

1 テーマ名

落葉果樹における晩霜害対策の検討（令和4～5年度）

2 目的

近年の気象変動や春先の生育前進化に伴う晩霜害が多発している。そのことによる甚大な被害が多く報告されている。一方で、晩霜害対策は、万能な方法はなく、各方法でコストや労力、効果など様々な課題があり、現場では、どのような対策を講じるかについて適切な判断が困難な状況にある。

晩霜害対策を含む着果安定化は、各産地や生産部会で、近年ではもっとも重要な課題の一つに挙げられている。

本調査研究では、防霜対策として実施されている方法の温度分布等を調査し、効果を判断するための知見を得る。また、晩霜害に関する現場の実態を把握する。

3 調査研究の内容

1) 晩霜害対策に関する実態調査

- ・県内の落葉果樹生産現場の晩霜害対策の事例を調査

2) 燃焼法による晩霜害対策の特徴把握

- ・燃焼法の中から燃焼特性等から有望な資材をスクリーニングし、燃焼比較実験

3) 燃焼法の燃焼時間延長に関する調査

- ・灯油燃焼法における燃焼時間の延長方法を検討

4) 防霜ファンの温度調査

- ・エリア別の防霜ファンの効果を確認

5) 防霜ファンと燃焼法の併用の影響調査

- ・防霜ファン設置エリアで、燃焼法の併用による効果を確認

6) 散布型の霜害対策資材が霜害に及ぼす影響を確認

- ・散布剤による晩霜害に対する効果を確認

7) 晩霜害対策の手法別活用場面の整理

- ・効果、使用条件、労力、コストの面から手法を整理

4 成果

1) 晩霜害対策に関する実態調査

ア. 調査の進め方

調査研究のグループメンバーで分担し、各指導所管内の落葉果樹生産者を対象に、晩霜害対策に関する聞き取りを行い、実態を把握した。

西部管内 A市：個人経営体4、B市：法人1

東部管内 C市：個人経営体2・法人1、D町：法人3

北部管内 E市：個人経営体2・法人1、F市：個人経営体7

計：21 経営体

イ. 事例調査の結果

結果を表1のとおり、まとめた。

ウ. 考察・まとめ

- (1) 灯油燃焼法は、個人経営体で導入している事例が多かった。火力が強い点で、もっとも良い方法だと考えている者が複数あり、その点が最大のメリットだが、設置・実施判断・着火見回り・回収の労力、低温が長時間続く場合は、灯油の継ぎ足しや増設が必要となり、課題とされている。
- (2) 輸入固形燃焼材は、燃焼法の中では、低コストに実施できる方法といえるが、入手や設置労力などの課題もある。
- (3) バイオマス燃料による燃焼は、循環型など適合するが、実施規模や着火方法など、実用化するための課題がある。
- (4) スプリンクラーによる散水氷結法は、効果が確実だが、設備投資、インフラ整備、水源確保、水利権、メンテナンス・目詰まり対応など課題があり、誰もが取り組める方法とは言えない。
- (5) 防霜ファンは、省力的な方法で、環境への負荷も少ないため、潜在的に導入を望む者が多い。課題は、設備投資、逆転層が発達するエリアか否か判断、上空の空気も低温になった場合に効果が期待できないなど課題もある。
- (6) 散布剤は、省力的であるため、多くの経営体が実施しているが、効果は、判然としない。

表 1 晩霜害対策に関する現地実態調査の結果

調査対象: 県内 21 経営体

区分	手法	聞き取り調査の結果			コストの目安(円/10a)	
		メリット	デメリット・課題	区分共通デメリット	設備費用	資材・燃料費
燃焼法	灯油燃焼 (①鳥取県改良燃焼法) (②空き缶利用燃焼)	火力が強い 着火が容易 火力調整可能① 空き缶利用は安価	回収に労力 長時間低温時は灯油追加必要	準備、回収に労力 夜間・未明の着火 作業 近隣から煙の苦情	44,000 ～ 66,000	7,200 ～ 10,800
	灯油燃焼 (霜カット法)	効果を感じる	回収に労力 火力維持には見回りがき混ぜ必要 容器入手に難あり 防霜ファンの風で消える		33,000 ～ 55,000	6,400 ～ 9,600
	廃油燃焼	火力が強い 着火が容易	回収に労力 長時間低温時は油追加必要 環境影響が心配			不明
	輸入固形燃焼材 (デュラ・フレーム) (シダー・フレーム)	回収の必要なし	灯油より着火難 灯油より火力小 火が途中で消える場合あり 長時間低温時は追加必要		0	17,600 ～ 26,400
	木くず様固形燃焼材 (シモカット大輪)	回収の必要なし	製造中止 長時間低温時は追加必要		—	新規入手困難
	練炭様固形燃焼材		今は売っていない 燃焼台使用が望ましい 長時間低温時は追加必要		—	新規入手困難
	樹脂様固形燃焼材	燃焼時間が長い	今は売っていない 着火に時間かかる		—	新規入手困難
	もみから	効果を感じる 低コスト	見回りが負担		—	
	古タイヤ燃焼	火力が強い 低コスト	現在は実施不可 黒煙 公害・苦情		—	使用不可
散水氷結法	スプリンクラー	凍霜害全般に効果の確実性 省力的	設備投資 インフラ整備 大量の水必要 水利権の確保 メンテナンス、目詰まり	樹体・園地の水濡れ	事業対応 インフラ整備 200万円/10a 以上の事例	
	スピードスプレーヤ	防除機械を流用	夜間走行で危険伴う 走路の整備・棚の沈下防止 小面積に限る		既存機械	
送風法	防霜ファン	省力的	設備投資 要電源 逆転層エリアのみ 散水氷結に比べ効果に限界		623,000 ～ 880,000	
その他	散布剤 (①散布剤A)	安価、省力的		効果が不明	—	2,100 ～ 2,300
	(②散布剤B)	省力的	(散布剤としては)高価 被害前24時間以内の散布推奨		—	7,300 ～ 22,000
	(③散布剤C)	安価、省力的			—	4,730 ～ 6,400

その他のコメント

- ◎ 燃焼法の凍霜害対策は、肉体的にも精神的にもきつい。2日連続は対応できない。
- ◎ 防霜ファンは、補助金があり、かつ、逆転層があることが分かれば、導入したい。
- 近年の晩霜は遅い時間帯に発生する(以前は 3～4 時、近年は 5 時前後)。燃焼の場合は、着火タイミングの待機を要する。低温時間長いと、燃料継ぎ足しや2回着火の必要あり。
- 廃油を生産物交換で入手している。
- 燃焼資材は、気温が低いと着火に時間がかかる
- 桃は摘花した枝が霜害受けやすい。上向きの花を残すと下向きの花の被害回避になる。

2) 燃焼法の手法別の特徴把握

【予備実験】スクリーニング

ア. 実験の進め方

(1) 供試材料 計9材

a. 前項の現地実態調査の結果、実際に使用されている6材

灯油燃焼（鳥取県改良燃焼法）、灯油燃焼（霜カット法）、輸入固形燃焼材、霜カット大輪、練炭様固形燃焼材、樹脂様固形燃焼材

b. 県外や他用途で使用されている3材

バイオマス燃焼材A、バイオマス燃焼材B、リターン管付き灯油燃焼器

(2) 実施日時・場所

2022年12月9日 ○○農園臨時駐車場

(3) 調査方法および調査項目

各資材に点火

点火を始めて着火まで時間、燃焼時間、燃焼状況（目視、動画撮影）

(4) スクリーニングの実施方法

予備実験結果、既存の資材は入手のしやすさで評価し、本試験に供試する5資材を選択する。

イ. スクリーニングの結果

(1) 点火を始めて着火まで時間、燃焼時間、燃焼途中での消火、再点火作業、火力維持のための作業の有無、既存の資材は入手しやすさにより、灯油燃焼（鳥取県改良燃焼法）、輸入固形燃焼材、バイオマス燃焼材A、バイオマス燃焼材B、リターン管付き灯油燃焼器の5材を選択し、本実験に供することとした（図表略）。

【本実験】

ア. 実験の進め方

(1) 供試材料

① バイオマス燃焼材A

※実験は30cm×4本を燃焼器内で燃焼



② バイオマス燃焼材B

※実験は30cm×4本を燃焼器内で燃焼



③ 輸入固形燃焼材

※実験は本体1個を直接地面に置いて燃焼



④ 鳥取県改良燃焼法（ロックウール芯灯油燃焼）

※実験は現地の平均的使用量の3L/容器の灯油燃焼



⑤ リターン管付き灯油燃焼器

※実験は製品仕様の18L/容器の灯油を燃焼



(2) 実施日時・場所

2023年2月9日 ○○農園臨時駐車場

(3) 調査内容

- ① 着火まで時間
- ② 温度推移：熱源より1m・2m・3m・4mの4か所×2/資材、それぞれ高さ90cm
T熱電対を用い、熱電対ロガー（ティアンドデイ MCR-4TC）1台につき4センサー装着で、10台を使用、1資材につき2台・8センサー（図1）
- ③ 燃焼状況の観察

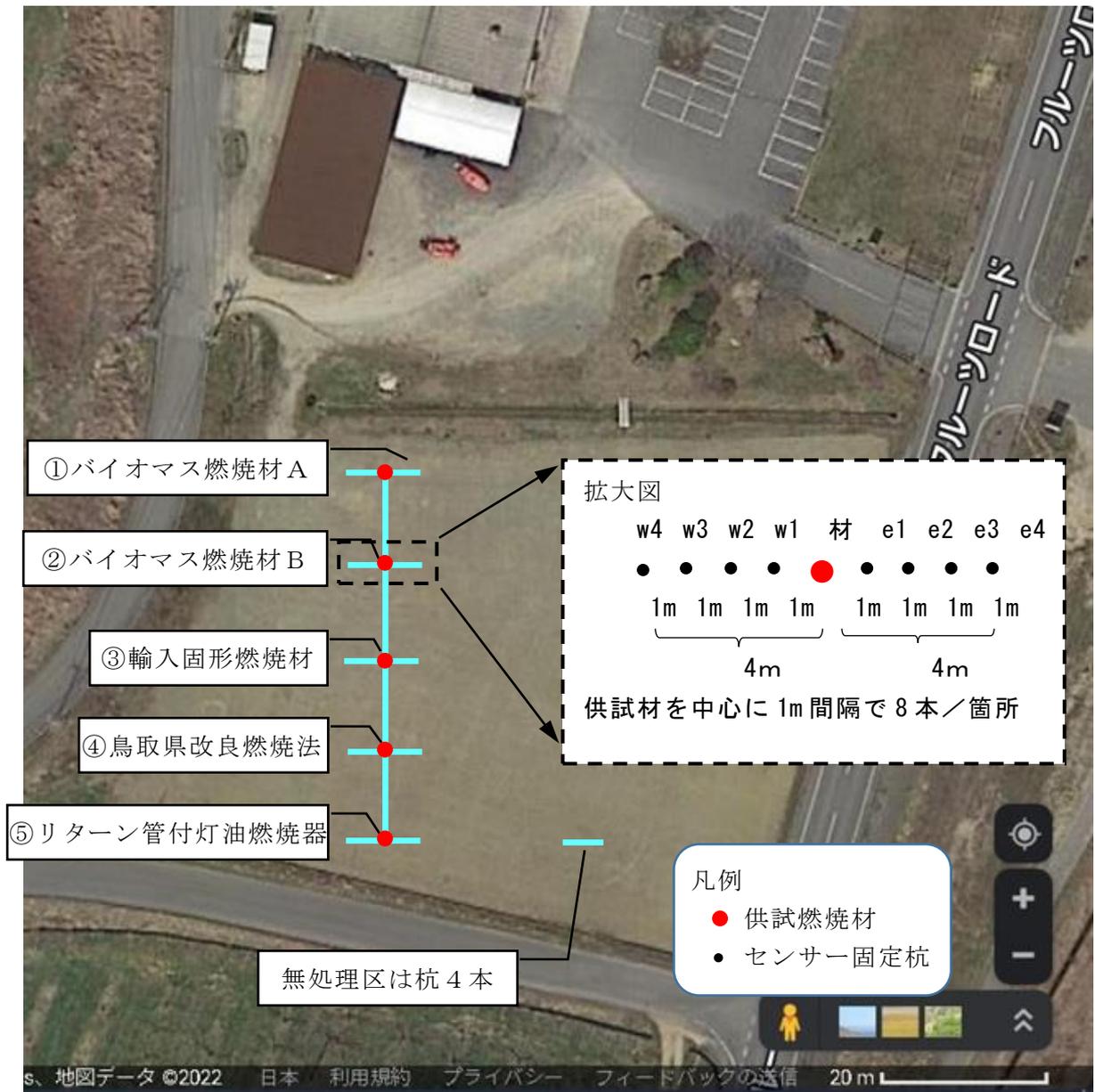


図 1 燃焼実験における供試材料及び温度センサーの配置

イ. 燃焼実験の結果

- (1) 着火の所要時間は、鳥取県改良燃焼法 9 秒、リターン管付き灯油燃焼器 45 秒、輸入固形燃焼材 1 分 7 秒、バイオマス燃焼材 B 4 分 45 秒、バイオマス燃焼材 A 5 分 2 秒の順に早かった (表 2)。
- (2) 本体への着火から消火までを目視で確認した燃焼時間は、リターン管付き灯油燃焼器 6 時間 50 分、輸入固形燃焼材 5 時間 40 分、バイオマス燃焼材 B 2 時間 35 分、鳥取県改良燃焼法 2 時間 25 分、バイオマス燃焼材 A 2 時間 13 分の順に長かった (図 2、表 2)。
- (3) 無処理区との温度差の推移は、いずれの供試材料も熱源からの距離が近いほど高く推移し、リターン管付き灯油燃焼器は消火前まで温度が高く、輸入固形燃焼材は、着火 2 時間以降はやや低く、鳥取県改良燃焼法は最もピークが高く、バイオマス燃焼材 A およびバイオマス燃焼材 B は他の処理に比べ、ピークが低かった (図 2)。
- (4) 計測位置別の無処理区との温度差の最高値は、鳥取県改良燃焼法およびリターン管付き灯油燃焼

器は温度が高く、4m位置まで昇温効果が見られ、次いで輸入固形燃焼材が温度が高く、4m位置まで上昇が見られた（表3）。

- (5) 西部工業技術センター調べにより、供試材料の単位当たり発熱量は、輸入固形燃焼材が30.1MJ/kgで、バイオマス燃焼材A15.6MJ/kgおよびバイオマス燃焼材B16.2MJ/kgより高かった（表4）。鳥取県改良燃焼法およびリターン管付き灯油燃焼器で用いる灯油の発熱量は37.0MJ/Lである。
- (6) 実験を通じて把握した各手法のメリット、デメリット・課題を表5のとおりである。
- (7) この度の実験の前提条件と実験結果から、防霜害対策として効果を発揮するために必要な各手法における面積当たり必要数と費用を算出した（表5）。

ウ. 考察・まとめ

- (1) バイオマス燃焼材Aおよびバイオマス燃焼材Bは、着火に時間を要するため工夫が必要である。着火と燃焼を安定させるために容器を用いることが推奨されているが、容器の導入費用が課題である。発熱量が小さく、昇温力は小さいため、数多く設置する必要がある。バイオマス燃料であることは今後の利用拡大が期待できるため、改良が望まれる。
- (2) 輸入固形燃焼材は、価格が不安定であるが、発熱量が大きく燃焼時間も比較的確保しやすい。また、回収の労力が不要であることから、実用的である。2時間以降にやや火力が落ちるため、留意が必要である。
- (3) 鳥取県改良燃焼法は、現地の平均的な使用量である灯油3Lを用いた。その結果、発熱量が大きく、昇温効果が高い点で実用的であった。燃焼時間が短いこと、設置・回収に労力を要することに留意が必要である。
- (4) リターン管付き灯油燃焼器は、製品の標準仕様である灯油18Lを用いた。その結果、発熱量が大きく、燃焼時間が長い点がメリットで、有望な手法と見られた。容器の導入に伴う費用が高いことがデメリットである。

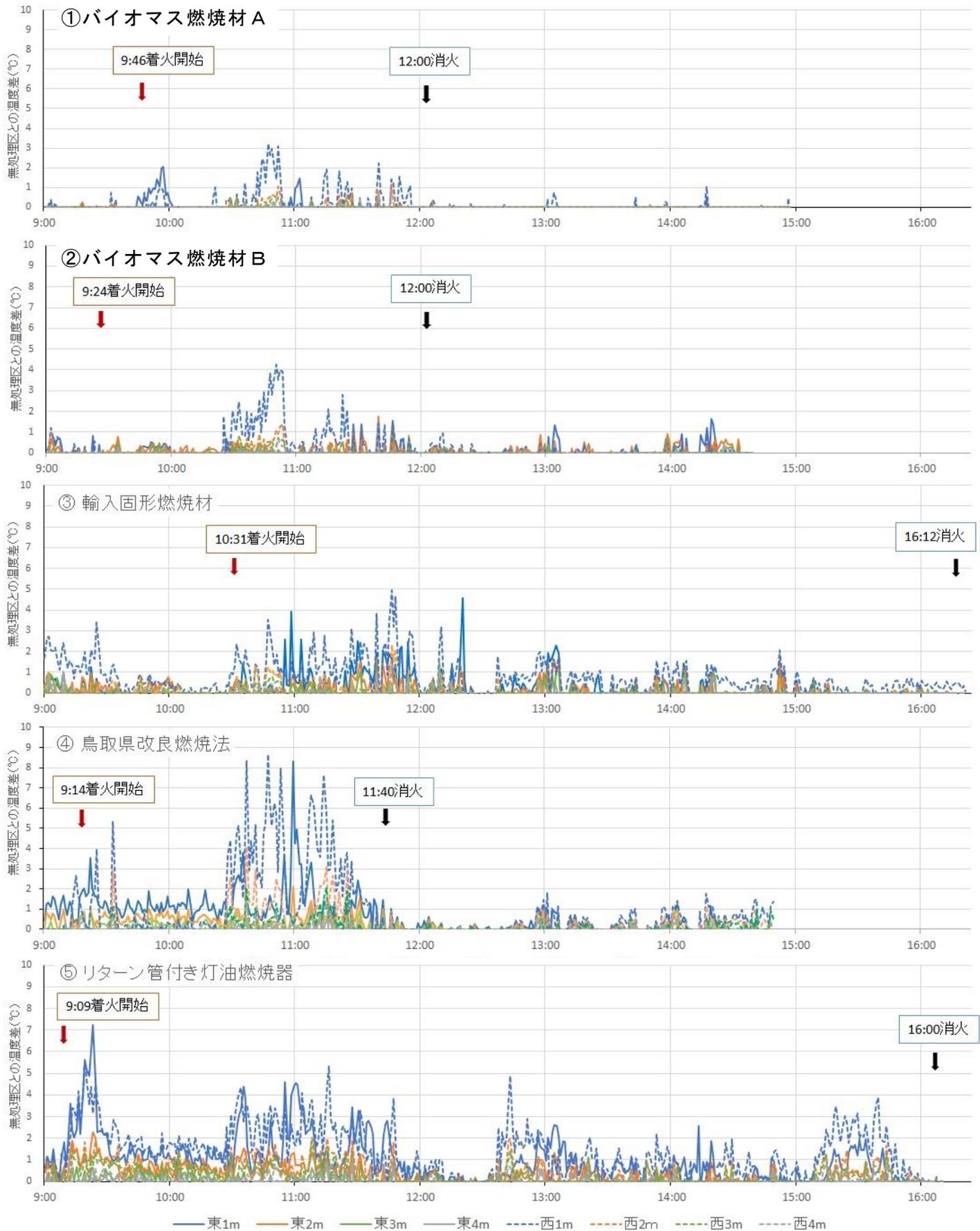


図 2 燃焼実験における無処理区との温度差の推移

表2 着火所要時間および燃焼時間

供試材料	着火方法	着火所要時間 ^z	燃焼時間 ^y
		(分：秒)	(時：分：秒)
①バイオマス燃焼材 A	着火剤 ^x +ガスバーナー	5:02	2:13:58
②バイオマス燃焼材 B	着火剤 ^x +ガスバーナー	4:45	2:35:59
③輸入固形燃焼材	ガスバーナー	1:07	5:40:53
④鳥取県改良燃焼法	ガスバーナー	0:09	2:25:19
⑤リターン管付き灯油燃焼器	ガスバーナー	0:45	6:50:15

^z 着火開始から材料本体の燃焼を目視で確認できたまでの所要時間

^y 材料本体の燃焼開始から、完全に消火するまでを目視で確認した時間

^x 材料本体の燃焼開始から、完全に消火するまでを目視で確認した時間

表3 燃焼実験における無処理区との最高温度差 (単位：℃)

供試材料	熱源からの水平距離 ^z			
	1m	2m	3m	4m
①バイオマス燃焼材 A	3.3	1.1	0.5	
②バイオマス燃焼材 B	4.4	1.7	0.7	
③輸入固形燃焼材	5.0	2.3	1.5	0.5
④鳥取県改良燃焼法	8.7	4.1	2.1	0.9
⑤リターン管付き灯油燃焼器	7.2	2.3	1.9	1.1

^z センサーは、熱源の地面中心から、水平距離を計測した点の地上75cmの高さに設置

表4 供試材料の単位当たり発熱量

供試材料	発熱量 (MJ/kg, /L)
①バイオマス燃焼材 A ^z	15.6
②バイオマス燃焼材 B ^z	16.2
③輸入固形燃焼材 ^z	30.1
④鳥取県改良燃焼法 ^y	37.0
⑤リターン管付き灯油燃焼器 ^y	37.0

^z 広島県総合技術研究所 西部工業技術センター調べ

^y 灯油の発熱量

表5 燃焼手法別の特性整理表

手法名	メリット	デメリット・課題	その他特徴	設置条件	10a 当り 設置個 数(目安)	費用(円/10a)	
						容器等	燃 焼 材
①バイオマス燃焼 材A	バイオマス燃料	着火に要工夫 燃焼容器が望 燃焼時間短い 設置・回収の労力		30cm×4 本/ 容器	30 ~ 50 カ所	99,000 ~ 165,000	23,880 ~ 39,800
②バイオマス燃焼 材B	バイオマス燃料 県内企業	着火に要工夫 燃焼容器が望 燃焼時間短い 設置・回収の労力		30cm×4 本/ 容器	30 ~ 50 カ所	99,000 ~ 165,000	30,720 ~ 51,200
③輸入固形燃焼材	器具が不要 着火が比較的容易 燃焼材では比較的発熱 量が大	輸入価格不安定 組成は？ 着火 2 時間以降 火力落ちる	消火前に 煙が多 設置上下 あり		20~40 個	0	17,600 ~ 26,400
④鳥取県改良燃焼 法	発熱量が大きい 着火が容易	燃焼時間が短い 設置・回収の労力	フタで火 力と燃焼 時間調節	灯油 3L/器 120 円/L	20~30 個	44,000 ~ 66,000	7,200 ~ 10,800
⑤リターン管付き 灯油燃焼器	燃焼時間が長い 発熱量が大 温度を比較的キープ	保管かさばる 燃油量が多 燃焼器のコスト 設置回収の労力	消火前に 煙が多	灯油 18L/器 120 円/L	15~25 台	495,000 ~ 825,000	32,400 ~ 54,000

3) 燃焼法の燃焼時間延長に関する調査

ア. 実験の進め方

(1) 目的

前項の燃焼法の手法別の特徴を把握する実験の結果、「鳥取県改良燃焼法」は、着火までの時間が短く、発熱量が大きい利点があるが、慣行の使用方法では燃焼時間が短いため、燃焼時間の延長方法を明らかにする。

(2) 試験区

慣行区：灯油量 3 L、給気通常

4 L 区：灯油量 4 L、給気通常

5 L 区：灯油量 5 L、給気通常

少給気区：灯油量 3 L、給気少

(3) 実施日時・場所

2023 年 12 月 20 日 ○○農園臨時駐車場

(4) 調査内容

- ① 温度推移：熱源より 1m・2m・3m・4m の 4 か所×2/資材、それぞれ高さ 90 cm
T 熱電対を用い、熱電対ロガー (ティアンドデイ MCR-4TC) 1 台につき 4 センサー装着で、
10 台を使用、1 資材につき 2 台・8 センサー
- ② 燃焼時間

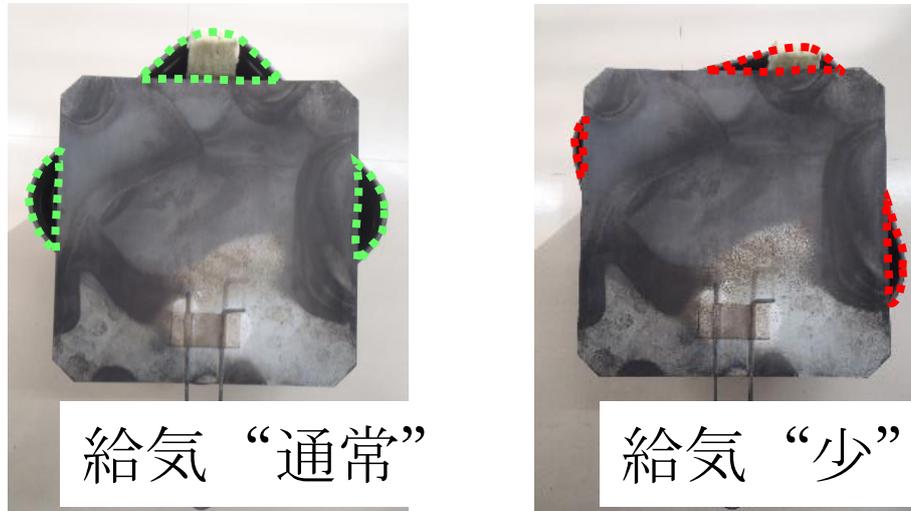


図 3 鳥取県改良燃焼法の燃焼実験の給気の違い

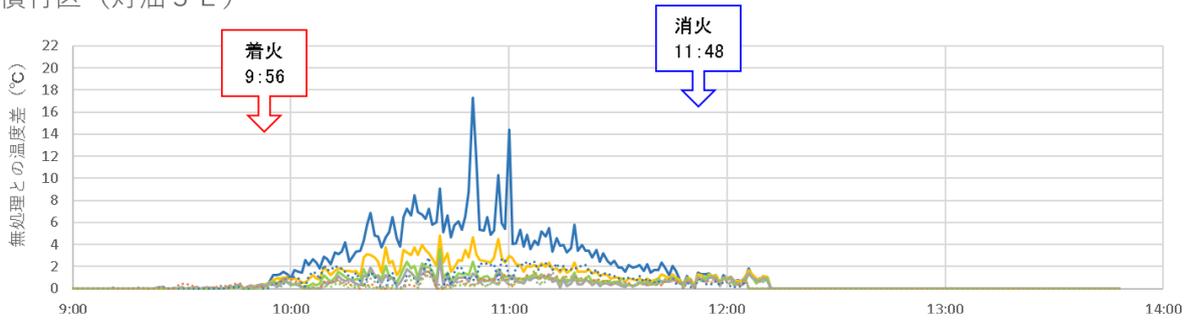
イ. 燃焼時間延長に関する実験の結果

- (1) 給気が通常の場合、慣行区 (灯油 3 L) 1 時間 52 分と比較して、4 L 区 2 時間 53 分、5 L 区 3 時間 29 分で、長かった (図 4、表 6)。
- (2) 平均上昇温度は、対照区 1.4℃、4 L 区 1.3℃、5 L 区 1.4℃で、同等であった (図 4、表 6)。
- (3) 給気少区は燃焼時間が 3 時間 25 分で対照区 (灯油 3 L、給気通常) より長く、5 L 区と同等であったが、平均温度上昇 1.0℃で他の給気通常区より低かった (図 4、表 6)。
- (4) 給気少区は、燃焼途中で消火し、3 回の再点火を行った (図 4、表 6)

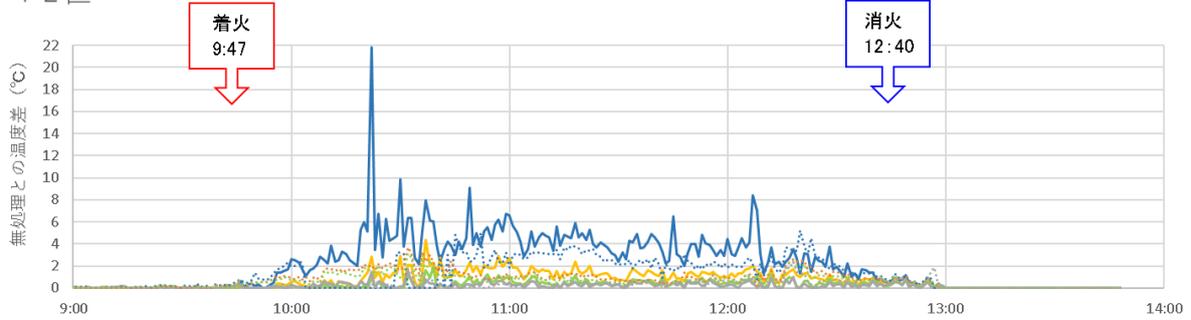
ウ. 考察

鳥取県改良燃焼法は、灯油量の増量に比例して、燃焼時間を延ばすことができる。給気を少なくする場合は、温度上昇が抑制され、途中で消火することもあるため、リスクがある。

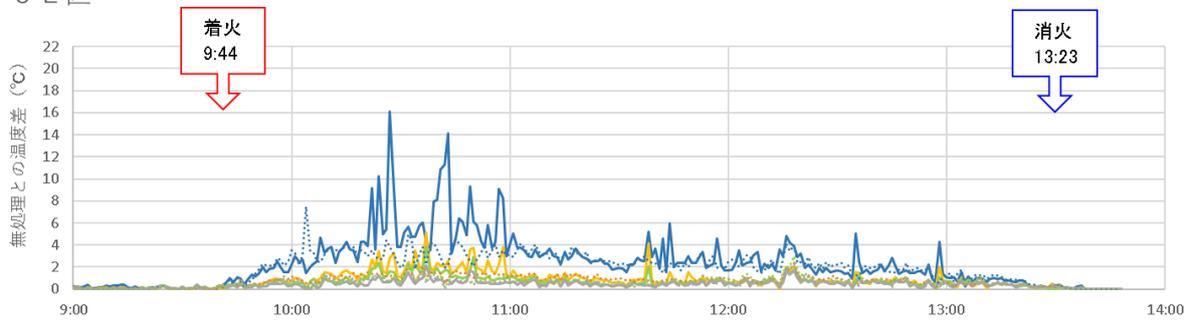
慣行区（灯油 3 L）



4 L 区



5 L 区



通気少区（灯油 3 L）

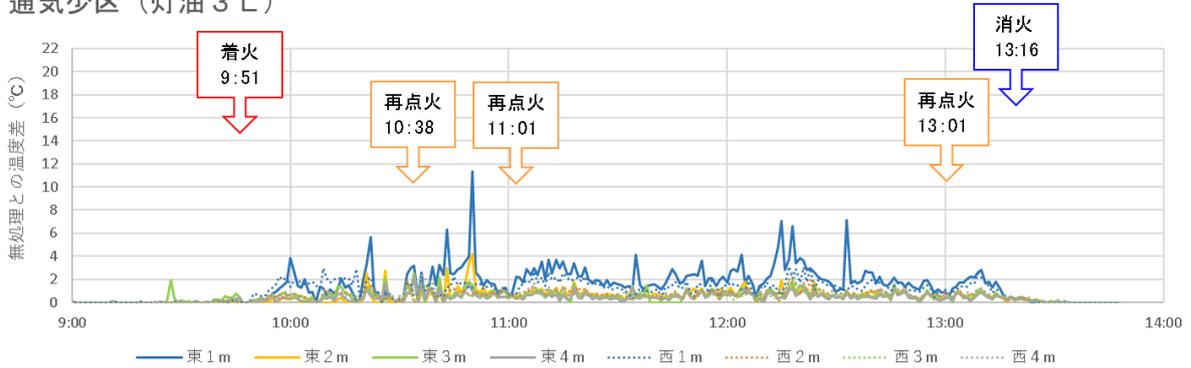


図 4 灯油燃焼（鳥取県改良燃焼法）における灯油量と通気法の違いと温度推移

表 6 灯油燃焼（鳥取県改良燃焼法）における灯油量と通気法の違いと燃焼時間、平均上昇温度、再点火回数

処理区	燃焼時間 (時：分)	平均上昇温度 ² (°C)	再点火回数 (回)
慣行区（灯油 3 L、給気通常）	1：52	1.4	0
4 L 区（給気通常）	2：53	1.3	0
5 L 区（給気通常）	3：29	1.4	0
給気少区（灯油 3 L）	3：25	1.0	3

² 各区について、無処理の温度よりも上昇した温度を求め、8センサーすべての結果を平均

4) 防霜ファンの温度調査

ア. 実験の進め方

(1) 実施場所

県内の梨平棚栽培経営体

(2) 温度計測位置

- ① 逆転層（地上 6.5m 上空）
- ② ファン風下、地上 1.3m
- ③ ファン風下 低温害多発エリア（②と同一圃場内で例年、低温害の被害が出やすいエリア）、地上 1.3m
- ④ ファン風圏外（防霜ファンの風が当たらないエリア）、地上 1.3m

(3) 温度計測方法

ソーラー電源の強制通風ラジエーションシールド内に、温度センサー（ティアンドデイ社、TR42）を内蔵した装置を各計測位置に設置した（図 5、図 6）。計測間隔は 1 分とした。



図 5 ソーラー電源の強制通風ラジエーションシールドの設置状況



図6 逆転層（地上 6.5m 上空）のラジエーションシールド設置状況

イ. 防霜ファンの温度計測の結果

- (1) 逆転層の地上から 6m の上空は、22 時から翌日 6 時までの間、地上 1.3m のその他の区より、温度が高く推移した（図 7）。
- (2) 防霜ファンが起動したと見られる 1 時から、②ファン風下および③ファン風下_低温害多発エリアは①逆転層と比較して 1~3°C 低い温度で推移し、0.5~2.0°C の昇温効果が認められ、昇温効果は早朝の 6 時 30 分くらいまで持続した。

ウ. 考察・まとめ

- (1) 地上付近に比較して 6m 上空の温度が高い、逆転層が発達する場合、防霜ファンを稼働することで、ファンの風の当たるエリアは、0.5~2.0°C の昇温が可能で、効果は低温害のリスクがなくなるまでの長時間持続できる。
- (2) 2.0°C を超える昇温効果は認められず、危険温度より 2°C 超えての低温に遭遇した場合は低温害を防げないと考えられる。

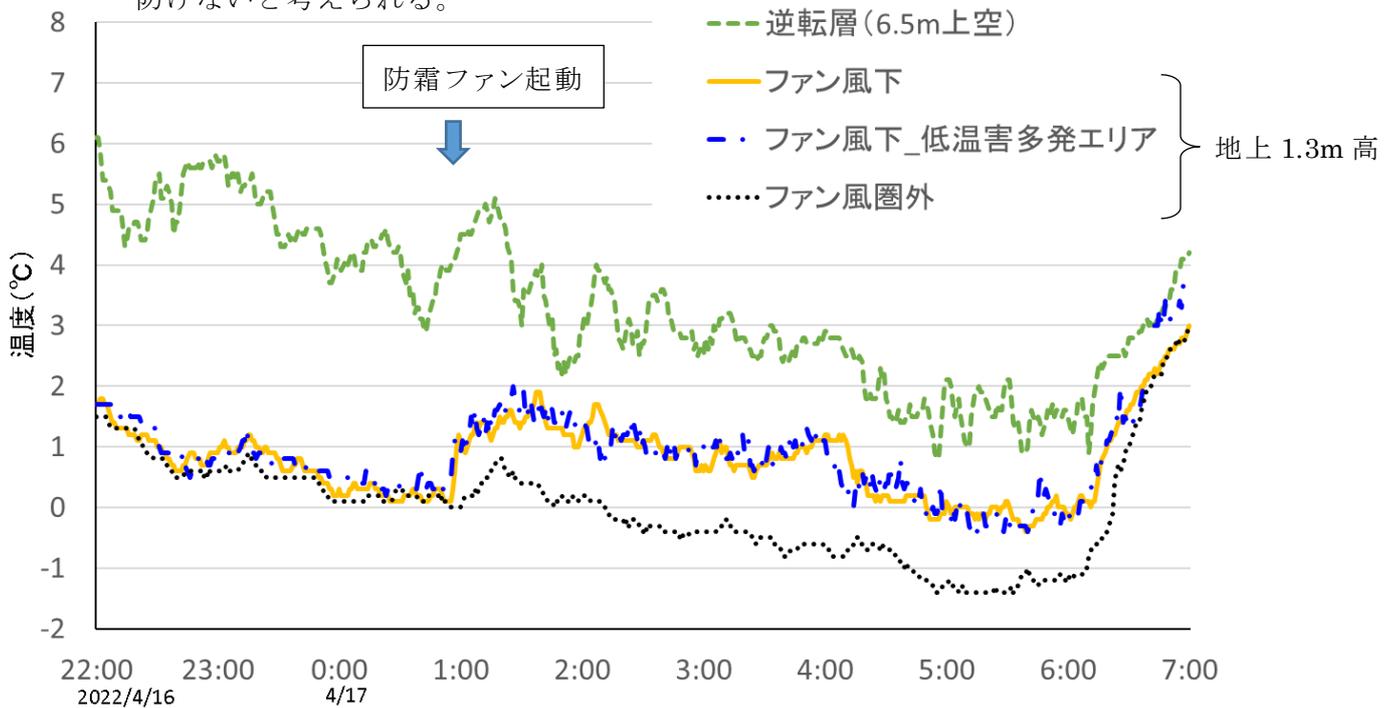


図7 防霜ファン設置園における温度推移

5) 防霜ファンと燃焼法の併用の影響調査

ア. 実験の進め方

(1) 目的

2) 項の燃焼法の手法別の特徴を把握する実験の結果、「輸入固形燃焼材」および「リターン管付き灯油燃焼器」は、燃焼時間が5時間以上で長かった。この両資材について、防霜ファンとの併用による温度上昇効果を明らかにする。

(2) 試験区

対照区：防霜ファンの風のみ

防霜ファン+輸入固形燃焼材区：防霜ファンの風下15mの位置に燃焼材を置く

防霜ファン+リターン管付き灯油燃焼器区：防霜ファンの風下15mの位置に燃焼材を置く

(3) 実施日時・場所

2023年4月9日 ○○農園

(4) 調査内容

防霜ファンから15mの位置に燃焼材を置き、燃焼材から3m風下の位置の温度推移を測定

対照区は、防霜ファンから18m風下の位置の温度推移を測定

温度センサーは、ソーラー電源の強制通風ラジエーションシールドに内蔵(ティアンドデイ社、TR42)した装置を各計測位置に設置

イ. 防霜ファン+燃焼材の温度計測の結果

(1) 防霜ファン+リターン管付き灯油燃焼器は温度上昇が認められた(図8)。

(2) リターン管付き灯油燃焼器は、梨の棚線や枝に炎が到達することがあった(図表略)。

ウ. 考察・まとめ

(1) 危険温度より2℃を超えて温度が下がる場合は、防霜ファンとリターン管付き灯油燃焼器を組み合わせると温度上昇効果が増す。

(2) リターン管付き灯油燃焼器は梨などの平棚栽培で用いる場合、棚線や枝に炎が到達し、棚線の劣化や枝が燃焼する危険があるため、金属板等で遮蔽して保護を行う必要がある。

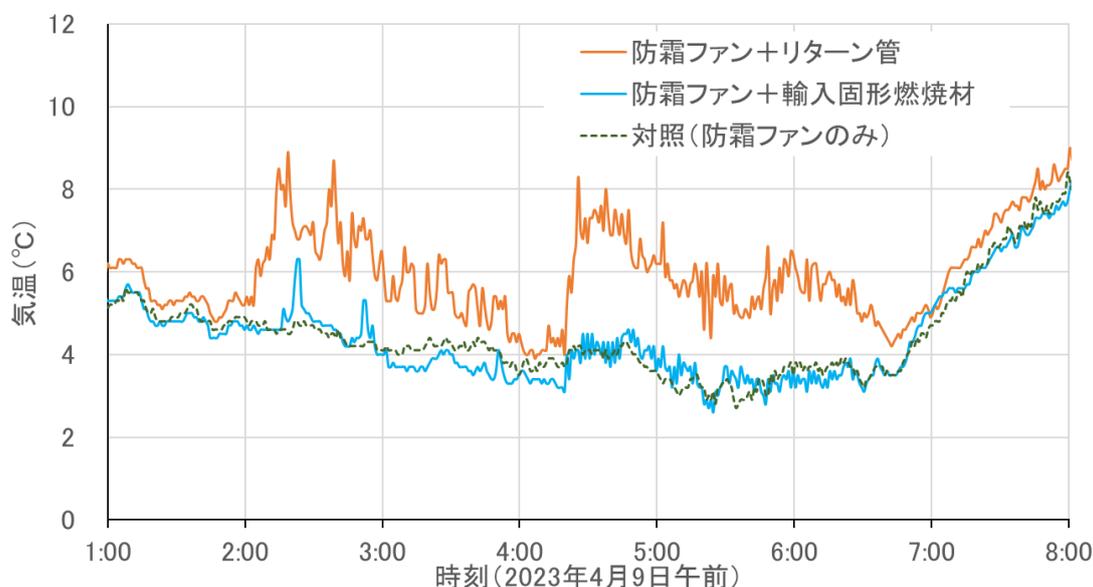


図8 防霜ファンと燃焼材の併用における温度推移

6) 散布型の霜害対策資材が霜害に及ぼす影響を確認

ア. 調査の進め方

(1) 目的

1) 項の現地実態調査の結果、「散布型」の晩霜害対策は実施者が燃焼法に次いで多く、省力的で低コストである利点があるが、効果が実感されていないことが問題である。ここでは、散布型資材（散布剤を植物体に吹き付けて晩霜害を軽減する目的の材）が、霜害に及ぼす影響を明らかにする。

(2) 試験区

無処理区

散布剤 A 区（霜害対策目的で市販されている植物体への散布剤）

散布剤 B 区（霜害対策目的で市販されている植物体への散布剤）

(3) 場所

〇〇農園

(4) 処理方法

低温が予想される前日、2023 年 4 月 8 日、4 月 12 日、4 月 17 日の 3 回散布

(5) 調査

1 区 1 樹 5 反復、1 樹 20 花そう（長果枝 3 枝・短果枝 3 枝、1 枝 3~4 花そう）を調査

イ. 散布型資材の調査結果

(1) 日本なし「幸水」における 2023 年度の晩霜害対策の散布剤処理では、開花期の調査は、処理による差は見られなかった（表 8）。

(2) 花そう毎の結実状況の調査では、処理による差は見られなかった（表 8）。

(3) 開花した花そう数に対する結実した花そう数の割合は、処理による差は見られなかった（図表略）。

ウ. 考察・まとめ

(1) 前年に同様の調査を行い、処理による効果は認められていない。

(2) 散布型資材の霜害に対する効果は、判然としない。

表 7 散布型資材の霜害に対する影響

処理区	開花時の花そう ^z				結実時の花そう ^y			
	正常	めしべ 萎れ	めしべ 枯死	花枯死	正常	変形果	小果	結実 無し
無処理区	73	27	0	0	54	0	26	21
散布剤 A	61	37	0	2	49	0	27	24
散布剤 B	80	20	0	0	61	0	29	10
分散分析 ^x	n. s.	n. s.	—	n. s.	n. s.	—	n. s.	n. s.

^z 2023 年 4 月 18 日調査. ^y 5 月 17 日調査. ^x n. s. : 5%水準で有意差なし (n=5).

7) 晩霜害対策の手法別活用場面の整理

手法		活用
設備 備 投 型	散水氷結法 (スプリンクラー)	インフラ整備が可能で水源が確保できる産地、経営体。 ※排水対策が必要
	送風法 (防霜ファン)	逆転層が発現するエリア。 ※危険温度-2℃超えは、燃焼法等との併用
非 設 備 投 資 型	輸入固形燃焼材	小～大規模で点火のための労力が確保できる経営体 ※パッケージ上に置くと良い。結露や周辺からの吸湿に注意
	鳥取県改良燃焼法	小～中規模で容器の配置・回収、給油の労力が確保できる経営体 ※燃焼時間は灯油量の増減でも調整可能
	リターン管付 灯油燃焼器	限られたエリアでピンポイント使用。 防霜ファンとの併用。特に被害がひどいエリア。 ※果樹棚の保護が必要

5 普及指導活動における活用方法

近年は、地球温暖化を背景とした春先の温度上昇により、落葉果樹は開花が早まる傾向にあり、開花期前後に晩霜害を受ける期間が長く、リスクが高まっている。今回の報告は、晩霜害に対して生産者が対策を判断する際の根拠として、活用が期待できる。

6 留意事項

- 現状では、燃焼法を主体とせざるを得ず、その場合、安全面や労力負担は完全には払しょくできない。
- スマート技術の実用化と活用が求められる。
 - ・ 低温アラート・ナビ&開花予測システム
対策の実施判断、点火タイミング・対策時間の判断
 - ・ 逆転層確認ツール（防霜ファンの根強いニーズ）
- 燃焼法に変わる方法の開発も待望される。