について

凍霜害対策マニュアルのポイント

～本日、皆さんに覚えてもらいたいこと～

- 1 今後、凍霜害は増える！
- 2 原理を覚えて凍霜害対策！
- 3 事後対策は被害確認から！

1 今後、凍霜害は増える！？

2 原理を覚えて凍霜害対策！

3 事後対策は被害確認から！

令和3年4月の降霜被害

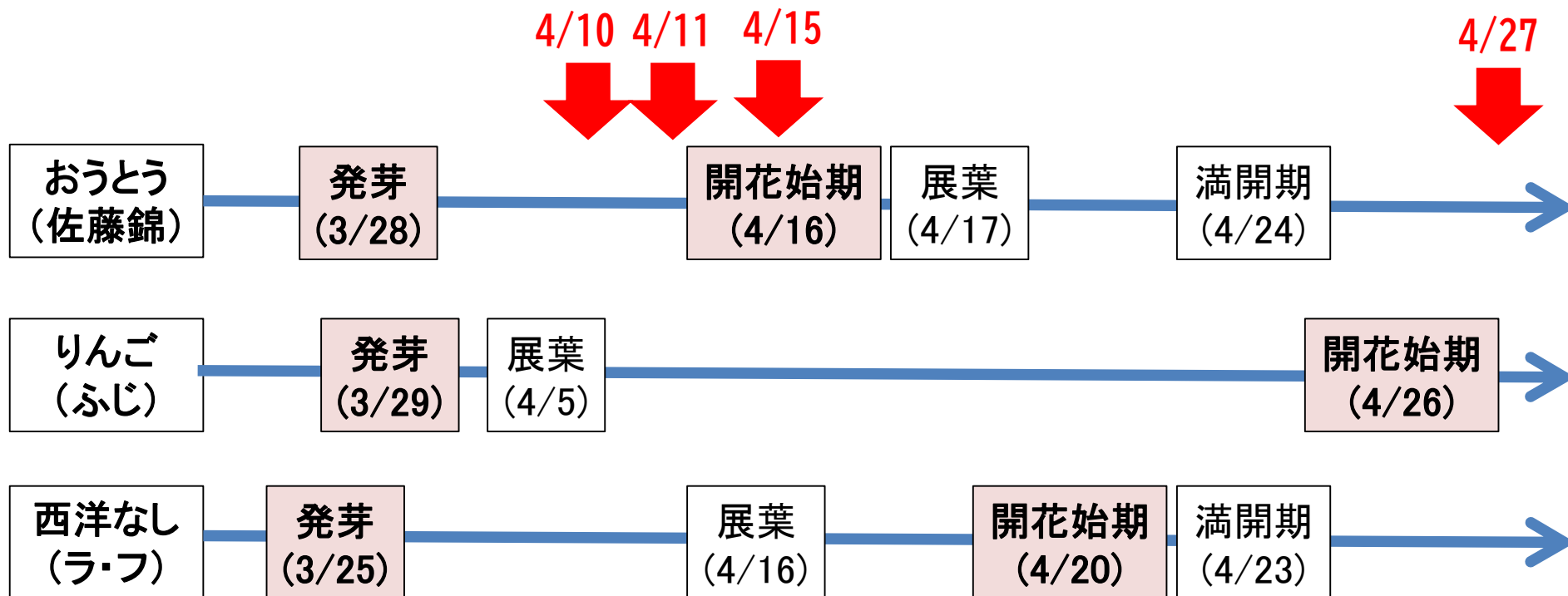
■令和3年4月の降霜時の気温経過(天童市山口、普及課調べ)

月日	最低気温 (℃)	低温遭遇時間			
		0℃以下	-1℃以下	-2℃以下	-3℃以下
4/9～10	－ 4 . 1	7時間20分	5時間	3時間40分	1時間30分
4/10～11	－ 4 . 8	8時間40分	6時間50分	5時間20分	4時間
4/14～15	－ 2 . 1	4時間	2時間40分	40分	－
4/26～27	－ 3 . 6	7時間40分	5時間50分	3時間10分	1時間

- ・ 4/10～11日の降霜では、－5℃以下まで低下した園地もあった。
- ・ 例年に比べ、降霜の回数が多かったことに加え、最低気温が低く、低温遭遇時間も長かった。

令和3年4月の降霜被害

■令和3年の東南村山地域の果樹の生態と降霜時期



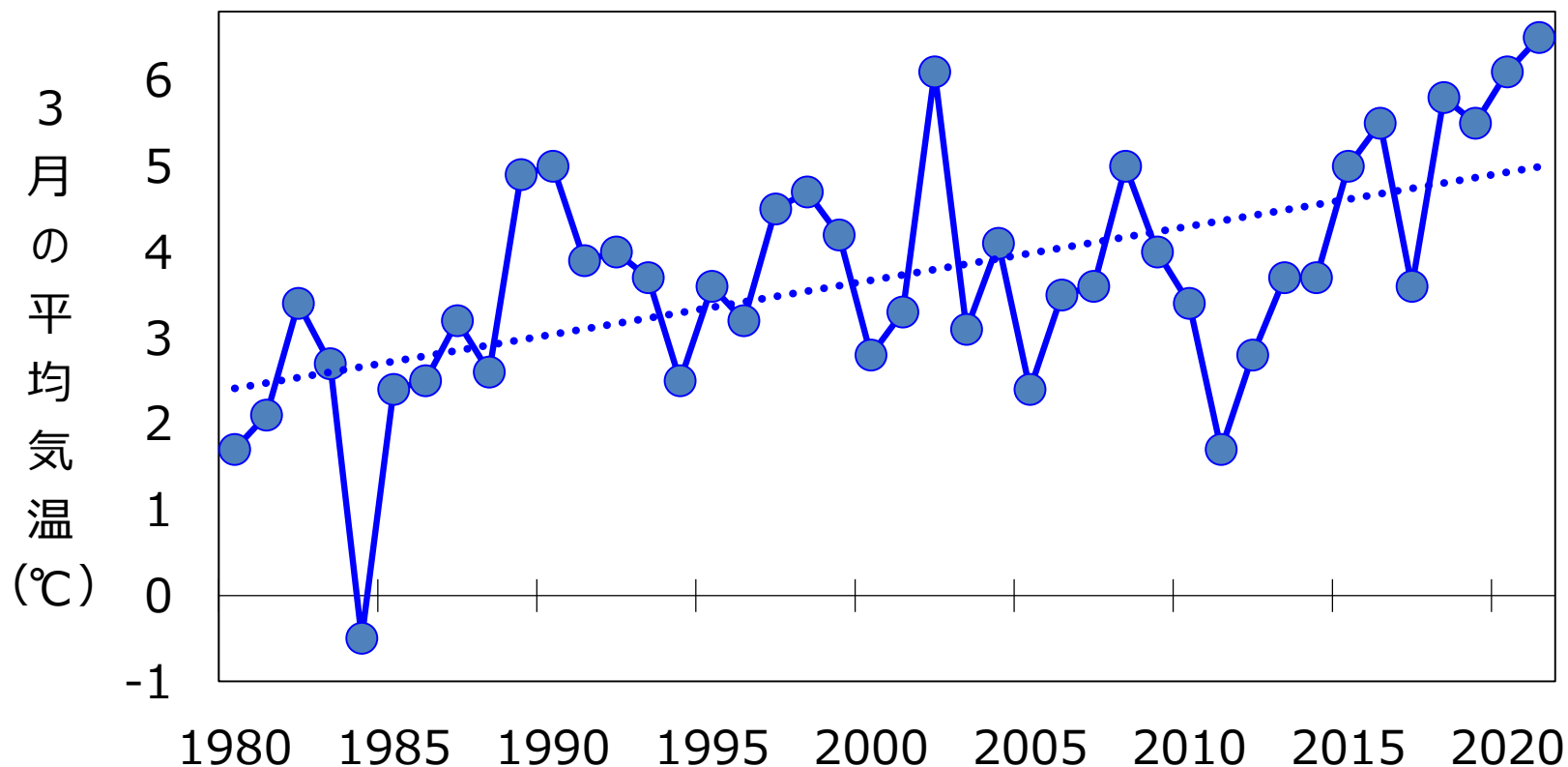
- 一般的に、発芽期以降は生育ステージが進むほど、耐凍性が低下する（開花以降は耐凍性はやや高まる）。
- 令和3年は、生育が進んでいる中、複数回の降霜や低温で様々な樹種で被害が多発した。

こだいひどい霜は、あと来ねべはー

それって、本当だが？

近年の気象経過について

■1980～2021年の3月の平均気温の推移(山形市:アメダス)



- 温暖化の影響により、**3月の平均気温は上昇傾向**。
- **生育は前進傾向**であり、寒の戻りによる晩霜害のリスクが年々、高まっている。

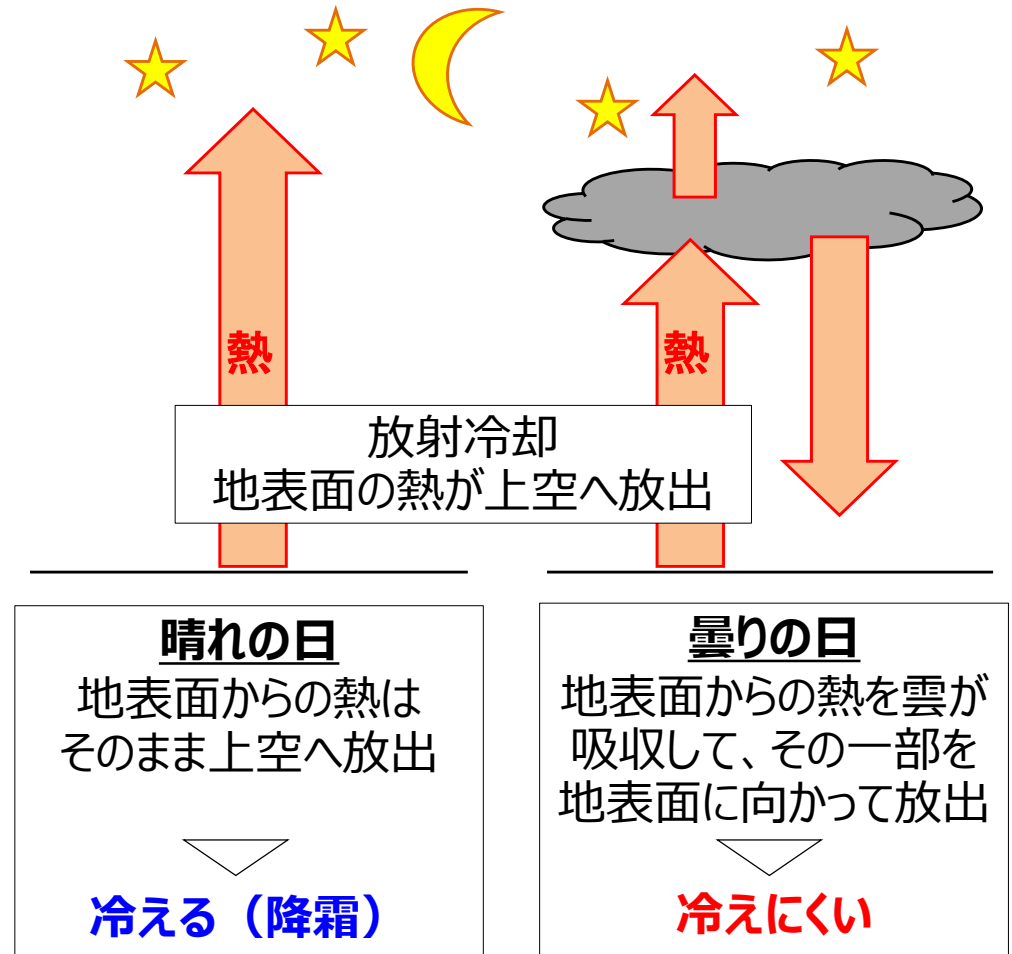
なぜ霜は降りる？

■降霜・霜害の原理

植物体の温度が
放射冷却によって、
気温よりも低くなるため、
芽などが凍って霜害が発生



霜害後のかきの芽



危険な日の特徴・危険な地域・土壌環境

条 件	特 徴
天 気	日中に気温があまり上がらず、 <u>夜間に風がなく、晴れている</u> ※ <u>午後 5 時頃に10℃以下、午後 8 時頃に 5℃以下が目安</u>
土 壌	土壌が乾燥している ※ 乾燥していると夜温の気温低下が早まりやすい
地 形	窪地、防風林・防風網等に囲まれた場所、傾斜地の下部 ※ <u>空気が動きにくい場所や冷気が溜まりやすい場所</u>
その他	敷きワラ、マルチなどの被覆物がある場合 ※ 地面を覆うものがあると気温が低下しやすい

1 今後、凍霜害は増える！？

2 原理を覚えて凍霜害対策！

3 事後対策は被害確認から！

凍霜害対策の原理を知っていると

① やってはいけないこと

② やった方が良いこと

が分かる



失敗がなくなる・効率的に実施できる

主な凍霜害対策の特徴

<燃焼法>



<散水氷結法>



<防霜ファン>



方法	効果	省力性	費用		留意事項
			初期	運用	
燃焼法	○	×	○	×	・強い降霜時には効果が不安定 ・毎回燃料の補充が必要、住宅地の近隣注意
散水氷結法	◎	○	×	○	・効果は安定しているが、大量の水が必要 ・井戸掘削する場合、初期費用大
防霜ファン	△	◎	×	○	・強い降霜時には効果が不安定 ・電源が必要だが、自動で対策可能

主な凍霜害対策の導入費用

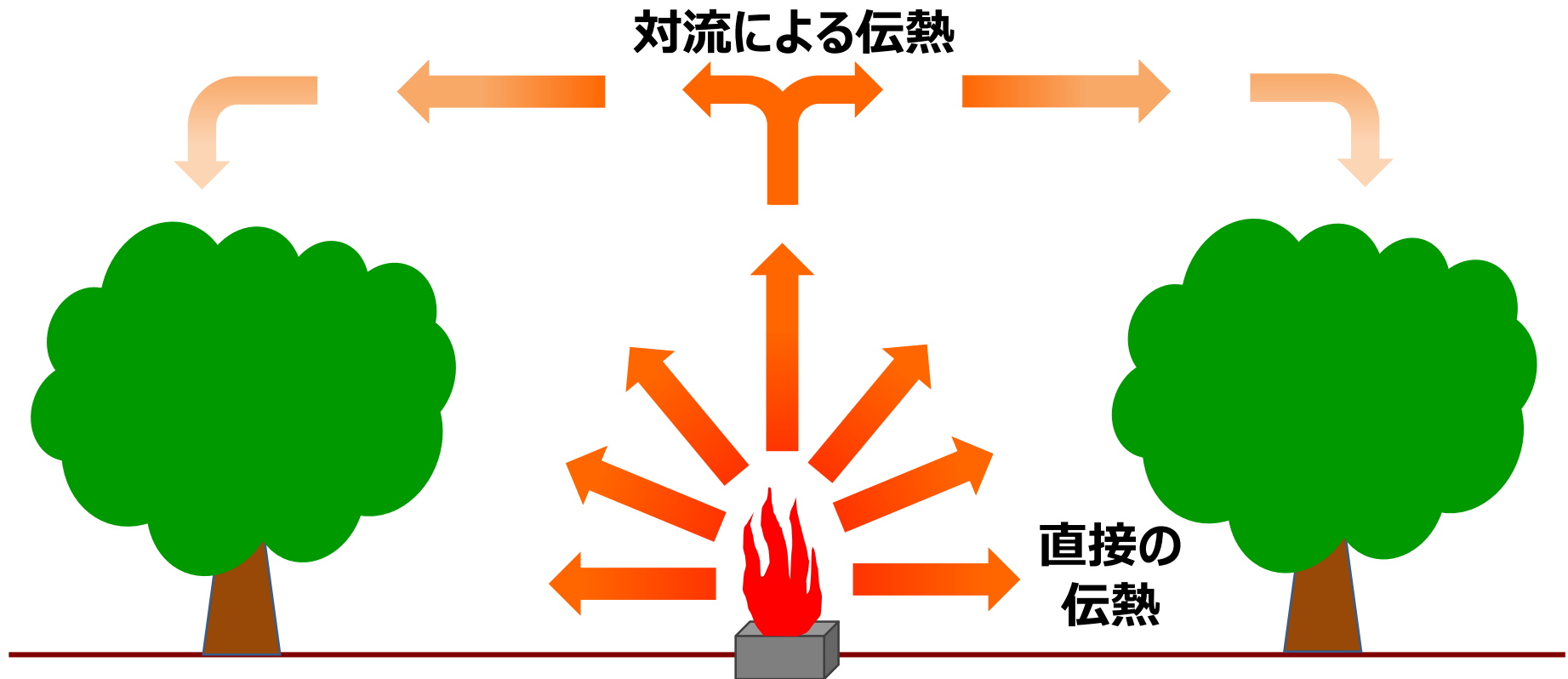
■10a当たりの導入費用の目安(令和4年2月時点)

方法	導入資材	10a当たり 設置数	10a当たり 初期設置費 用	10a当たり 必要資材の目安 (8時間実施)
燃焼法	防霜ロック	25個	約2.5万円	灯油:220L~280L/8時間
	霜キラー	25個	約2.2万円	米ぬかロウ:230kg/8時間※2 灯油:25L (着火用)
	リターンスタック	15~20基	40~65万円	灯油:360L~480L/8時間
散水氷結法	スプリンクラー	5~40個	10~20万円 ※1	水:30~100t/10時間
防霜ファン	防霜ファン	2.5基	40~50万円 ※1	電気代

※1 井戸掘削経費及び電気工事等は別途必要

※2 霜キラー(米ぬかロウ)の10kg当たり価格は約1,100円

燃烧法の原理



- ① 直接の伝熱
② 対流による伝熱 } で温める

対流による伝熱も上手に利用

- ・ さくらんぼの早期被覆
- ・ 防霜ファンと組み合わせる

燃烧法のポイント

■ 燃烧法の失敗事例と適切な対応

① 例年どおり、午前 3 時頃から点火したが、
気温低下が進んでおり、効果がなかった



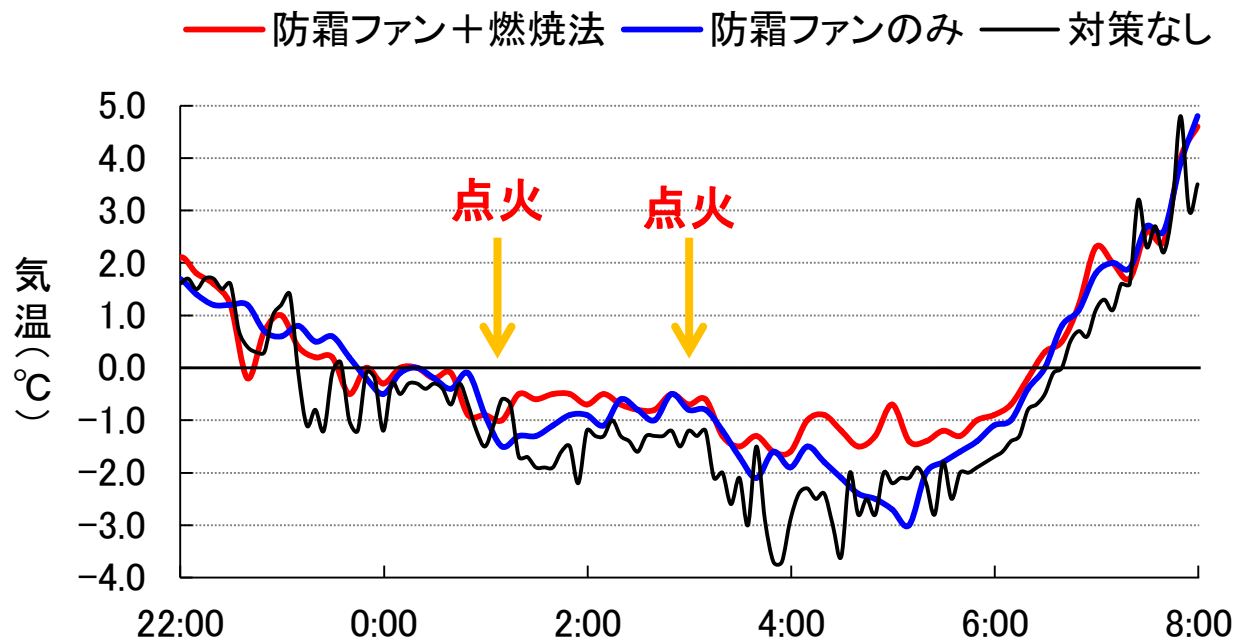
気温の経過や燃料の状況を
こまめに確認する

② 防霜ロックを10a当たり30個設置し、給油
しながら燃烧を継続したが、外気温の低下
が著しく(最低-5℃)十分な効果がなかった



気温の低下が著しい場合、
燃烧法 + 雨よけ被覆 + 防風
ネット等を組み合わせ保温する

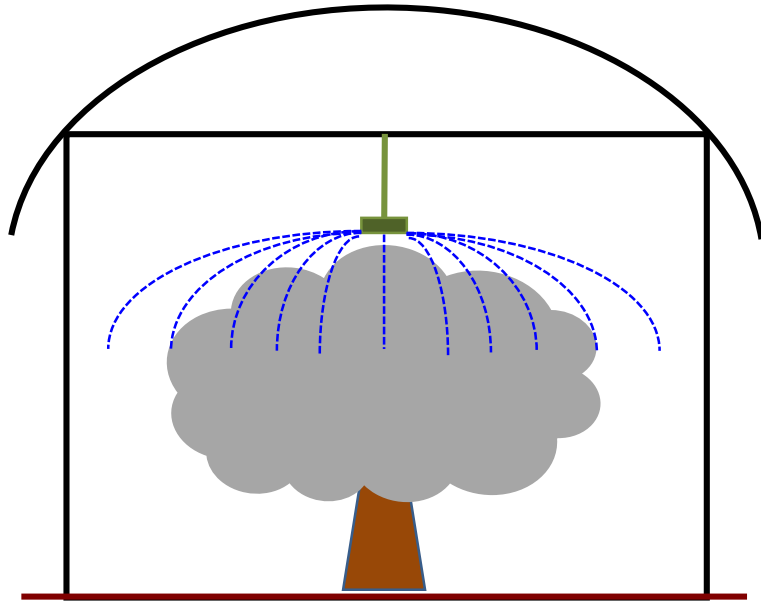
【優良事例（燃烧法 + 防霜ファン）】



防霜ロックの設置数は、
10 a 当たり15個(通常の半分)

方法	最低気温
燃烧法併用	-1.6℃
防霜ファンのみ	-3.0℃
対策なし	-3.6℃

散水氷結法の原理



水が氷る時に発生する**熱**を利用
(潜熱)

- 氷で芽を守っているわけではない
- 次々に水が氷ることが大事
- そのためには、散水量も重要

散水氷結法の失敗事例と適切な対応

① 散水しようと思ったら配管が凍結して
いて実施できなかった



散水は 2℃程度になった時に
開始する

② 散水量が少なかったためか、部分的
にしか氷結していなかった



散水量は、スプリンクラーの種類で
異なる(最低3,000ℓ/1時間/10a)
気温が低い場合は水が多めに必要

③ 枝に 氷ができた時点で散水を止めた



水が氷る時に発生する熱で防ぐ
方法であるため、午前中、
氷が溶けるまで水をかけつづける

④ 開花期間中は実施しなかった



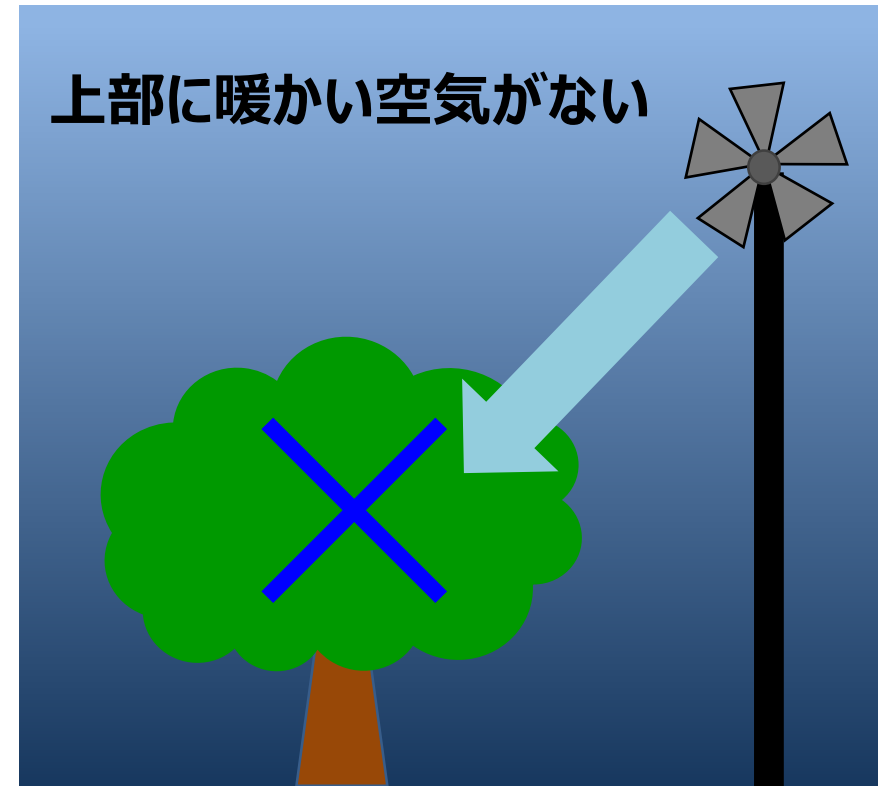
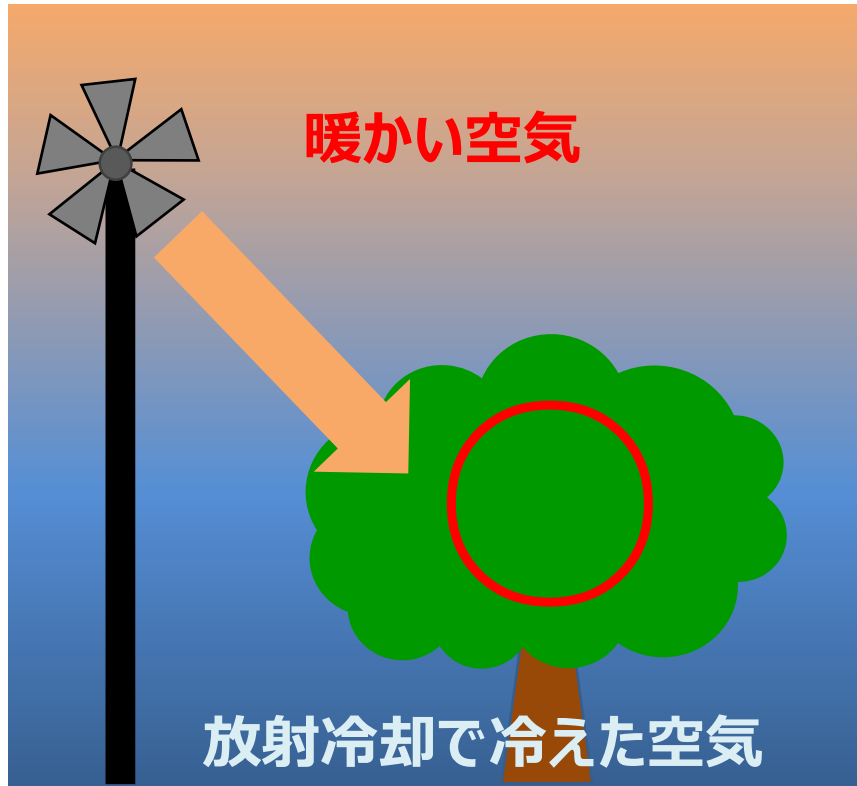
開花期間中も実施する
ただし、付着する氷の重さで枝折れ
する場合があるので枝吊り等を実施

散水氷結法実施状況



- ・ 防霜対策の効果は安定している
- ・ 実施していない樹に比べ、開花は若干遅れる傾向
- ・ 散水装置や細霧冷房としても利用可能

防霜ファンの原理



放射冷却時は、地表面ほど気温が低いため、上部の暖かい空気を地表面に送り気温を上昇させる

上部に暖かい空気がないと効果なし

- 強い霜で上部まで気温が低い時
- 放射冷却（霜）ではない低温時

−2℃以下の場合は他の方法も併用

1 今後、凍霜害は増える！？

2 原理を覚えて凍霜害対策！

3 事後対策は被害確認から！

主な被害と事後対策

◆雌しべの枯死（子房の枯死）・葯の枯死

- ・ さくらんぼ
- ・ りんご
- ・ 西洋なし
- ・ 日本なし
- ・ すもも



①その年の結実と果実品質に影響
**急いで被害状況を判断し、
急いで対応する**

◆芽の枯死・新梢の枯死

- ・ ぶどう
- ・ かき



①その年の結実と果実品質に影響
②次の年の花芽の量に影響
**被害状況の判断と対応は
急がない**

対策のポイント ～ さくらんぼ ～

■霜害を受けやすい生育ステージは？

- ・生育ステージによって低温感受性が異なるため、自園地の状況を確認
- ・「やまがた紅王」や「紅秀峰」は、「佐藤錦」よりも生育が早いので注意



発芽期頃

芽の先端に緑が
出始めた頃

まだ被害が
でにくい時期



発芽10日後頃

芽が膨らみ、はっきりと
緑が確認できる頃

この頃から
注意が必要



発芽15日後頃

花芽の半分くらいが
緑（赤）になった頃

だんだん弱くなる



花芽が割れ始めた頃



開花前～開花始期

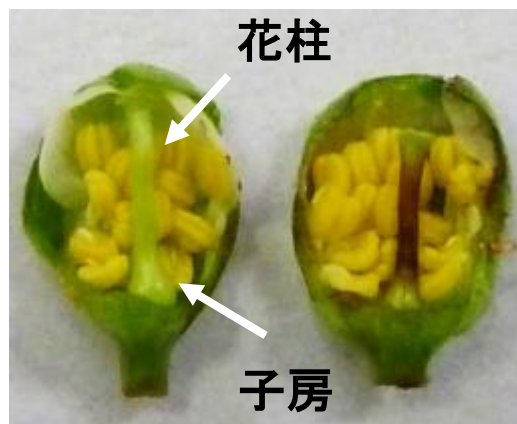


この時期が最も霜害に弱い！

対策のポイント ～ さくらんぼ ～

■被害の様相

- ・雌しべ : 花柱が褐変したり、伸長不良となったりする。
- ・雄しべ・葯 : 花糸が短くなり、葯全体が褐変する。花粉の量が少なくなる。
- ・花弁 : 萎縮する（チリチリになる）



正常 霜害
＜雌しべの様相＞



正常 霜害 霜害
＜雄しべの様相＞



霜害
＜花弁の様相＞



正常 霜害



霜害 正常

【開花後の低温も要注意！】

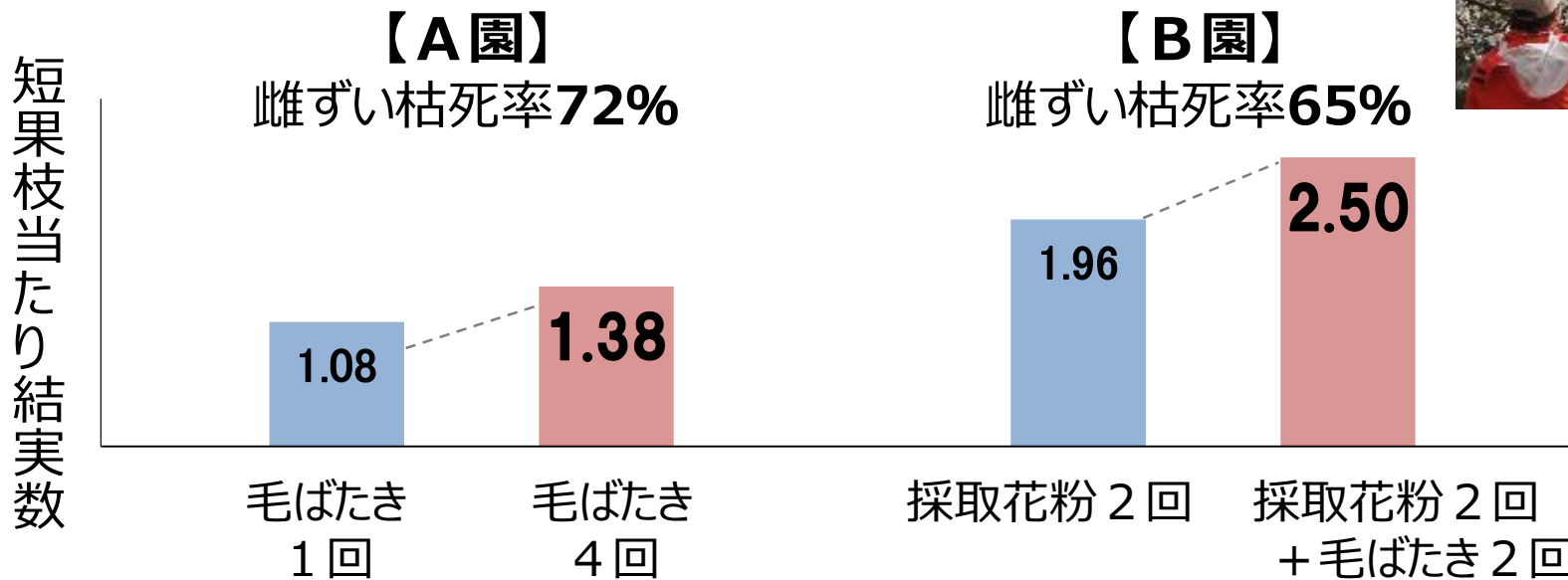
- ・開花期以降、耐凍性は高まるものの、極端な低温では、子房が褐変し、落果
- ・結実してもその後、裂果する場合あり

対策のポイント ～ さくらんぼ ～

■霜害後の対策

- ・あきらめずに、毛ばたき等を用いて、少なくとも3回以上、人工受粉を実施
- ・摘芽した樹や、周りに受粉樹が少ない樹は重点的に実施
- ・枝の腹側は、健全な花が比較的に多いため、重点的に実施

【優良事例（人工受粉の徹底）】



60～70%の雌しべが枯死しても、人工受粉を徹底した園地では、十分な結実を確保できている

対策のポイント ～ さくらんぼ ～

■恒久的な対策

① 摘芽の工夫（「紅秀峰」など）

- ・霜害に遭いやすい目通り以下の枝や、弱樹勢樹では、通常よりも1芽多く残す
- ・毎年霜害が大きい園地では、摘芽を控え、早めの摘果で対応

② 受粉樹の混植など

- ・品種によって開花期の早晩や霜害の程度が異なるため
複数品種の受粉樹を導入
- ・受粉樹の割合の目安は、**園地全体の3割程度**
- ・受粉樹が少ない部分は切り枝を設置

「紅さやか」、「ナポレオン」を主体にする。
「やまがた紅王」の場合は、和合性があり、開花期も合う「紅秀峰」がオススメ

③ 訪花昆虫が活動しやすい環境づくり

- ・マメコバチの飼養管理の徹底
（マユ洗浄、ヨシ筒の設置等）
- ・ポリネーション（交配専用ミツバチ）の導入
- ・防風ネットの設置



対策のポイント ～りんご～

■霜害を受けやすい生育ステージ



展葉8日後

この頃から
注意が必要



展葉12日後（重点警戒）

展葉初期～花蕾着色期が被害出やすい

被害状況
を確認

＜縦断＞



正常

＜横断＞



正常



霜害

霜害

■被害の様相

①開花前の霜害

- ・開花せずに、そのまま脱落するものもある

②開花期頃の霜害

- ・雌しべの伸長停止や褐変、
葯の萎縮、花びらの萎縮、
果梗（軸）の変形などが発生



＜開花期の
被害様相＞



正 常



萎凋(花粉なし)

＜葯の被害（王林）＞

対策のポイント ～りんご～

■被害の様相（雌しべの状況）



■霜害後の対策

○受粉樹の葯をまず確認（花粉がしっかり出るか）

○人工受粉の実施

- ・被害が軽微な花は、受粉すると結実するものが多いので、あきらめずに実施
- ・中心花の被害が多い場合は、側花やえき花にも受粉
（側果の特徴：中心花に比べ着色劣りサビ多。腋果の特徴：小玉で青実多。）

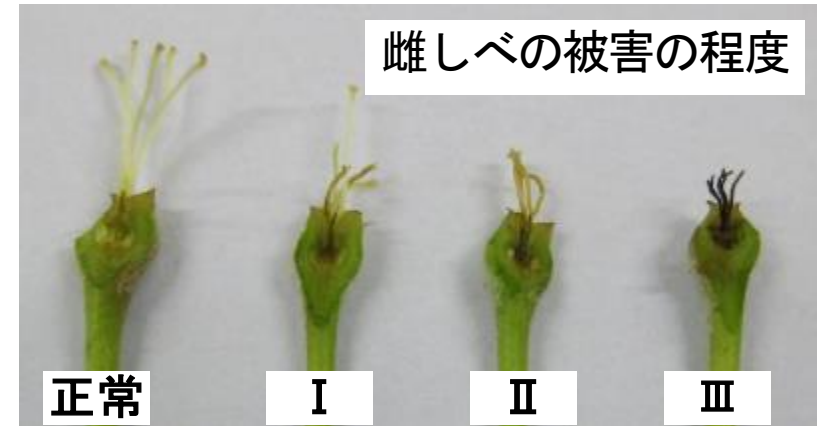
対策のポイント ～ 西洋なし～

■被害の様相

- ・雌しべが褐変・枯死し、被害程度が著しい花は花器内部（子房）まで褐変

■結実への影響

- ・結実の多少は、品種の耐凍性に加えて、単為結果性にも左右される。
- ・凍霜害があった場合、単為結果しやすい品種は、ある程度の着果が見込まれる。



- I : 一部の雌しべが褐変・萎縮
1本以上正常な雌しべが残っている
- II : 全ての雌しべが褐変・萎縮
- III : 全ての雌しべが黒変・萎縮

	単為結果「しにくい」	単為結果「しやすい」
凍霜害に「比較的弱い」	バートレット	ラ・フランス、バラード
凍霜害に「比較的強い」	オーロラ	マルゲリット・マリーラ

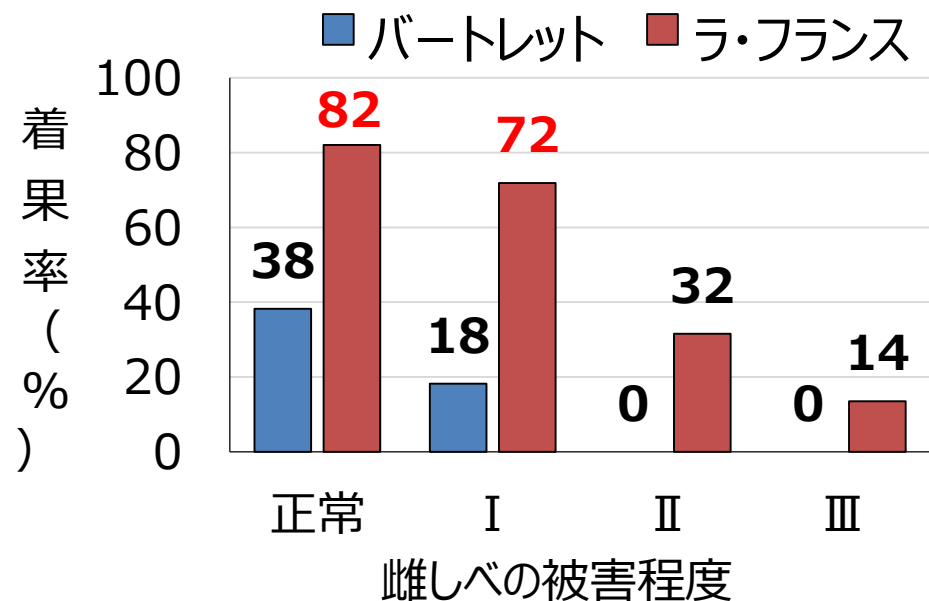
対策のポイント ～ 西洋なし～

■霜害後の対策

「ラ・フランス」の場合

被害程度が軽微な時：一輪に摘花することで養分競合を抑え、実止まりが良くなる

被害程度が甚大な時：一輪摘花を行っても、実止まりが悪く、着果量が不足



- ・単為結果しやすい品種でも霜害時の着果管理に注意！
- ・被害程度をよく確認してから着果管理を行う！

対策のポイント ～ 日本なし～

■被害の様相

- ・ 西洋なしと同様に、雌しべの枯死が発生し、結実不良になる。
- ・ 西洋なしよりも単為結果性が弱い品種が多いため、結実への影響が大きい。



■霜害後の対策

とにかく人工受粉を徹底する

※ 開花期に低温が続く場合は、受粉後の花粉発芽率が低下し、結実しにくくなるため、受粉回数を多くする

※ 花粉は、なるべく希釈しないで使用する

温度の条件と花粉発芽率の関係

温度条件	花粉品種	希釈倍率	発芽率 (%)
23℃	二十世紀	生花粉	29
	新興	生花粉	29
	2 品種混合	6倍希釈	1
10℃	二十世紀	生花粉	4
	新興	生花粉	6
	2 品種混合	6倍希釈	1

対策のポイント ～ ぶどう ～

■被害の様相

被害発生部位	症 状
芽 (展葉期頃まで)	・パターン①：主芽と副芽の両方が枯死する ・パターン②：主芽のほとんどは枯死し、副芽は生き残る
新 梢 (新梢伸長以降)	・パターン①：新梢全体が枯死する ・パターン②：新梢の先側だけが枯死し、基部付近が生き残る ・生育が停滞し、節間が極端に短い新梢になる
花 穂	・花穂の伸長や生育の停止、花蕾の障害による脱蕾

「デラウェア」
新梢新長期の被害
(被害 1 ～ 2 日後)



対策のポイント ～ ぶどう ～

■霜害後の対策

あわてないで被害状況をしっかり確認

被害状況が明確になるまでは、芽かきや新梢の切除等を行わない

○発芽期頃までの被害：展葉が進んでからでないと被害状況の把握は難しい

○展葉期以降の被害：枯死の有無は当日確認できるが、枯死がどの節位まで及んでいるか判断できるまでには数日必要

「デラウェア」
被害後の再生状況



主芽が枯死し、副芽が発芽



基部節が生き残り、副梢が発生

対策のポイント ～かき～

■被害の様相

- ・ 芽・新梢の枯死
- ・ 奇形果



■霜害後の対策

○当年の着果量確保

- ・ 被害程度を見極めて、程度に合わせて着果管理

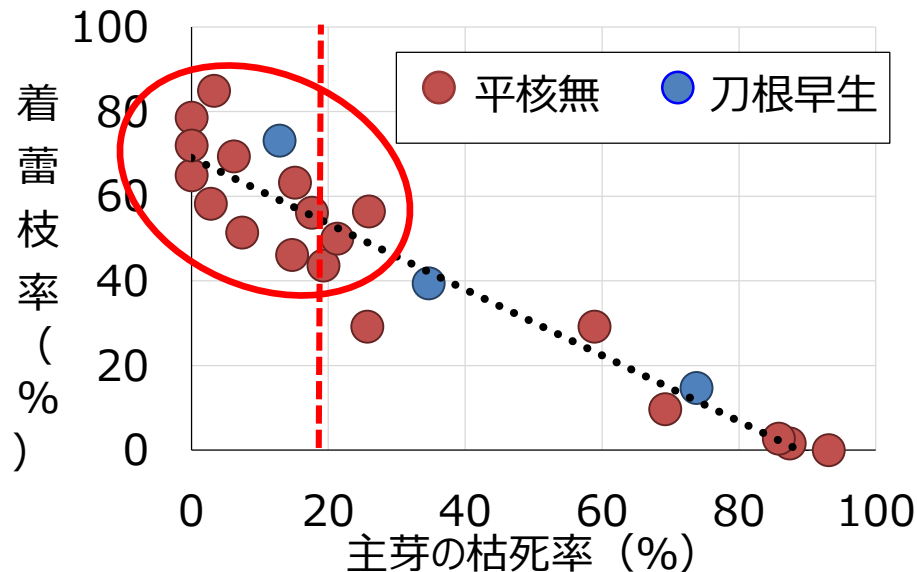
○次年に向けた管理

- ・ 新梢の徒長と二次伸長を防ぎ、充実した結果母枝を確保
- ・ 被害程度と樹勢に合わせた、施肥
- ・ 結果母枝の充実度に合わせた剪定

対策のポイント ～かき～

■被害程度に合わせた着果管理の例

主芽の枯死率と着蕾枝率



主芽の枯死率が2割程度までは
着蕾枝が5割以上確保され
収量への影響はほとんどない

被害が大きい樹は、1 結果枝当たり2果着果させて収量確保

- 主芽枯死率8割以上の樹では、収量を少しでも確保するため、1 結果枝に2果着果させることができる。
- さらに、摘蕾・摘果、夏季の新梢管理を行うことで、正品率と2L以上の割合が高くなる。



果樹農家の生活を守るためには、収量確保は絶対

しかし、

温暖化の影響で年々つくり難くなっている

そこで、

- ① 基本的な恒久対策（結実対策）を徹底すること
- ② 労力的にできる限り、応急対策を実施すること
- ③ セーフティーネット（収穫共済・収入保険）を活用すること

今後の対策推進について

○各JA・市場関係・各農業技術普及課

- ・JA、部会、地区、市場単位の研修会の開催（マニュアル配布）
- ・春管理等の各種講習会における周知
- ・凍霜害防止キャラバン（降霜期の広報）

○県農業技術環境課・園芸農業推進課

- ・3月18日（金）開催の「果樹王国やまがた再生・強靱化協議会」でマニュアルの公表
- ・4月から、県内50か所以上の園地に設置した気象観測装置による降霜アラートシステム運用開始

○市町村

- ・周知への協力（降霜期の広報、市報での注意喚起など）

**生産者の関心が高い今年が最大のチャンス！
協力してがんばりましょう！**