

農林水産省委託事業 食料生産地域再生のための先端技術展開事業  
「被災地の早期復興に資する果樹生産・利用技術の実証研究」

# 宮城県での「シャインマスカット」 加温栽培マニュアル



宮城県農業・園芸総合研究所

農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門

島根県農業技術センター



## 1.宮城県に加温栽培を導入する目的

- 収益性の向上とリレー出荷による労力分散を図る。

## 2.宮城県の気象の特徴

- 寒冷地のため休眠覚醒に必要な低温遭遇時間が早くに満たされる。
- 冬期の日照時間が比較的長く、春季は年間で最も日照時間が長い。
- 梅雨時期は低日照で降水量が多く、9月と10月の降水量が多い。

## 3.加温栽培のポイント

### ①発芽を揃える

- 加温開始前の低温遭遇時間の確保とシアナミド剤による休眠打破処理の実施。

### ②発芽後の生育を促進する

- 宮城県では晴天が続く早春季の日中のハウス内温度は高まりやすいが、夜間の最低気温が低い。

⇒暖房コストを考えた省エネ温度管理が有効。

### ③果粒肥大や糖度等の品質向上を図る

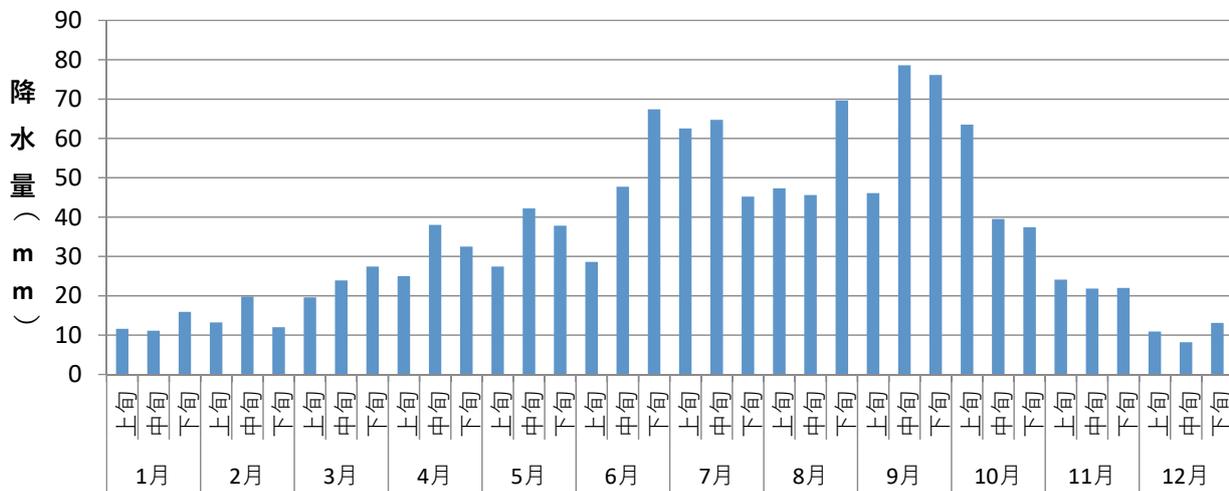
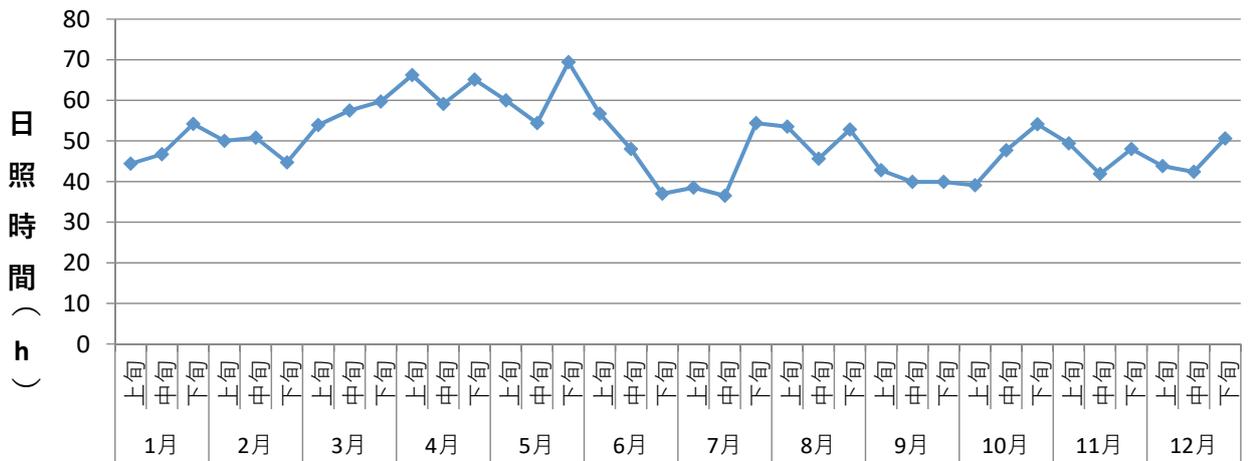
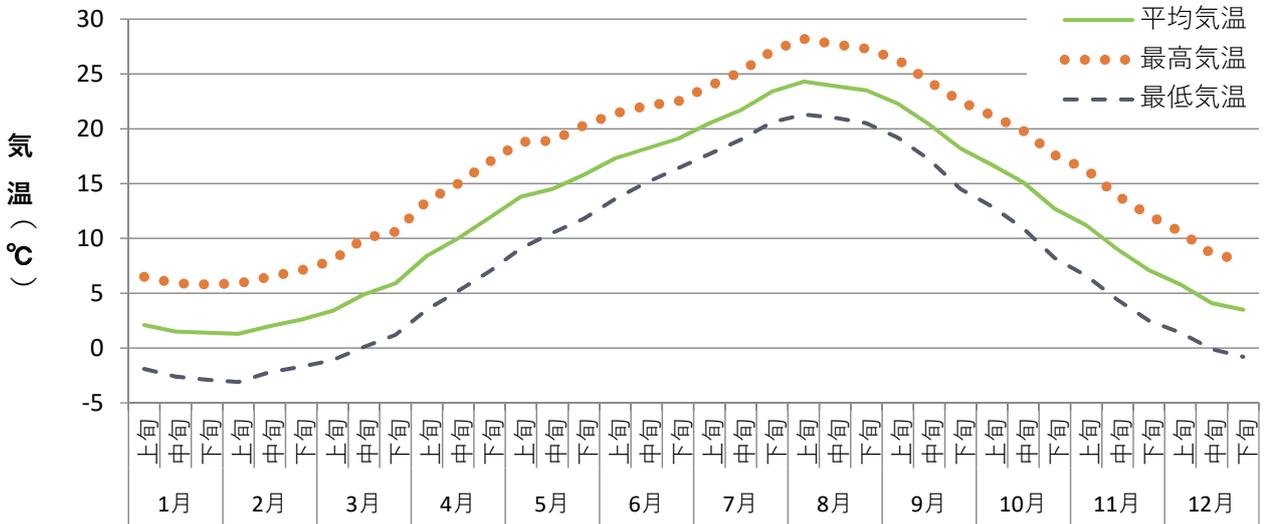
- 梅雨時期の曇天の影響による糖度停滞の恐れがあるので、反射シートマルチの設置等の対策を行う。

## 4.宮城県に導入可能な作型

- ①6月下旬～7月上旬出荷を目指した1月加温
- ②7月下旬～8月上旬出荷を目指した2月加温
- ③8月上旬～8月中旬出荷を目指した3月加温

# 宮城県の気象条件（平年値）

## 宮城県亘理町（気象庁アメダスデータ：1981～2010年）



# 「シャインマスカット」の生育と温度との関係

農研機構果樹茶業研究部門

## シャインマスカットの低温要求性

- 7.2℃以下の低温に短期間でも遭遇すると休眠覚醒する（図1）。
- 低温に遭遇する時間が長いほど、加温から発芽までの日数が短くなる（図1）。
- 7.2℃以下の低温積算時間750時間の場合は約23日、1500時間の場合には約18日で発芽する（18℃で加温した場合、図1）。

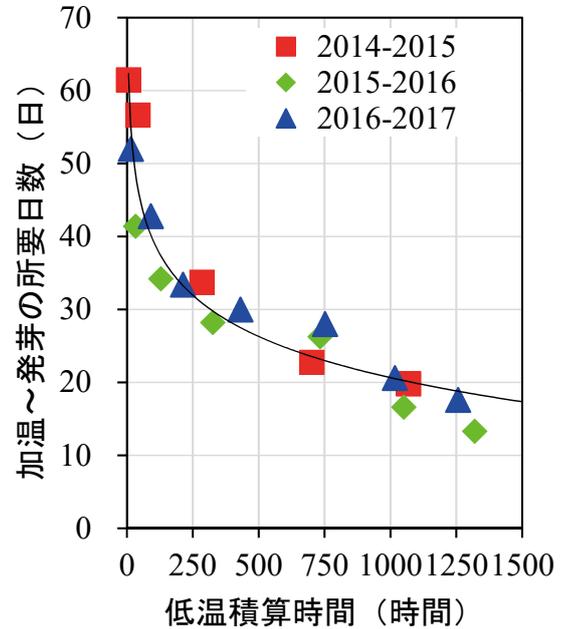


図1 低温積算時間（7.2℃以下）と加温から発芽までに要した日数との関係（広島県東広島市）

## 宮城県における低温積算時間の推移

- 仙台市では1月加温作型の被覆開始の暦日の目安である12月末および2月加温作型の暦日の目安である1月末の低温積算時間がそれぞれ約720時間、1440時間となる。
- 18℃で加温した場合、1月加温作型は23日、2月加温作型は18日で発芽することから、加温を開始しても栽培上問題ないと考えられる（図1）。

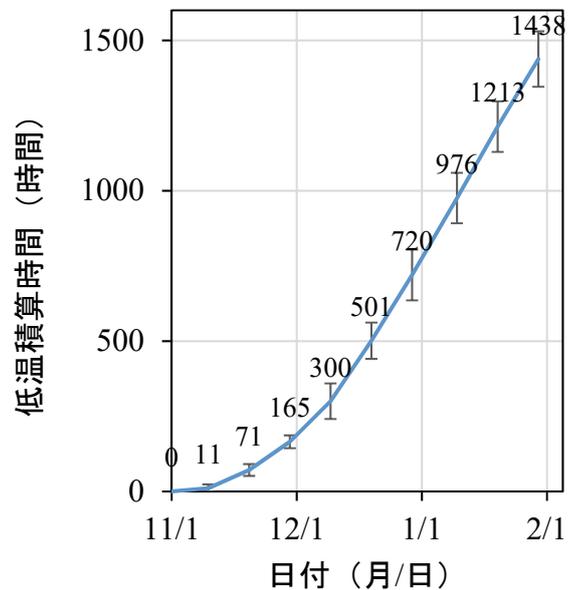


図2 宮城県仙台市における7.2℃以下の低温積算時間推移（2009年～2013年）

宮城県では、12月末で休眠覚醒に必要な低温積算時間に達する。

## シャインマスカットの最適低温積算時間

- 実験的に10月20日から連続的に6℃で低温処理し、一定期間の低温積算後に18℃で加温した場合、**低温積算720～1200時間**が発芽までの期間を最も短くできる（図3）。
- 低温に十分遭遇していない状態で加温を開始すると、加温開始は早いにもかかわらず、発芽日は遅れる危険性がある（図3）。

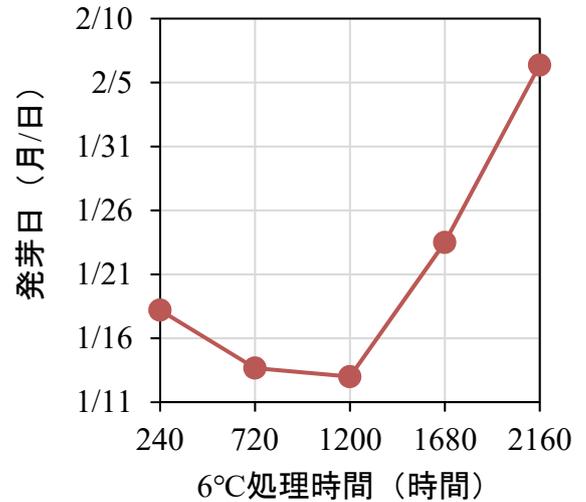


図3 10月20日からの6℃処理時間が18℃で加温したときの発芽日に及ぼす影響

## シャインマスカットの温度反応

休眠覚醒後、一定温度を樹に処理し、温度処理開始から発芽までに要した日数の逆数を発育速度とする。この値が大きいほど、加温開始から発芽までの日数を短くする効果が高い。

温度と発育速度との関係から、何度で加温すれば何日後に発芽するか計算できる。

- 各温度における、発芽から開花までの発育速度を決定した（図4）。
- 樹の温度への反応性は、休眠覚醒後～発芽までと発芽～開花までのステージで異なる。
- 同じ温度条件であっても、生育を前進させる効果は、休眠覚醒後～発芽までの方が発芽～開花までよりも高い。

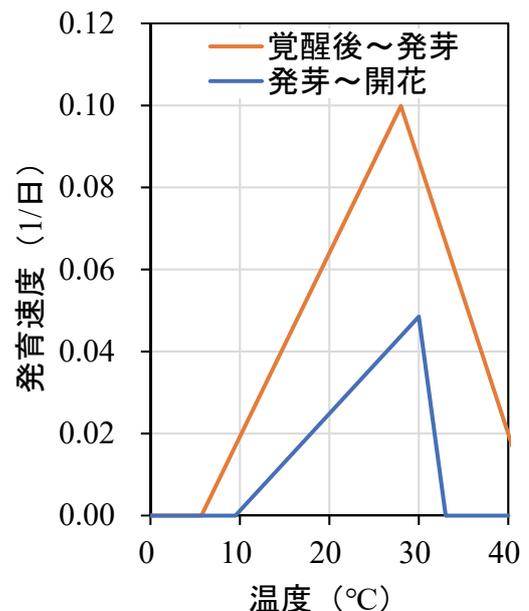


図4 休眠覚醒後から発芽までおよび発芽から満開までの温度と発育速度との関係

## 休眠覚醒～発芽までの温度と生育速度

### 発育速度は28℃で最大となる

- 25℃で加温すると15℃で加温した場合と比較して、発芽までの日数を半分にできる（図4）。
- 約6℃を下回ると発芽には無効な温度域となるので、発芽を早めるにはこれ以上の温度で加温する必要がある（図4）。
- 28℃を超えると加温による発芽を早める効果が低下し、32℃になると22℃と同程度の効果に低下してしまう（図4）。

## 発芽～開花までの温度と生育速度

### 発育速度は30℃で最大となる

- 発芽以降は9.5℃以上の温度が開花を早めるのに有効である（図4）。
- 20℃で加温すると15℃で加温した場合と比較して、発芽から満開までの期間を半分に短縮できる（図4）。
- 30℃を超えると生育が極端に遅くなり、33℃を超えると花穂が障害を受けて枯れてしまうことから、30℃を超えないように温度管理することが肝要である（図4）。

## 加温による1℃の昇温が生育の前進に及ぼす影響

- 各温度域において1℃上昇させた場合、覚醒後から発芽と発芽から開花の期間を短縮できる日数を示した（表1）。
- 同じ1℃昇温させるにも低い温度域の方が加温による生育促進の効果が高いため、加温時期や時間帯の工夫によって燃料消費の軽減が可能になる。

表1 休眠覚醒後から発芽までおよび発芽から満開までにおいて各温度域における1℃上昇させたときの生育を前進させる日数

温度（℃）	10→11	15→16	20→21	25→26	30→31
覚醒後～発芽	9.8	2.3	1.0	0.6	-1.0
発芽～開花	—	11.7	3.5	1.6	-9.5

注) 値が負のとき、生育が遅くなることを示す

目標とする作型に合わせた発芽、開花の時期は、加温温度から高精度に推定できる。

# 「シャインマスカット」の省エネ加温栽培に適した温度管理法

島根県農業技術センター

## 目的

宮城県で「シャインマスカット」の加温栽培を行う場合、冬から早春の夜温の低下が著しいため燃料コストがかかる。そこで、省エネできる温度管理技術を開発し、収益性の向上を図る。

## 結論

省エネの夜温設定温度は13℃が有効（夜温が一定の場合）

## 夜温と生育、果実品質との関係

- 夜温が高いほど、開花までの生育は促進されるが、奇形葉の発生が顕著に増加！
- 18℃と15℃は、果粒が過剰に肥大するため収穫期が大幅に遅延する。
- 10℃では、生育や果実品質が劣る。



夜温が初期生育に及ぼす影響（左から、10、13、15、18℃）



夜温が収穫時の果房に及ぼす影響（左から、10、13、15、18℃）

\*各夜温の管理は18時から翌朝6時まで

**結 論**

**省エネを目指した夜間変温管理は日没後の高温管理が有効**

夜温の変温管理と生育との関係

処理区	夜温(°C)				昼温(°C)	夜間積算温度(°C)
	18:00 -20:00	20:00 -22:00	22:00 -3:00	3:00 -6:00	6:00 -18:00	
①変温	18	18	13	5	20	152
②EOD加温	25	10	10	10	20	150
③慣行	18	18	15	15	20	192

①②：前ページの試験結果から、夜温13°Cとした場合と夜間積算温度をほぼ同一に設定。  
 ①：宮城県における放射冷却による早朝の低温を想定して明け方の夜温を5°Cに設定。  
 ②：EOD（「End Of Day（日没）」）加温とは、同化養分の転流の促進を目的としてハウス内の設定温度を日没直後一時的に高め、その後下げる温度管理法。  
 加温期間：2月15日～5月12日（2月23日まで10°C一定、2月24日から変温管理）  
 変温管理期間の生育ステージ：発芽期～満開後30～40日

**夜間の変温管理による生育への影響と省エネ効果**

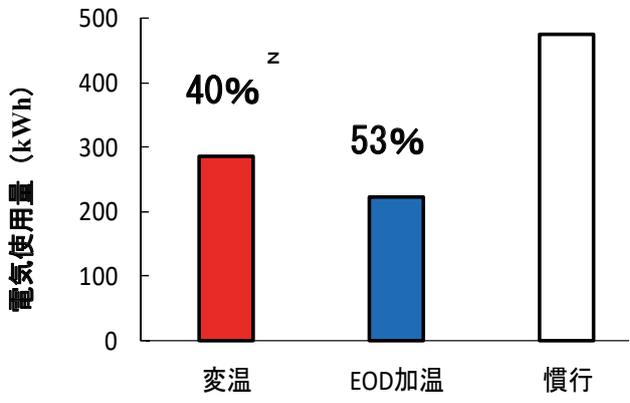
- 収穫期はやや遅れるが、果実品質は慣行と同等または優れる。
- 変温管理により、**40%コスト削減**できる。
- EOD管理により、**53%コスト削減**できる。

夜間の変温管理が加温栽培「シャインマスカット」の生育期および果実品質に及ぼす影響

処理区	満開期 (月/日)	収穫期 (月/日)	果房重 (g)	1粒重 (g)	糖度 (° Brix)	酸度 (g/100ml)
①変温	4/10	7/10	492	12.2	18.8	0.39
②EOD加温	4/14	7/14	560	12.8	19.3	0.40
③慣行	4/7	7/5	454	12.1	18.8	0.45



夜間の変温管理が収穫時の果房に及ぼす影響  
 （左から、変温、EOD加温、慣行）



夜間の変温管理による省エネ効果  
 z慣行区に対する削減率  
 変温管理期間2月24日～5月12日

# 宮城県における「シャインマスカット」加温栽培の実証

宮城県農業・園芸総合研究所

## 宮城県で試験した作型の生育モデル

作型	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
1月加温	○ ●	■	★			↔		
2月加温		○ ● ■		★			↔	
3月加温		○	● ■		★			↔

○ 保温開始   ● 加温開始   ■ 発芽期   ★ 満開期   ↔ 収穫期



「シャインマスカット」早期加温栽培の結実状況

## 加温時期別の省エネ温度管理表

### 1月加温

予定月日	生育期	温度管理 (°C)				換気目標 温度(°C)	湿度目標
		日没~22時	22時~3時	3時~日出	昼温設定		
1月4日	保温開始	保温期間(14日間)				33	80~90%
1月17日	加温開始	5日間隔で 13°C⇒14°C⇒15°Cで昇温					
2月1日 3月22日	発芽始め から 満開期まで	18	13	10	20	30	50~60%
	満開期 から 果粒軟化期まで	20	15	13	20	30	50~60%
5月6日 5月9日~	果粒軟化期 以降 加温終了まで	20	18	15	20	30	—
5月9日~		サイドビニール開放 (外気温度)					
6月30日	収穫始め						

### 2月加温

予定月日	生育期	温度管理 (°C)				換気目標 温度(°C)	湿度目標
		日没~22時	22時~3時	3時~日出	昼温設定		
2月1日	保温開始	保温期間(7日間)				33	80~90%
2月8日	加温開始	5日間隔で 13°C⇒14°C⇒15°Cで昇温					
2月22日 4月13日	発芽始め から 満開期まで	18	13	10	20	30	50~60%
	満開期 から 加温終了まで	20	15	13	20	30	50~60%
5月29日	果粒軟化期	サイドビニール開放 (外気温度)				30	—
7月22日	収穫始め						

### 3月加温

予定月日	生育期	温度管理 (°C)				換気目標 温度(°C)	湿度目標
		日没~22時	22時~3時	3時~日出	昼温設定		
2月1日	保温開始	発芽始めまで保温				33	80~90%
3月1日 4月19日	発芽始め  満開期	18	15	15	20	30	50~60%
5月9日まで	ジベレリン前期 処理後から 加温終了まで	18	18	15	20	30	50~60%
6月4日	果粒軟化期	サイドビニール開放 (外気温度)				30	—
7月29日	収穫始め						

## 実際の生育状況（2016～2017年）

### 各作型における生育期の観察日と予定日との差

試験区	発芽始め	満開期	果粒軟化期	収穫始め
1月加温	2月1日	3月18日	4月30日	6月22日
予定日との差	無し	4日早い	6日早い	8日早い
2月加温	2月20日	4月4日	5月24日	7月24日
予定日との差	2日早い	9日早い	5日早い	2日遅い
3月加温	2月29日	4月15日	6月6日	8月8日
予定日との差	1日早い	4日早い	2日遅い	10日遅い

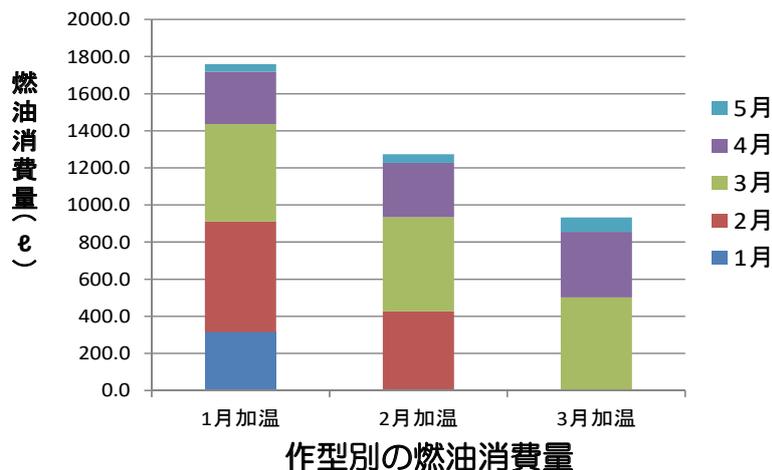
### 各作型が生育日数に及ぼす影響

試験区	保温開始～ 発芽始め	発芽始め～ 満開期	満開期～ 果粒軟化期	果粒軟化期～ 収穫始め
1月加温	28日	45日	43日	53日
2月加温	19日	45日	50日	61日
3月加温	28日	46日	52日	63日

※試験に供試した樹は2014年4月に定植した。

- 1月加温では、生育期間を通じて天候に恵まれたため、収穫期は予定より8日早くなった。
- 2月加温と3月加温では、果粒軟化期から収穫までの期間が梅雨時期と重なるため、糖度上昇が停滞して予定よりも収穫始めが遅れた。

## 燃油消費量と経営収支の試算



※施設面積およそ1.5aの二重被覆パイプハウスでのデータ。  
 ※ハウス内の加温は小型温風機（KA-205、燃料は白灯油）を使用。

### 作型別の経営収支

（単位：10aあたり円）

	1月加温	2月加温	3月加温	雨よけ(参考)
粗収益	4,500,000	3,750,000	3,000,000	2,700,000
費用				
肥料費	20,000	20,000	20,000	15,385
光熱動力費	879,000	636,500	466,500	10,438
農業薬剤費	21,342	21,342	21,342	27,000
諸材料・小道具	168,375	168,375	168,375	164,080
労働費	350,000	350,000	350,000	333,353
減価償却費	1,242,183	1,242,183	1,242,183	834,983
販売費用	175,000	175,000	175,000	175,000
合計	2,855,900	2,613,400	2,443,400	1,560,239
利潤	1,644,100	1,136,600	556,600	1,139,761

※販売単価は1月加温3000円、2月加温2500円、3月加温2000円、雨除け1500円とした。

※費用は宮城県営農類型試算（2015年度改定）のデータをベースに作成した。

※加温栽培の10aあたり収量は1500kg（平均1房重：600g、10aあたり着房数2500房）、雨よけは1800kgとした。

※灯油価格は100円/Lとして算出。

- 1月加温の燃油消費量は、2～3月加温に比べて増加するが、販売単価が高い時期に出荷できるため収益性が高い。
- 1月加温は、2～3月加温のような梅雨時期の糖度上昇が遅延するリスクが少ないため計画出荷が可能。

## 加温栽培のまとめ

- 宮城県は休眠打破に必要な低温に遭遇しやすいため、早期の加温でも安定栽培が可能である。
- 加温栽培の導入によって、お中元やお盆需要をねらった出荷が可能である。
- 省エネ温度管理の導入によって、暖房経費を削減をしながら概ね目標の生育進度で栽培管理が可能であった。
- 1月加温は燃料費は高くなるが、販売単価が高く糖度も安定して増加するため、他の作型と比較して高い収益性が認められた。
- 2～3月加温は、成熟期が梅雨時期と重なるため糖度上昇が遅延する危険性が高い。その対策として、光反射シート敷設等が必要である。



本マニュアルは食料生産地域再生のための先端技術展開事業「被災地の早期復興に資する果樹生産・利用技術の実証研究（平成24年～平成29年）」（復興庁・農林水産省）において実施した試験結果をもとに作成したものです。

作成：宮城県農業・園芸総合研究所、農研機構果樹茶業研究部門、  
島根県農業技術センター

発行者：農研機構果樹茶業研究部門

平成30年3月発行