

7 花き（きく、りんどう）

1 現在の気候変動影響と適応策

農林水産省が行った令和4年地球温暖化影響調査レポートでは、花き生産への高温の影響として、きくでは、「開花期の前進・遅延」、「生育不良」など多くの報告があり、りんどうでは、「奇形花の発生」、「開花期の前進・遅延」の報告がありました。品質低下、収量減少及び開花期の変動による計画生産が難しくなるなど大きな影響を受けています。また、ヨトウムシ類や立枯病の発生が増加傾向となっています。

現在取り組まれている適応策は、高温開花性品種への転換やカーテンによる遮光処理が主に実施され、先進農家ではヒートポンプによる夜冷処理が効果をあげています。

気温上昇の影響により、台風の大型化・頻発化が予想され、また、冬季の降雪量自体は減少していくものの、大雪の頻度は増加すると言われていています。強風や大雪に備えたハウスの強靱化が必要になると予測されます。

(1) 現在生じている気候変動影響

きく

表1 現在生じている気候変動影響

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
高温	ア 開花遅延	収量低下	大	中
高温	イ 奇形花(輪菊)	品質・収量低下	中	中
高温・乾燥	ウ 葉先枯れ(葉焼け)	品質・収量低下	小	中
高温	エ 病虫害発生	品質・収量低下	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 開花遅延

きく栽培において、好適環境下では短日処理（消灯またはシェード）開始後から約7週間前後で開花しますが、その間に昼温 35℃以上、夜温 25℃以上の高温に遭遇すると、1週間以上開花が遅れ、お盆や秋彼岸の需要期に計画的出荷ができなくなります。

また、開花遅延に伴う苞葉の硬化やスプレーマムでは柳芽が発生し、スプレーフォーメーション（草姿）が乱れ、品質を大きく低下させます。そのため、現地では高温開花性を備えた夏秋系品種の作付けが進んでいますが、近年、夏秋系品種でも高温による開花遅延が発生する報告が増えています。



図1 スプレーフォーメーションの乱れ



図2 苞葉の硬化

イ 奇形花（輪菊）

奇形花とは花形が楕円状になる障害で、花芽分化を誘導する短日処理前後2週間に昼温35℃以上、夜温25℃以上の高温に遭遇すると発生が顕著（30～50%）になると報告されています。主に9月出荷の作型では、梅雨明けの7月中旬～8月上旬の高温期に短日処理を開始するため発生が多くなっています。

また、品種間差があり、夏秋系白輪菊の主力品種「精の一世」で発生が多く、発生しにくい系統の選抜が進められています。



図3 輪菊の奇形花(花形の変形)



図4 輪菊の奇形花(がくの生育が不均一)

ウ 葉先枯れ（葉焼け）

葉先が壊死し欠失する障害です。カルシウム欠乏といわれており、高温と蒸散不良が発生原因と考えられています。8月のお盆出荷から9月の秋彼岸出荷で主に発生し、菊の生育ステージが花芽分化時（短日処理開始から3週間ぐらい）に、日照時間が少ない曇雨天が続いた後に晴天になると発生しやすくなります。また、換気不良のハウスで発生しやすく、品種間差があり、80%以上発生する場合があります。



図5 輪菊の葉先枯れ



図6 スプレーマムの葉先枯れ

エ 病害虫発生

高温によりハスモンヨトウやオオタバコガなど、ヤガ類発生が増加や発生期間が拡大し、食害により品質や収量を著しく低下させます。また、薬剤抵抗性の発達により、既存の薬剤による防除が困難になっています。

また、病害についてはフザリウム属菌等による立枯病が増加し、収量が大きく減少します。発生後の薬剤による効果が低く、土壌消毒を中心に対策を講じていますが、この病害を根絶することは困難となっています。



図7 立枯性病害

りんどう

表2 現在生じている気候変動影響

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
高温	ア 開花期の変動	収量低下	小	中
高温	イ 着色不良	品質・収量	大	中
高温・乾燥	ウ 株持ち悪化	収量	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 開花期の変動

りんどうの開花は日平均気温の積算温度による開花予測が可能です。有効積算温度は日平均気温が0℃以上から22℃未満となっており、22℃以上では開花が抑制されます。そのため、温暖化の影響として、8月上旬に開花する早生品種で開花が前進し、9月上旬以降に開花する中晩生品種では開花が遅延するとされています。露地や雨よけで栽培される早生品種などは、高温により開花が1週間以上前進することで、7月の新盆や8月の旧盆の需要期に計画出荷しにくくなります。

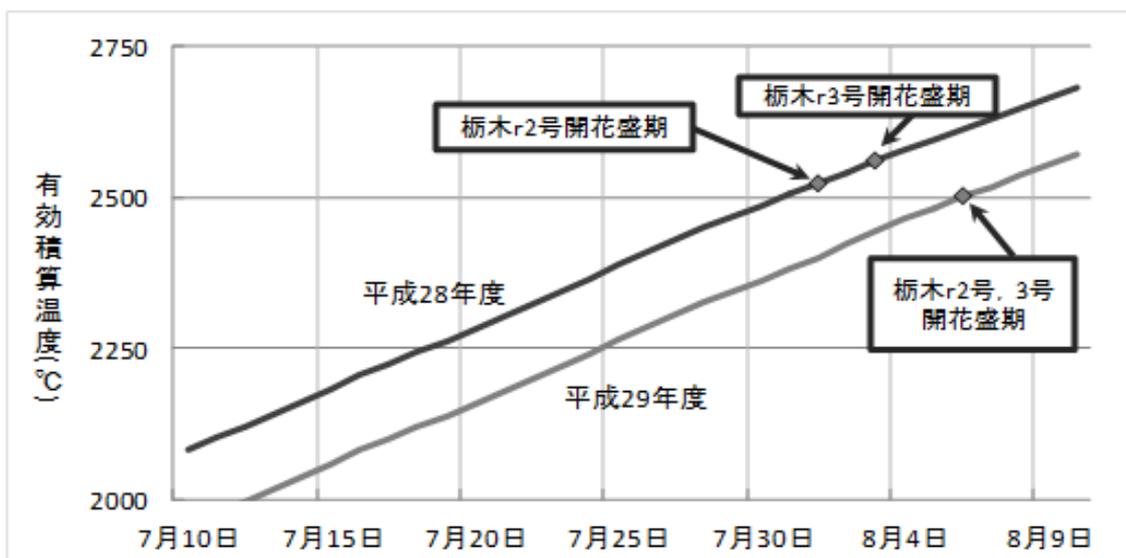


図8 栃木 r2 号※及び栃木 r3 号※の年度別有効積算温度の推移

※栃木県が育成した青紫色のりんどう2品種

栃木r2号:開花期7月下旬～8月上旬、栃木r3号:開花期8月上旬

イ 着色不良

りんどう生産において、近年、春から夏にかけての平均気温の上昇とともに、花卉の着色不良による障害の発生が増加しています。軽度では花卉中央部が白く着色不良となり、重度となると着色不良部がくびれた奇形花となります。いずれも出荷に大きな影響を与えています。

発生要因は、花卉抽出期前後の高温遭遇と言われており、花卉抽出期（開花 18～26 日前）までに、最高気温が 29℃以上、最低気温 20℃以上、日照時間 4 時間以上の条件が重複した場合に発生の危険性が高まると推測されます。

この期間に遮光処理をすることで発生を低減できると考えられます。

（参考文献：リンドウの花弁に発生する着色不良症状の発生要因と対策の方向性
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/254176.pdf>）



図9 花卉の着色不良(軽度)



図10 花卉の着色不良(重度)



図11 花卉抽出期

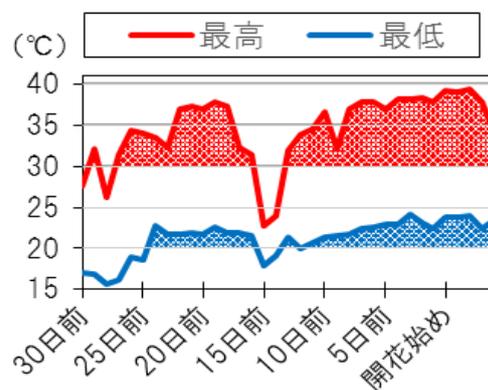


図12 障害発生時の気温推移
(調査期間 2019/6/21～7/25)

ウ 株持ち悪化

りんどうは主に標高が高く、湿原等に自生する宿根草であり、耐暑性が低く乾燥を苦手としています。そのため、定植1年目や採花終了後の株養成期に高温や乾燥に遭遇すると株が衰弱し、生産寿命が3年未満と短くなり、りんどう栽培を続けて行くことが経営的に難しくなります。安定経営には株の生産寿命を3年以上に延ばす栽培管理が重要となります。



図 13 収穫4年目の経年劣化

(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）

きく

表3 現在実施されている適応策

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
開花遅延 奇形花 葉焼け	ア 施設内温度管理 (換気)	B	ヒートポンプの導入・運用コストがかかります
	(循環扇)	C	
	(夜間シェード開放)	B	
	(夜冷処理)	A	
	イ 遮光処理 (遮光カーテン)	B	
	(遮光塗料)	B	塗布に係る労力とコスト
	ウ 耐暑性品種転換	B	市場性が伴わない場合があります
	エ 適正施肥	C	
	オ 頭上散水	B	病害が増加するおそれがあります
気象被害の軽減	カ 気象災害への対応	B	台風や大雪の気象情報に注意し、早めに対策を行う。 栃木県農業防災 LINE の活用。

※A：優れた効果がある、B：効果がある、C：やや効果がある

ア 施設内温度管理

モニタリング装置により、施設内温度を把握し、循環扇や遮光処理など適切な温度管理に努めます。開花遅延や高温障害が発生しにくい、昼温 35°C、夜温 25°C以下を目指します。

ハウスの側窓や天窓により積極的に換気します。また、循環扇を活用しハウス内環境の均一化を図ります。また、暖房機の送風機による通風も効果的です。ハウス内の空気を常時動かすことで、蒸散量を増やし植物体温度を下げ、高温障害の発生を抑えます。

自然日長が長い春の彼岸から秋の彼岸までの期間はシェード栽培を行います。シェードにより施設内の夜間温度が高くなります。そのため、20時～翌日4時の夜間シェードを開放し、夜温低下に努めます。また、出荷時期や作付品種によりシェード時間を調整することで高温による開花遅延の日数を短縮できます。

ヒートポンプによる夜冷効果として、消灯から開花まで夜温 23°Cで管理することで、開花遅延が起こらず、満開時の花が大きくなる効果が報告されています。



図 14 ヒートポンプ



図 15 循環扇



図 16 シェード装置

イ 遮光処理

遮光処理により日射量を削減し、ハウス内の気温上昇を抑制します。遮光ネットや遮光塗料を活用し、30～50%の遮光を実施します。通常、施設内部の遮光カーテンによって行われますが、温度低下には外部遮光が効果的です。また、遮光ネットや遮光塗料も熱線カットなど高機能な資材が開発されています。



図 17 内部遮光



図 18 外部遮光



図 19 遮光塗料

ウ 耐暑性品種転換

耐暑性を備えた夏秋系品種への転換と夏秋系品種の作付期間の拡大により開花遅延を防止する。また、輪菊は奇形花の発生しにくい系統や品種に転換し、奇形花抑制を図る。

エ 適正施肥

施肥量が多いと開花遅延を助長するため、土壌分析に基づいた施肥を行います。

オ 頭上散水

夏季の8～15時の間に頭上かん水装置を用いて少量多頻度（散水量：約1.5L/m²/日、散水頻度・時間：40分間隔で30秒～1分）で散水処理すると、ハウス内温度は4～5℃低下し、開花遅延が抑制され、品質向上が図れます。



図 20 頭上散水

カ 気象災害への対応

天気予報を事前に確認の上適切な対応を実施することにより、気象災害の被害を軽減し生産性が安定します。また、栃木農業防災 LINE に登録することで技術対策も確認できます。



QRコードからお友だち登録を

りんどう

表4 現在実施されている適応策

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
開花期の変動	ア 品種転換	B	試作による開花期の確認が必要
着色不良	イ 遮光ネットの活用	B	乾燥により株が痛みやすくなるので定期的なかん水が必要
株持ち悪化	ウ 定植1年目及び採花終了後の被覆材除去	B	雨により葉枯れ病が発生しやすくなるので定期的な薬剤散布が必要
気象被害の軽減	エ 気象災害への対応	B	台風や大雪の気象情報に注意し、早めに対策を行う。 栃木県農業防災 LINE の活用。

※A：優れた効果がある、B：効果がある、C：やや効果がある

ア 品種転換

半促成栽培向けの極早生品種は株持ちの良い品種を選定し、最低でも3年間の生産寿命を確保することが必要です。また、お盆などの物日向け品種は、狙った時期に開花する品種を選定します。ただし、りんどうの開花期は年次変動が大きいいため、数年間は現地適応性を確認することが必要です。

イ 遮光ネットの活用

遮光処理により、着色不良の発生を抑えることができます。花卉の着色不良を防ぐため、遮光資材を開花 30 日前から開花期までハウス被覆材の上に展張します。遮光資材は、遮光率 50%を目安に選定します。色がシルバーや白色等の遮熱効果が高い資材(遮光率 20%)では、ハウス内の昇温抑制効果が得られ、植物体温度で 2.2~3.5℃下げることができます。また、屋根散水により、屋根面を冷却することでハウス内温度を下げることができ、りんどうハウスでは低コストで自力設置ができます。



図 21 遮光始めのステージ



図 22 遮光ネット

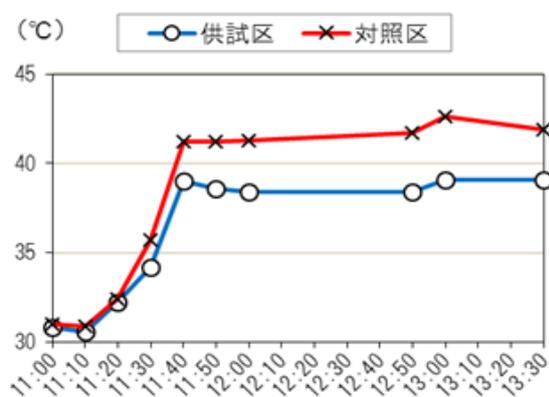


図 23 植物体温度の推移



図24 屋根散水

ウ 定植1年目及び採花終了後の被覆材除去

定植1年目や採花終了後に被覆材を除去し、ほ場を露地状態にすることで、高温や乾燥を避けられます。ただし、葉枯病など斑点性病害発生の懸念があり、定期的に殺菌剤による防除が必要です。また、天井部フィルムを開放できるフルオープンハウスに改造することで、作業の省力化が図れます。



図25 フルオープンハウス

エ 気象災害への対応

天気予報を事前に確認の上適切な対応を実施することにより、気象災害の被害を軽減し生産性が安定します。また、栃木農業防災 LINE に登録することで技術対策も確認できます。

2 20年後を見据えて準備しておく事項

(1) 将来懸念される気候変動影響

きく

表5 将来懸念される気候変動影響

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
生育期間の高温	ア 開花遅延	需要期に計画生産ができず、収益が減少します。 品質が低下します。	大	↗	中	↗
	イ 奇形花	品質低下や規格外品が増加し、収量が減少します。	中	↗	中	↗
	ウ 葉焼け	品質が低下します。	小	↗	小	↗
	エ 病害虫の多発	ヤガ類の発生が増加し、品質や収量が低下します。	小	↗	小	↗
		立枯性病害が増加し、収量が減少します。	中	↗	中	↗

※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 開花遅延

開花遅延は高温による花芽発達の遅れが要因となるため、高温に遭遇する期間が長くなることで、影響を受ける作型が拡大することが懸念され、7～10月開花の作型まで計画生産が難しくなり、品質低下が増加すると考えられます。

イ 奇形花

奇形花は花芽分化時に高温に遭遇することが要因となるため、高温に遭遇する期間が長くなることで、影響を受ける作型が拡大することが懸念され、8～11月開花の作型まで発生することが考えられます。

ウ 葉焼け

高温と蒸散不良が発生原因と考えられており、高温に遭遇する期間が長くなることで、影響を受ける作型が拡大することが懸念され、被害の発生頻度も増加すると考えられます。

エ 病害虫の多発

高温に遭遇する期間が長くなることで、高温条件を好む病害虫の発生が増加すると考えられます。病害ではフザリウム属菌などの立枯性病害が増加し、害虫ではヤガ類やハダニ類などが増加すると考えられます。また、病害虫の発生時期が例年の発生消長から変化する可能性が高く、想定していない時期に思いがけない病害虫が発生することが考えられます。

りんどう

表6 将来懸念される気候変動影響

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
生育期間の高温	ア 開花期の前進・遅延	計画生産ができず、収益が減少します。	小	↗	小	↗
	イ 着色不良	品質低下や規格外品が増加し、収量が減少します。	大	↗	小	↗
	ウ 株持ち悪化	生産寿命が短くなり、収量が減少します。 改植の間隔が短くなり、経費が増加します。	大	↗	中	↗

※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 開花期の前進・遅延

りんどうは、日平均気温が 22℃までは開花が促進し、22℃以上では開花が抑制されます。高温に遭遇する期間が長くなることで、お盆や秋彼岸に計画生産することが難しくなることが考えられます。

イ 着色不良

着色不良の発生要因は、花卉抽出期前後の高温遭遇と言われており、高温に遭遇する期間が長くなることで、影響を受ける作型が拡大することが懸念され、被害の発生頻度も増加すると考えられます。

ウ 株持ち悪化

りんどうは、耐暑性が小さく乾燥を苦手としており、高温に遭遇する期間が長くなることで、生産寿命が短くなることが考えられます。

(2) 準備が必要な具体的な事項

きく

表7 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 スマート農業を活用した統合環境制御による栽培管理	温度、湿度、日射及び炭酸ガスなどの施設内環境を、季節や天候の変化に応じて適切に管理することができ、需要に応じた計画生産が可能となります。また、品質向上や収量の安定化が図られます。	導入・運転コストが増大
イ 耐暑性品種への変更・作期拡大	高温期の品質の安定化が図られます。	
ウ 緑色 LED によるヤガ類の防除	ヤガ類の飛来抑制および産卵抑制効果により、品質の安定、農薬使用量削減が図られます。	きく類の場合、開花遅延や不開花になることがあります

ア スマート農業を活用した統合環境制御による栽培管理

(ア) 統合環境制御

施設環境モニタリングにより、施設内外の環境（温湿度、日射量、炭酸ガス濃度など）を各種センサーで自動計測し、スマートフォン等で見える化（データ化）することです。施設内をより植物の成長に適した環境にすることが可能となります。また、経験に頼った管理からデータに基づく管理が可能となります。

統合環境制御システムにより、環境モニタリングで収集した複数の環境要因を統合的に制御します。カーテンや天窓、冷暖房機やCO₂施用機などの施設内設備を気象の変化に応じて効率的に稼働させることで、コスト低減と生産効率向上を実現できます。

(イ) 冷房

ヒートポンプを用いて、夜間に冷房を行うことで、高温障害回避効果があることが確認されています。ヒートポンプについては、主に空気熱源を利用した機種が導入が進んでいますが、地中熱を利用した機種は空気熱源に比べて効率が良く、特に暖房効率が高くなります。ただし、導入経費が空気熱源ヒートポンプに対して4～5倍となります。

パッドアンドファンは、水の気化冷却によって冷房効果を得る冷房方法です。温室の妻面に設置した網目状のパッドと反対側の妻面に設置したファンによって構成されています。暖かい外気が湿らせたパッドを通過する時に気化冷却された空気が室内に入り、温室内を通過した空気は、ファンによって排気され、施設内温度が5℃程度低下します。



図 26 パッドアンドファン

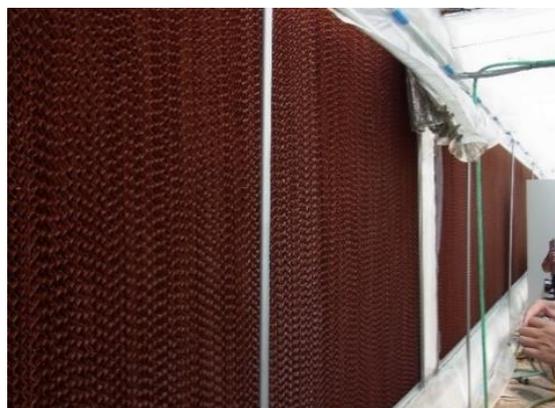


図 27 パッド部

イ 耐暑性品種への変更・作期拡大

耐暑性を備えた夏秋系品種でも高温による開花遅延が発生する報告が増えています。夏秋系品種で開花遅延しにくい品種選定が必要と考えられます。

夏秋系品種の作付けは、主に8～9月開花の作型ですが、高温に遭遇する期間が広がっており、作付けを7月下旬～10月上旬開花の作型などに拡大する必要があります。

ウ 緑色 LED によるヤガ類の防除

ヤガ類の飛来抑制および産卵抑制効果の高い緑色 LED 防蛾灯の効果が確認されており、露地ぎくでは実用化がされています。

りんどう

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 農業用水の確保	品質・収量の安定化が図られます。	
イ 既存パイプハウスの強度向上	強風や大雪時のハウスの倒壊防止	

ア 農業用水の確保

りんどうは高温や乾燥に弱く、定植1年目や採花終了後の株養成期のかん水は株の寿命延長に重要となります。そのため、常時水を確保できるほ場を選定する必要があります。ほ場は水田が適しており、生育期間中に用水路に水が流れているほ場を選定することが重要です。また、コンテナ栽培や土壌消毒による連作の場合は、井戸による地下水利用が適しています。

イ 既存パイプハウスの強度向上

強風や大雪に備えてパイプハウスの強度向上を図っていく必要が生じます。単管パイプやダブルアーチによる補強、筋交いなどによる補強が想定されます。また、ハウスのパイプ資材の太さや厚みなどを見直し、強度を向上させることも検討する必要があります。ダウンバーストは、施設の強靱化では防げないため、園芸施設共済や収入保険への加入が重要になり



ます。

図 28 ダブルアーチによる補強

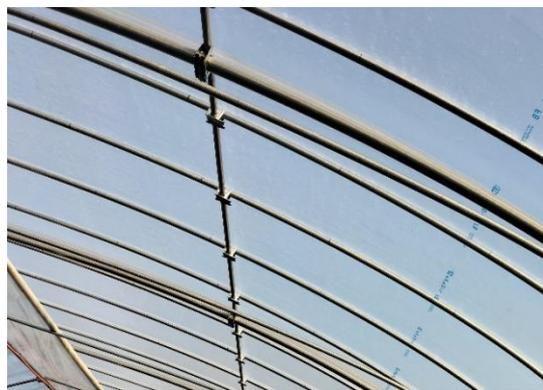


図 29 単管パイプによる補強

表9 パイプの外径及び厚みと許容される最大瞬間風速

アーチパイプの外径 (mm)	アーチパイプの厚み (mm)	許容される最大週間風速 (m/s)
φ22.2	1.2	29
φ25.4	1.2	33
φ31.8	1.6	46

(参考文献：園芸用ハウスを導入する際の手引き

<https://jgha.com/wp-content/uploads/2019/11/TM06-14-house-tebiki-5.pdf>)

◇農業保険の活用（きく、りんどう）

- ・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。

- ・園芸施設共済

(収入保険との併用が可能です（ただし施設内農作物の補償は併用できません）)

自然災害等（突風、台風、大雪等）によるハウス損害への備えとして園芸施設共済があります。