

6 果樹（なし、ぶどう、りんご）

1 現在の気候変動影響と適応策

落葉果樹のなしやぶどう、りんごでは、気候変動に伴い、暖冬の影響により耐凍性を獲得する低温順化が妨げられ、厳寒期の強い冷え込みによって凍害（発芽不良）の発生頻度が高まっています。一方、春の気温の上昇で発育が早まり、開花期と降霜期が重なるなどして晩霜害による甚大な結実不足を招いています。

また、生育期から成熟期にかけての極端な高温は、果実の日焼けや果肉障害、着色不良などの果実品質に影響を及ぼします。加えて気温の上昇により、ハダニ類などの害虫が増加傾向となっています。

そのため、晩霜対策として防霜ファンの設置や防霜資材の散布、生育期の高温対策として、かん水管理の徹底や着色しやすい品種への転換のほか、ハダニ類対策として天敵製剤を活用するなど、効果的な対策を講じることで、今後も安定生産を図っていく必要があります。

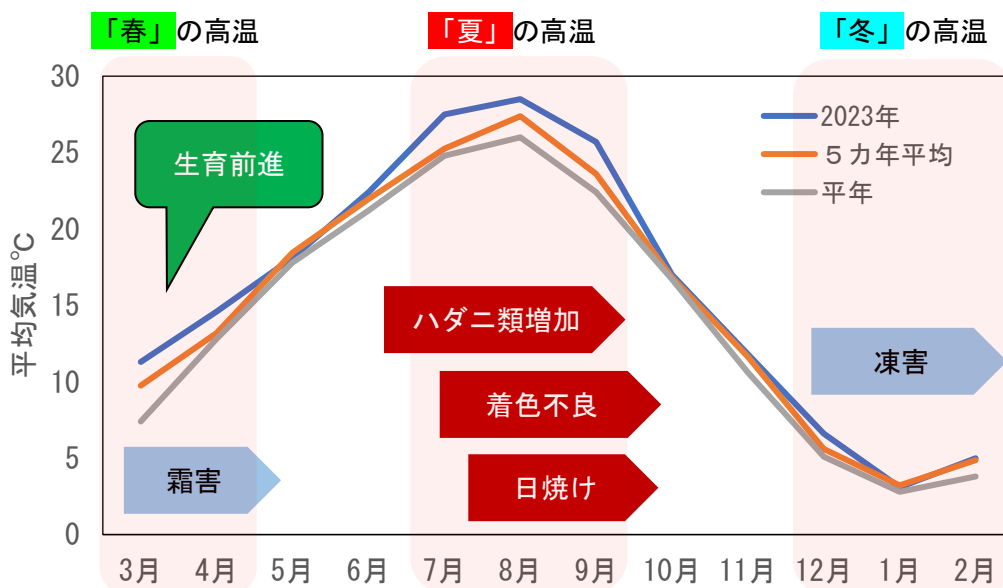


図1 月別平均気温の推移(データ:宇都宮地方気象台)

(1) 現在生じている気候変動影響

表1 現在生じている気候変動影響(なし・ぶどう・りんご)

影響を引き起こす気候	作物の症状	品質・収量等への影響	被害の大きさ ※1	被害の発生頻度 ※2
休眠期の高温	ア 凍害（発芽不良）の発生	品質・収量の低下	中	中
	イ 晩霜害の発生	品質・収量の低下	大	大
7～9月の高温・少雨	ウ 日焼け等の発生	品質・収量の低下	中	中
	エ 着色不良の発生	品質・収量の低下	中	中
	オ 病害虫の増加	品質・収量の低下	中	中

※1：生産量の減少程度で大、中、小 ※2：一定年数中の発生年の割合で高、中、低

ア 凍害（発芽不良）の発生

なし・ぶどう

落葉期から休眠期にあたる 11 月～翌年 2 月の晩秋から冬期にかけて気温が高く推移することで、耐凍性が十分に高まらない中、冬期に氷点下 10℃以下の強い冷え込みに遭遇することで「凍害」が生じます。その後、発芽や開花に向けて樹液流動が始まる 3 月～4 月頃になると、発芽不良や発芽遅延、発芽後の生育不良などの症状が現れます（なしでは凍害により「紫変色枝枯れ症」として発生することもあります）。

近年、県内全域において、なしやぶどうの一部で発芽不良が確認されています。



図2 発芽不良を起こしたなし樹(左)



図3 凍害によるぶどう主幹部の亀裂

イ 晩霜害の発生

なし・りんご

暖冬に加えて、3月の気温の大幅な上昇により、自発休眠後の生育が早まることで、なしやりんごにおいて4月の開花期を中心に「晩霜害」に遭う危険性が非常に高まっています。

農業試験場のなし（にっこり）の開花状況をみると、30年前と比較して約10日早まっており、2023年産においては、3月の記録的な高温により、これまでで最も早い3月31日に開花始めとなりました。なしやりんごなどは、開花期が最も低温被害に遭遇しやすいことから、生育が前進する中で寒の戻りによって氷点下の厳しい冷え込みがあると被害が甚大になります。

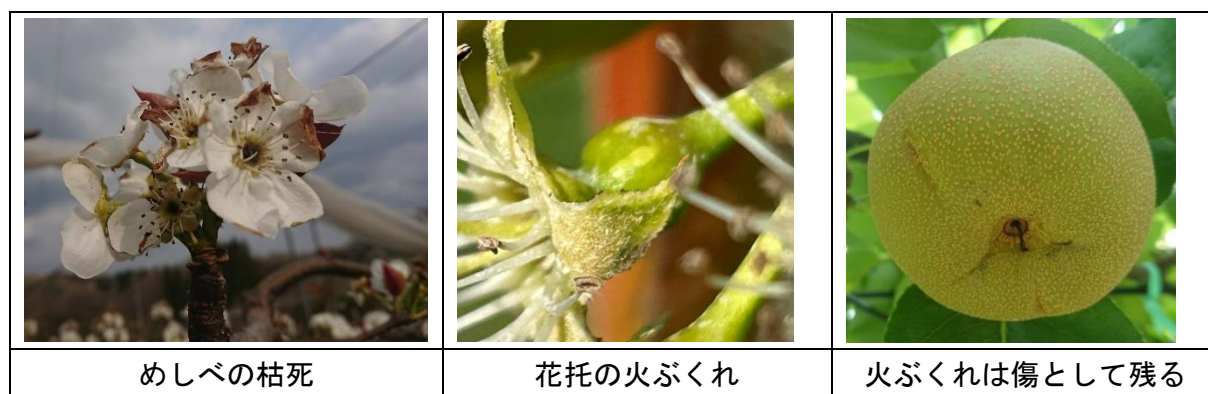


図4 なしの晩霜害のようす

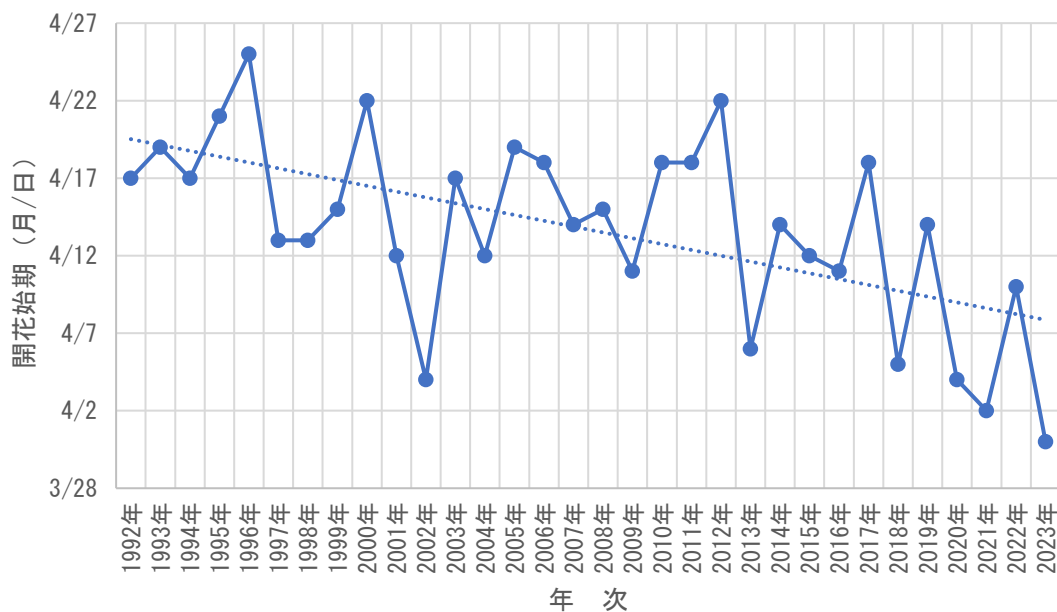


図5 なし“にっこり”の開花始期の年次変化(県農業総合研究センター)

ウ 日焼け等の発生

(ア) 日焼け

なし・ぶどう・りんご

梅雨期や8～9月の成熟直前に35℃を超える高温や強日射を受けると、果皮に「日焼け」が生じ、程度がひどい場合には果肉まで到達し、廃棄することとなります。特にりんごのわい化栽培は果実が直接日光にあたりやすいため発生率が高い傾向にあります。

また、ぶどうでは、硬核期から果粒肥大期にあたる6～7月にかけての高温により果房の日焼けが生じます。果房の日焼けは、袋内の温度が50℃を超え、果粒の温度が35℃を超えると発生しやすいことがわかっています。



図6 高温や強日射で日焼けした果実

(上段右:ぶどう果房の日焼け、下段左から:なし「にっこり」の水浸状障害、「にっこり」果実の日焼け、「にっこり」果実の日焼けに伴う高温障害、りんご果実の日焼け)

(イ) 水浸状果肉障害

なし

にっこのり水浸状果肉障害は、発生要因が十分には解明されていないものの、8月～9月にかけての高温・乾燥が影響していると考えられており、さらに秋期の気温が高く推移することでこれまで以上に果肉障害の発生する危険性が高まっています。

また、2023年産においては、8～9月にかけての記録的な高温と少雨の影響により、にっこり等の晩生品種で果実の日焼けが発生し、それに伴い果皮近くの果肉が黄色く浸みたような症状が散見されました。

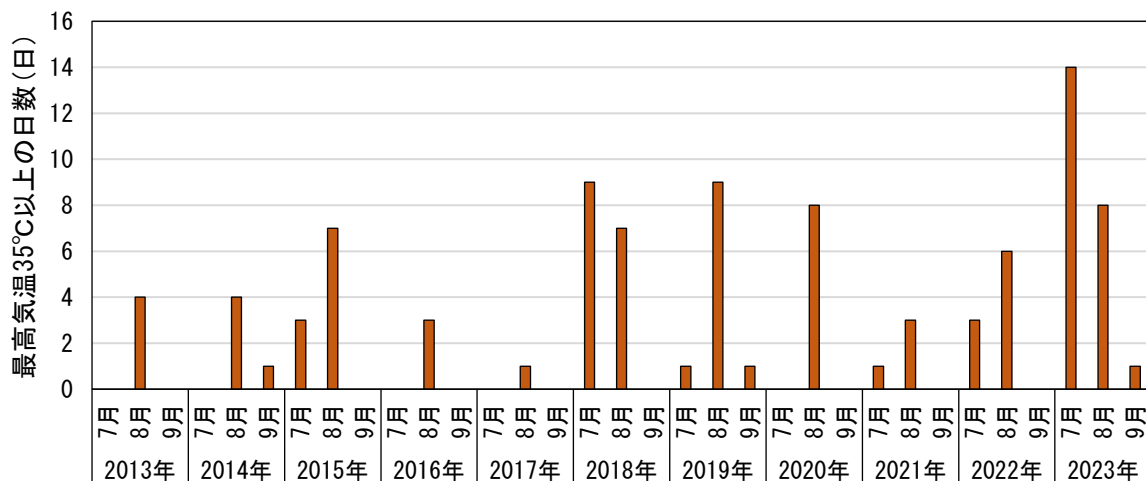


図7 最高気温 35°C以上の日数の経年変化(データ:宇都宮地方気象台)

エ 着色不良の発生

ぶどう・りんご

果実の着色は温度に依存しており、着色期に気温が高く推移すると着色が劣ったり、遅延したりします。

ぶどうでは、果粒軟化期から成熟期にあたる7～8月の高温により巨峰などの着色が以前より劣る傾向があります。「巨峰系」ぶどうは、着色適温が15～20°C気温であり、30°Cを超える条件下ではアントシアニンの合成が抑制され、着色不良が生じやすくなります。

本県りんごの主力である「ふじ」は、収穫期の約4週間前から徐々に着色が進行し、気温が15°C程度で着色が優れます。

また、最近の「ふじ」の収穫最盛期は、数十年前と比べて10～15日ほど遅くなっています。これは、晩秋の冷え込みが弱まったことで、着色遅延が発生し、収穫時期の遅れにつながっていると推察されます。現在のところ「ふじ」などの晩生種は、着色遅延の影響はあるものの、生育期間が延びることにより完熟した糖度の高いりんごを消費者へ提供できる面においては有利に働いていると考えることもできます。

但し、今以上に気温が上昇した場合は、着色不良や果肉軟化、みつ入りの減少など、負の面が大きくなると考えられることに注意が必要です。



図8 ぶどう「巨峰」の着色の様子
 (左:着色不良、右:正常な着色)
 [農研機構ホームページより]



図9 りんご「ふじ」の着色の様子
 (上:正常な着色、下:着色不良)
 [全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト
 (https://www.jccca.org/)より]

オ 病害虫の増加

なし・ぶどう・りんご

生育期における気温の上昇や夏期の高温乾燥の影響により、県内全域でハダニ類の発生が増加しています。ハダニ類が寄生すると、新梢の葉焼けや落葉などを引き起こすことから、生産性や果実品質の低下につながります。

また、なしでは、近年の生育期の高温多湿条件により、炭疽病の増加が顕著になっています。炭疽病は葉に感染し早期落葉を引き起こすため、生産性や果実品質の低下はもとより、花芽の着生が少なくなるなどの問題を生じます。



図10 なしの葉に寄生したハダニ類



図11 炭疽病に感染したなしの葉

(2) 現在実施されている適応策（5年後の営農を見据えて取り組める事項）

表2 現在実施されている適応策(なし)

作物の症状	現在実施されている 適応策	適応策の 効果※	留意事項
ア 凍害（発芽不良）対策	(ア) 基肥の春肥施用	A	冬期の窒素施用は耐凍性を弱め凍害のリスクを高めるため注意
	(イ) 防寒資材の利用	B	防寒資材の稲わら等を用意する必要
イ 晩霜害対策	(ア) 防霜資材の利用	B	燃焼法や防霜資材の散布など低温の状況に応じて使い分け必要
	(イ) 防霜ファン	A	-2℃を下回る低温の場合は効果が不安定
	(ウ) 多目的防災網	C	直接の昇温効果はなく、燃焼法などと組み合わせる必要
	(エ) 人工受粉の実施	B	低温発芽性のある受粉用品種は計画的に導入する必要
ウ 日焼け対策	(ア) 果実袋の利用	B	被袋により成熟期がやや遅れるため収穫適期の判定が必要
	(イ) かん水の励行	A	夏に用水が不足しやすい地域では導入が困難
	(イ) カルシウム資材の利用	B	年次により効果に差がある、果実の汚れに注意
エ 病害虫の増加対策	(ア) 適期防除の励行	B	耕種的防除を組み合わせた総合防除技術の励行
	(イ) 天敵製剤の利用	B	選択的殺虫剤を使用

※A：優れた効果がある、B：効果がある、C：やや効果がある

表3 現在実施されている適応策(ぶどう)

作物の症状	現在実施されている 適応策	適応策の 効果※	留意事項
ア 凍害（発芽不良）対策	(イ) 防寒資材の利用	B	防寒資材の稲わら等を用意する必要
ウ 日焼け対策	(イ) 傘かけ	B	傘かけにかかる資材費の増加
	(イ) かん水の励行	B	夏に用水が不足しやすい地域では導入が困難
エ 着色不良対策	(ア) 環状剥皮	B	連年実施は樹勢低下を招くため注意
	(イ) 着色系統品種の導入	A	需要に応じた品種の導入が必要
オ 病害虫の増加対策	(ア) 適期防除の励行	B	耕種的防除を組み合わせた総合防除技術の励行
	(イ) 天敵製剤の利用	B	選択的殺虫剤を使用する必要

※A：優れた効果がある、B：効果がある、C：やや効果がある

表4 現在実施されている適応策(りんご)

作物の症状	現在実施されている 適応策	適応策の 効果※	留意事項
ア 凍害（発芽不良）対策	(イ) 防寒資材の利用	B	防寒資材の稲わらや白塗剤を用意する必要
イ 晩霜害対策	(ア) 防霜資材の利用	B	燃焼法や防霜資材の散布など低温の状況に応じて使い分け必要
	(イ) 防霜ファン	A	-2℃を下回る低温の場合は効果が不安定
ウ 日焼け対策	(ア) 果実袋の利用	B	被袋により成熟期がやや遅れるため収穫適期の判定が必要
	(イ) かん水の励行	A	夏に用水が不足しがちな地域では、水管理の実施が困難
	(イ) カルシウム資材の利用	C	年次により効果に差がある、果実の汚れに注意
エ 着色不良対策	(イ) 窒素肥料の減肥	B	着色向上のため樹勢に応じて窒素肥料を減肥
	(イ) 着色系統品種の導入	A	需要に応じた品種の導入が必要
オ 病虫害の増加対策	(ア) 適期防除の励行	B	耕種的防除を組み合わせた総合防除技術の励行
	(イ) 天敵製剤の利用	B	選択的殺虫剤を使用する必要

※A：優れた効果がある、B：効果がある、C：やや効果がある

ア 凍害（発芽不良）対策

(ア) 基肥の春肥施用

なし

秋冬期の肥料や堆肥の施用は、耐凍性の高まりを妨げることから、基肥の散布時期を慣行の秋冬期から翌春に変更することで、花芽の枯死率を大幅に減らせることが報告されています。春の施用に切り替えても樹体や生産性への影響はありません。

本県の生産現場においても、紫変色枝枯れ症や芽枯れ等の凍害の発生に対して、基肥の施用時期を春肥に切り替えたところ発生が減少した事例があります。

（参考文献：「ニホンナシ発芽不良対策マニュアル」

https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/20200108_nifts_nihonnashi_hat_sugafuryo_manual.pdf

(イ) 防寒資材の利用

なし・ぶどう・りんご

幼木は凍害に遭いやすいため、防寒対策として主幹部に稲わらを5～10 cmの厚みで巻くことや白塗剤を塗ることで軽減することができます。

最近では、長い袋状に加工した透湿性防水シートにヒノキのプレーナー（かな）屑を充填した防寒資材（商品名：ホワイトスネーク）を活用することで、作業性良く防寒処理ができます。この防寒資材を主幹部に巻き付けると、冬期の樹の表面温度は、最低が4～5℃高く保持され、最高は9～10℃低く、日較差を大幅に小さくすることで、凍害を受けにくくなります。防寒資材の巻き付けは1月の厳寒期より前に行っておきます。



図12 防寒資材
(農水省技術カタログより)

イ 晩霜害対策

(ア) 防霜資材の利用

なし・りんご

燃焼法は、灯油を燃料に火を燃やして、果樹園内を昇温させ、霜を防ぐ方法です。点火数20点/10aの場合、約1℃の上昇効果があります。燃焼法は、燃焼時に煙や臭いなどが発生するため、実施する際には周辺環境に十分配慮する必要があります。

また、多孔質等を原料にした防霜資材を低温が予想される前日に散布することで、被害の軽減効果があります。資材は、自走式防除機のスピードスプレーヤーを使って散布できるため取り組みやすいです。直接の保温効果はないため、冷え込みの強さによっては効果が安定しないこともありますが、現地での活用事例も多く、未然防止対策の一つとして効果的です。



図13 左:燃焼資材の利用 右:防霜資材の散布

(イ) 防霜ファン

なし・りんご

送風法は、果樹園に設置した大型の扇風機により、放射冷却によってできた逆転層の上層にある暖かい空気を下へ送り、空気を攪拌することで、降霜を防ぐ方法です。果樹園に設置した防霜ファンにより気温を2℃程度上昇させることができます。

防霜ファンの作動は、花蕾露出期の早い生育ステージから行うことで、被害の未然防止につながるるとともに、-3℃を下回る冷え込みの場合は、燃焼法（防霜ロック）などを使った燃焼法と組み合わせた対策を行うことで、防霜効果を高めることができます。

本県なし園の設置状況は、全体栽培面積の45%で、降霜常発地帯では普及定着しています。

(ウ) 多目的防災網

なし

多目的防災網は、降ひょうや防風、防鳥、防虫を目的に設置されています。

晩霜対策として使用する場合は、開花前に果樹園全体（側面は開放しておく）を覆うように展張し、夜間の放射冷却を緩和することで、園内の気温を通常より約0.5℃高く保持することができます。一定の保温効果が期待できます。

また、保温効果を安定させるためには、園内の下草を開花までに短く刈り込むなど、地温をできるだけ高める工夫が必要です。

なお、多目的防災網の展張には、直接の昇温効果はないため、冷え込みの強い場合は、燃焼法などの対策を組み合わせる実施します。

表5 晩霜害対策の組み合わせによる効果(県農業総合研究センター2018)

対策の組合せ	昇温効果
防霜ファンのみ	+0.7℃
燃焼法のみ	+0.4℃
防霜ファン+燃焼法+網かけ	+1.8℃
防霜ファン+燃焼法	+1.2℃
燃焼法+網かけ	+1.2℃



(参考文献：栃木県農業試験場研究成果集第30号

https://www.agrinet.pref.tochigi.lg.jp/nousi/seikasyu/seika30/sep_030_1_19.pdf)

(I) 人工受粉の実施

なし

晩霜の事後対策や低温による結実不良対策として、人工受粉を確実に実施し、結実の安定を図ります。人工受粉用の花粉を安定的に確保するため、農業者個々による受粉用品種の計画的な導入はもとより、生産部会等において花粉採取ほ場を設置するなど、組織的な対策を検討しましょう。

また、近年は、開花の前進に伴い、人工受粉の適温（15℃以上）に達しない日が続くことがあるため、結実をより安定させる目的から、低温発芽性のある「土佐梨」などの受粉用品種の利用が効果的です。

なお、受粉用品種の導入にあたっては、花粉量や発芽率のほか、開花時期などの採取作業を考慮して選択しましょう。

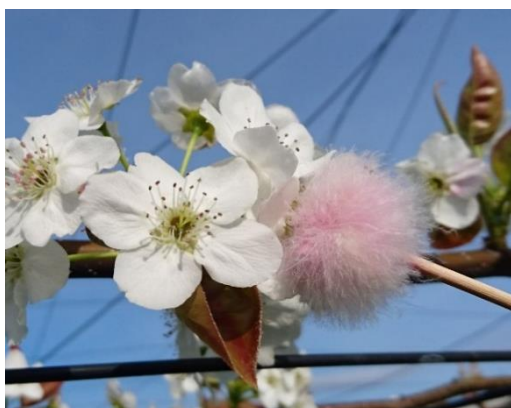


図 14 なし人工受粉用花粉を確保するための花粉共同採取ほ場の事例

ウ 日焼け対策

(ア) 果実袋の利用

なし

幼果期に袋かけを行うことで果実の日焼けを軽減することができます（記録的な高温年となった 2023 年は十分な効果が得られなかった事例あります）。

また、「にっこり」の水浸状果肉障害は、満開後 90 日から収穫時までの間、二重袋などの遮光率の高い果実を被袋することで、果肉障害の発生を軽減することができます。遮光率の高い果実袋を使用した場合、無袋栽培に比べて成熟期がやや長くなるため、収穫適期の判定に注意を要します。



図 15 なしの袋かけ

（参考文献：栃木県農業試験場研究成果集第 33 号

https://www.pref.tochigi.lg.jp/g59/new_seika/documents/sep_033_1_08.pdf）

りんご

7月上旬頃までに白色化繊布等を幼果に被覆することで果実の日焼けを軽減することができます。また、被覆した状態では着色しにくいいため、酷暑が過ぎた9月上旬頃を目安に布を果実から取り外します。

(参考文献：被覆資材によるリンゴ日焼け軽減マニュアル

https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/080314.html)

(参考文献：着脱容易で耐久性のある果実被覆資材によるリンゴ日焼け軽減技術

https://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/nifts/2018/18_057.html)

(イ) 傘かけ

ぶどう

6月中旬までにクラフトやタイベック素材の傘を果房にかけることで、高温や強日射による果房の日焼けを防止することができます。

なお、着色系統の品種に遮光率の高い傘をかけた場合は、着色開始直前に傘を外して着色を促進する必要があります。

また、傘かけは、雨水で伝染する黒とう病やべと病、晩腐病などの病害防除も兼ねて実施すると良いでしょう。



図 16 ぶどうの傘かけ

(ウ) かん水の励行

なし・ぶどう・りんご

夏期の高温乾燥は、果実の日焼けを助長します。

かん水設備を導入し、降雨が少ない場合は1回当たり 20～30 mmを目安に地表面へのかん水を行うことで、日焼けを軽減することができます。気温が 35℃を超える日が続く場合は、通常よりかん水量を増やして対応します。

なお、ぶどうは、硬核期以降（着色期）に大量の水分が土壌中に一度に加わると、裂果の発生を助長するため、かん水は多くなりすぎないようにこまめに行います。

(I) カルシウム資材の利用

なし・りんご

炭酸カルシウム資材を果実へ散布することで、日焼けの軽減につながります。カルシウム資材は、収穫直前に使用すると果実に白い汚れが付着するため、使用時期に注意しましょう。

エ 着色不良対策

(ア) 環状剥皮

ぶどう

成木において、満開後 30 日～50 日頃に主幹部へ環状剥皮を施すことで、着色向上につながります。

環状剥皮は、連年施用すると樹勢低下の影響が懸念されるため、まずは、着色改善に向けて着房数を再度見直し、3,000 房/10a を目安に適正な着果管理を実施した上で行うことが基本です。

ピオーネなどは、環状剥皮を行うことで、脱粒しやすくなることが報告されているため、処理する場合は、適期収穫を徹底する必要があります。

また、環状剥皮部分は、クビアカスカシバ等の樹幹害虫に加害されやすいため、樹を良く観察し、捕殺するなどの防除対策が必要になります。



図 17 ぶどう樹の主幹部に処理した環状剥皮
(農林水産省ホームページより)

(イ) 窒素肥料の減肥

りんご

窒素過多になると、着色不良を助長するため、樹勢に応じて年間の窒素施肥量を減肥します。

りんごの着色不良は、温暖化により進行する中、窒素施肥量が多くなることで、より発生を助長していると言われています。県内大多数の地域では、年平均気温が 13℃を超えていることから、年間施肥量を今一度見直し、樹勢が強い場合は、窒素を減らすことで着色向上を図ります。

表6 りんご果皮の着色を考慮した窒素施肥基準(農研機構 2020)

年平均気温	施肥量	備考
11-13℃	3～6 kgN/10 a	樹勢により施肥量調整
13℃以上	0～3 kgN/10 a	樹勢が強い場合は無施肥

(参考文献：わい化栽培のりんごにおける着色向上のための窒素施肥マニュアル

https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/20200226_nifts_chissosehi_manual.pdf)

(ウ) 着色系統品種の導入

ぶどう・りんご

農研機構等では、着色の容易な品種（ぶどう：「グロスクローネ」、りんご：「錦秋」など）の育成が進められています。県内でも一部導入しているところもありますが、栽培事例が少ないため、品種特性等の確認が必要です。



図 18 左:ぶどう「グロスクローネ」 右:りんご「錦秋」
(農林水産省ホームページより)

(参考文献：農研機構ホームページ ぶどう「グロスクローネ」

<https://www.naro.go.jp/collab/breed/0400/0411/077926.html>)

(参考文献：農研機構ホームページ りんご「錦秋」

<https://www.naro.go.jp/collab/breed/0400/0413/078142.html>)

オ 病害虫の増加対策

(ア) 適期防除の励行

なし・ぶどう・りんご

病害では、生育期の高温多湿条件下によって発生が助長される、炭疽病や輪紋病、晩腐病などが増加傾向であるとともに、害虫では夏期の高温によってハダニ類やカイガラムシ類などの発生が増えています。

そのため、落葉処理や粗皮削り、園内の雑草管理などの耕種的防除を組み合わせた総合防除に取り組むことで病害虫発生軽減を図りましょう。



図 19 左:冬期の落葉処理 右:ハダニ類土着天敵温存のための草生管理

(イ) 天敵製剤の利用

なし・ぶどう・りんご

生育期の高温によりハダニ類の発生が増加しています。

ハダニ類防除では、ミヤコカブリダニなどを使った天敵製剤を活用することで、より効果的に防除することが可能です。天敵製剤は、ハダニ類の密度が増加すると想定される1ヶ月前までには園内に設置することがポイントです。設置のタイミングが遅れると、ハダニ類の増加に対して天敵の定着と増殖が間に合わず、被害を抑えることが難しくなるため注意が必要です。

また、天敵製剤を設置する前にハダニ類の発生が確認された場合は、天敵に影響の少ない殺ダニ剤を散布した上で取り付けることが重要です（ハダニ類の増殖に対して天敵の捕食が間に合わないため）。



図 20 ハダニ類天敵製剤の利用(なし)

2 20年後を見据えて準備しておく事項

今後さらに気候変動によって温暖化が加速した場合、落葉果樹のなしやぶどう、りんごでは、休眠期や生育期の高温の影響により凍害（発芽不良）、高温障害果（日焼けや着色不良等）の発生が増加するとともに、高温はハダニ類などの害虫の増加を誘発させることが予想されます。

また、強い台風や勢力を維持したまま本県に接近・通過する頻度が増加した場合、暴風による樹体の損傷、落果、棚等の施設の破損などの被害がこれまで以上に多くなることが懸念されます。

そのため、20年後を見据えて準備しておく事項として、冬期の気温上昇に対応するため、低温要求量の少ない品種の導入や常緑果樹などへの転換、台風に伴う暴風の増加には、樹形改善による低樹高化や棚栽培化を進めていく必要があります。

(1) 将来懸念される気候変動影響

表7 将来懸念される気候変動影響(なし・ぶどう・りんご)

影響を引き起こす 気候	作物の症状	品質・収量等への影響	被害の大きさ ※1		被害の発生頻度 ※2	
			現在	将来	現在	将来
ア 休眠期及び生育期の高温	(ア) 発芽不良	果実品質の低下や収量の減少	中	↗	中	↗
	(イ) 晩霜害		大	→	大	↘
	(ウ) 日焼け・果肉障害・着色不良		中	↗	中	↗
	(エ) 害虫の増加		中	→	中	↗
イ 降水量の増加	(ア) 病害の増加		中	→	中	↗
ウ 大型で強い台風風の増加	(ア) 樹体の損傷や落果		小	↗	小	→
	(ア) 施設の損傷		大	↗	小	↗

※1：現在は生産量の減少程度で大、中、小、将来は現在と比べて増加が↗、変化なしが→、減少が↘

※2：現在は一定年数中の発生年の割合で高、中、低、将来は現在と比べて増加が↗、変化なしが→、減少が↘

ア 休眠期及び生育期の高温

(ア) 発芽不良

落葉果樹では休眠覚醒するために7.2℃以下の低温が一定時間必要とされています。休眠期の冬期の気温が上昇することで、低温要求量が満たない場合、休眠が正常に覚醒せず、発芽不良が増加することが懸念されます。

また、冬期の気温が高い場合、耐凍性の低温順化が不十分となり、凍害に遭う危険が高まると考えられ、低温要求量の少ない品種や台木などの利用を検討していく必要があります。

(イ) 晩霜害

落葉果樹では、春の気温の上昇に伴って生育が前進し、開花期と降霜時期が重なることで、晩霜害に遭遇する危険性が高まります。

また、生育が大幅に前進することで、これまで降霜の被害のなかった地域で発生するなど、被害エリアの拡大が懸念されます。

(ウ) 日焼け・果肉障害・着色不良

生育期に最高気温 35℃を超える日が増え続けると、果実の日焼けや着色不良になる果実が増加することが懸念されます。

そのためには、比較的高温に強い（日焼けしにくい）品種や着色しやすい品種に切り替えることを検討します。なお、気温の上昇幅が大きく、品種の転換では改善の見込みが立たない場合は、常緑果樹（例「うんしゅうみかん」）等への品目転換を検討していく必要があります。

(I) 害虫の増加

生育期の気温が上昇し、高温が続くことで、果樹類に寄生するハダニ類やカイガラムシ類、シンクイムシ類などの害虫による被害の増加が懸念されます。特にハダニ類などは、高温により世代交代が早まり、薬剤抵抗性が発達する危険性が高まるため、耕種的防除を組み合わせた総合的防除技術の導入が必須となります。

また、年間の気温が高くなることで、南方系の果樹カメムシ類などの害虫の侵入や県内での定着が進むことにより、新たな防除体系の確立が必要になると考えられます。

イ 降水量の増加

(ア) 病害の増加

降水量が増加するとともに、一度に大量の強い雨が降ることで、防除薬剤の残効期間が短くなり、病害の発生がこれまで以上に増加することが懸念されます。

そのためには、防除技術の改善や A I 病害虫診断による適期防除、さらには耐病性品種の導入を検討していく必要があります。

ウ 大型で強い台風の増加

(ア) 樹体の損傷や落果

台風等に伴う暴風や突風、降ひょうなどが増加することで、なしやぶどう、りんご等の果樹では枝の折損被害や果実の落果などの増加が懸念されます。特に、立木栽培の果樹では、風に弱いため、樹体の損傷によって長期的な経営不安を招くおそれがあります。

風や降ひょうから樹体や果実を守るため、多目的防災網を設置し対応します。

また、立木栽培は、低樹高化を図るとともに、棚栽培へ切り替えるなどして、風対策を検討する必要があります。

(イ) 施設の損傷

台風等に伴う暴風や突風、降ひょうなどが増加することで、ハウスや果樹棚などの施設の被害の増加が懸念されます。

ハウスや多目的防災網の施設では、首の長いアンカーを使うなど、風圧に対する強度を高めた設計を検討しましょう。

(2) 準備が必要な具体的な事項

表8 準備が必要な具体的な事項

具体的な実施内容	導入によって見込まれる効果	課題
ア 栽培適地ほ場の選定	霜や降ひょうの常発地帯ではない、適地適作を原則には場を選ぶことで高品質果実生産が可能	近隣の栽培適地ほ場は限定的、防霜ファンや多目的防災網等の設備は必須
イ 品種転換の検討	着色不良や果肉障害などが減少することで、果実品質や生産性が安定、耐病性品種により生産コストを削減	新品種導入には栽培技術の確立や新規需要の開拓が必要、新品種の誕生までには長期間を要す
ウ 常緑果樹等への品目転換の検討	果実の日焼けや着色不良などを回避し、生産性を上げることで経営が安定	新品目導入には産地戦略による新規需要の開拓等が必要
エ スマート農業技術の活用	農薬使用や防除作業の削減、生産性の向上（病虫害増加対策）	地域や品種特性に合った栽培技術の確立が必要
オ 施設の強靱化、樹体の低樹高化・棚栽培化	樹体損傷や果実被害等の軽減による生産性の安定	施設等の設備などのコスト負担が増える、樹形改造による低樹高化は計画性が必要

ア 栽培適地ほ場の選定

ほ場の選定にあたっては、適地適作を原則に降霜や降ひょうの常発地帯を避けて植え付けを行います。降霜は、地域の地形やほ場の高低差などの微気象により、冷え込みの強さが変わってくるため、ほ場の環境条件を近隣農業者等へ聞くなどして状況の把握に努めましょう。

また、果樹園には、気象災害の未然防止に備えて、防霜ファンや多目的防災網等を設置しましょう。

イ 品種転換の検討

品種転換に向けては、産地や生産部会として品種の試作を検討し、地域における適応性の把握や栽培事例を積み重ねることで、新たな品種の選抜を効果的に進めます。

また、新たな品種の導入にあたっては、新規需要の開拓などの産地戦略を協議していく必要があります。



新たな品種の導入は産地で検討

(ア) 低温要求量の少ない品種や台木の利用

暖冬の影響による発芽不良を回避するため、なしでは低温要求量（7.2℃以下）の少ない品種を利用します（例：ニホンナシ「凜夏」）。

また、発芽不良を防止するため、台湾ンナシ系統から選抜・開発される低温要求量の少ない台木等の利用を検討します。



図 21 低温要求量の少ないニホンナシ「凜夏」
（農研機構ホームページより）

（参考文献：暖地で安定生産が可能な良食味ニホンナシ新品種「凜夏」

https://www.naro.go.jp/publicity_report/press/laboratory/fruit/049431.html）

(イ) 自家和合性品種の利用

結実の安定や着色管理の省力化、果実品質の向上等を図るためそれぞれの特性を有する品種を利用します。なしでは、花柱側自家和合性を有する品種（例：ニホンナシ「なるみ」）等への転換や花粉側和合性品種の開発により栽培種かつ受粉樹としての品種を利用します。



図 22 自家和合性を有するニホンナシ「なるみ」
(農研機構ホームページより)

(参考文献：農研機構ホームページ品種詳細「なるみ」

<https://www.naro.go.jp/collab/breed/0400/0415/060813.html>)

(ウ) 着色の優れる品種の利用

ぶどうやりんごでは、現在の経済品種と比べて高温条件下でも着色に優れる品種への転換を図ります(例：ぶどう「グロスクローネ」、りんご「錦秋」)。

(I) 着色管理の不要な品種の利用

ぶどうやりんごでは、着色不良の問題が生じやすい赤色系品種から着色管理が不要な黄色系品種への転換を図ります(例：ぶどう「シャインマスカット」、りんご「ぐんま名月」や「シナノゴールド」等)。

(参考文献：農研機構ホームページ品種詳細「シャインマスカット」

<https://www.naro.go.jp/collab/breed/0400/0411/001262.html>)

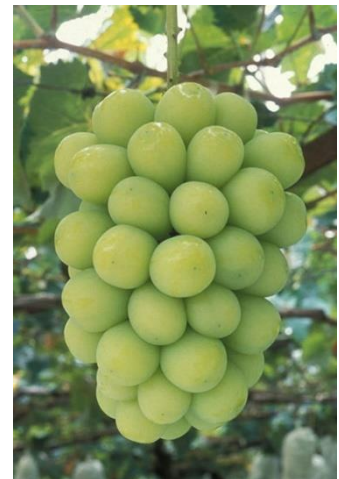


図 23 ぶどうシャインマスカット
(農研機構ホームページより)

(オ) 耐病性品種の利用

なしやりんごでは、農研機構を中心に主要病害である黒星病の抵抗性品種の開発が進められています(例：ニホンナシ「ほしあかり」)。気候変動による病害の増加はもとより、農薬使用の削減や防除作業の省力化に繋げることができます。



図 24 左:ニホンナシ黒星抵抗性品種「ほしあかり」
 右:りんご黒星抵抗性遺伝子を持つ「あかね」※交雑育種の交配親として期待される
 (農研機構ホームページより)

(参考文献:農研機構ホームページ品種詳細ニホンナシ「ほしあかり」

<https://www.naro.go.jp/collab/breed/0400/0415/055995.html>)

(参考文献:りんご「あかね」の黒星病ほ場抵抗性に寄与する染色体領域の特定

https://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/nifts/2019/nifts19_s05.html)

ウ 常緑果樹等への品目転換の検討

同品目の品種転換では対応できないと判断される場合は、以下を参考に品目転換を検討します。現在、宇都宮の年平均気温は 14.3℃で今後気温が 2℃上昇すると仮定した場合、16.3℃となり、うんしゅうみかんやびわなどの常緑果樹の栽培が可能となります。

なお、今後気温が大幅に上昇したとしても、安定生産を図る上では、冬期の防寒対策は必須の作業と考えられます。

(参考文献:農研機構果樹茶業研究部門果樹茶育成品種紹介「かんきつ属」

https://www.naro.go.jp/laboratory/nifts/kih/hinshu/citrus_cat/index.html)

表9 宇都宮の平均気温

	平均気温		冬期の最低極温 ※
	年	4～10月	
平年値	14.3℃	20.2℃	-5.7℃
平年値+2℃	16.3℃	22.2℃	-3.7℃

※気象庁データより加工

※2014～2023年(10年間)の冬期最低極温の平均値

表 10 栽培に適する自然的条件に関する基準(「果樹農業振興を図るための基本方針」農林水産省)

	品 目	平均気温		冬期の最低極温
		年	4～10月	
適温になると考 えられる品目	うんしゅうみかん	15℃以上 21℃以下	—	－5℃
	しらぬい	16℃以上	—	－5℃
	びわ	15℃以上	—	－5℃(耐寒性品種)
栽培が難しくな る品目	りんご	6℃以上 14℃以下	13℃以上 21℃以下	－25℃以上
	おうとう	7℃以上 15℃以下	14℃以上 21℃以下	－15℃以上

(参考文献：果樹農業振興を図るための基本指針 農林水産省)

<https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/fruits/attach/pdf/index-96.pdf>

エ スマート農業技術の活用

スマート農業技術の開発により、AI病虫害診断等を活用し、適期防除を励行します。また、適期防除の判断や晩霜害など気象災害の未然防止に役立てるため、気象モニタリング機器の導入により気象状況をリアルタイムで確認でき、早急な対応に繋げることができます。

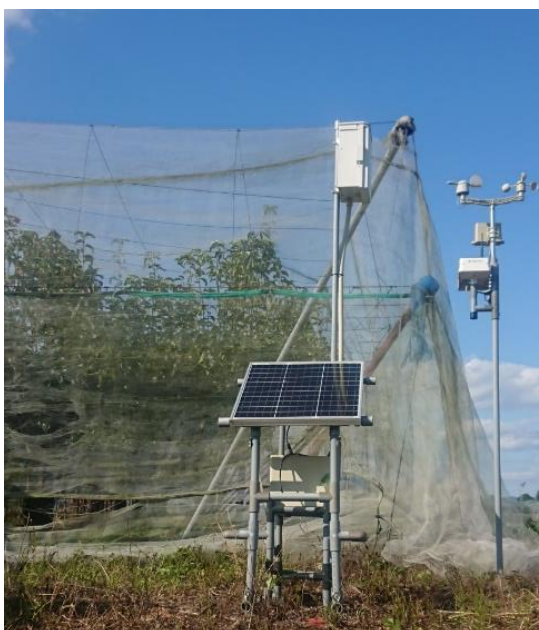


図 25 なし園に設置された気象モニタリング機器(通信機能付き)

オ 施設の強靱化、樹体の低樹高化・棚栽培化

(ア) 果樹の施設や棚等の設備の強化

台風等の風圧に備えるため、棚資材に用いる支柱を太く強固にするとともに、棚を支えるアンカーはこれまでより首の長いものを使うなど、施設の強化を図りましょう。

(イ) 樹体の低樹高化

りんごなどの立木栽培では、風による果実の落果や樹体の損傷が発生しやすいため、樹形を改善して低樹高化を図ります。

また、樹高を低くして固定できる棚栽培（例りんごのジョイント仕立て栽培等）を検討しましょう。



図 26 左:りんごのジョイント仕立て栽培 右:りんご防風ネットの設置
(全国りんご研究大会宮城大会現地視察ほ場 2023)

◇農業保険の活用（なし、ぶどう、りんご）

・収入保険(青色申告している方)

気象災害による収入減少だけでなく、価格低下なども含めた収入減少を補償する収入保険があります。

・果樹共済（梨のみ）

自然災害等による収量減少を補償する果樹共済があります。

（収入保険との併用はできません）

・園芸施設共済(園芸施設本体と附帯施設の補償に限られます)

果樹（なし、ぶどう、りんご）の栽培に「多目的ネットハウス」、「鉄骨ハウス」、「雨よけハウス」、「パイプハウス」を利用する場合、自然災害等（突風、台風、大雪等）による施設損害への備えとして園芸施設共済があります。

・保管中農産物補償共済（梨のみ、収入保険との併用はできません）

果樹共済（なし）の加入者が対象です。収穫後、納屋・倉庫に保管中及び集荷施設・出荷先への輸送中の梨を実損額（1口当たり100万円）で補償します。