

加温栽培‘デラウェア’の省エネ・省力化  
技術に関する栽培生理学的研究

**Agro-Physiological studies on the  
energy/labor-saving technique on ‘Delaware’  
grapevines under forced condition**

梅野康行

2017

## 目 次

第1章 緒 論	1
第2章 ‘デラウェア’ の高温処理を利用した休眠打破法の開発	12
第1節 休眠芽の発芽促進に及ぼす高温処理の効果	12
緒言	
材料および方法	
結果	
考察	
摘要	
図表	
第2節 高温処理とシアナミド剤の併用処理による発芽促進効果	28
緒言	
材料および方法	
結果	
考察	
摘要	
図表	
第3章 燃油削減を目指した温度管理法の改善	34
第1節 加温栽培 ‘デラウェア’ の隔日変温管理法が生育と果実品質に及ぼす影響	34
緒言	
材料および方法	
結果	
考察	
摘要	
図表	
第2節 加温代替による長期保温が ‘デラウェア’ の生育と果実品質に及ぼす影響	55
緒言	
材料および方法	
結果	
考察	
摘要	
図表	

第4章 大粒系統‘デラウェア’の特性とジベレリン処理法の改善	77
第1節 大粒系統‘デラウェア’の特性	77
緒言	
材料および方法	
結果	
考察	
摘要	
図表	
第2節 大粒系統‘デラウェア’を利用したGA1回目処理の適期期間の拡大	92
緒言	
材料および方法	
結果	
考察	
摘要	
図表	
第3節 大粒系統‘デラウェア’を利用したGA1回処理技術の開発	105
緒言	
材料および方法	
結果	
考察	
摘要	
図表	
総合考察	122
総合摘要	137
引用文献	141
Summary	157
学会誌公表リスト	160
謝辞	161

## 第 1 章

## 緒 論

ブドウ ‘デラウェア’ (*Vitis labruscana* Bailey) は、米  
国原産の品種（自然交雑種）で、1882 年にアメリカから導  
入され、その 3 年後に山梨県下で試作されて各地に広まっ  
た（河瀬、1996）. ‘デラウェア’ は多汁で甘味が強く、皮  
離れが良く食べやすいことから、各県で特徴のあるオリジ  
ナル品種が育成され（峯村ら、2009；尾頃ら、2003；佐藤  
ら、2009；嶋ら、2006）、大粒ブドウ全盛の現在においても  
根強い人気がある。また、‘デラウェア’ は、世界初の技術  
であるジベレリン（以下、GA）2 回処理で無核化と果粒肥  
大に成功した最初の品種であり（小原ら、2008）、栽培が容  
易であることから 1975 年には、全国の栽培面積が約 9,000  
ha に達し、全盛期を迎えた（河瀬、1996）。現在、‘デラウ  
ェア’ の栽培面積は約 2,700 ha で、ピーク時より大幅に減  
少しているものの、依然 ‘巨峰’ に次ぐ栽培面積を維持し  
ている（農林水産省統計部、2013）.

島根県における ‘デラウェア’ 栽培は、1923 年に県西部  
（浜田市下府）の山下林次氏が、山梨県より苗木を導入し  
たのが始めと言われ（猪股、1963）、1950 年頃から本格的  
な栽培が始まった。1957 年には農協の共同販売体制（共販）  
が始まり、強風や雪によるハウスの倒壊、燃油価格の高騰、  
裂果の多発、着色障害の発生など幾多の試練を乗り越えて  
2016 年には共販 60 周年を迎えた（島根県農業協同組合、  
2016b）。その期間、本県の ‘デラウェア’ 栽培には、着色  
障害防止技術（竹下ら、1984）、休眠打破技術（藤田ら、1977）、  
温度管理技術（宮川・竹下、1980）、物質生産理論（高橋、  
1986）、土壌管理と施肥の改善（小豆沢、1995）、炭酸ガス  
施用（小豆沢・山本、2005；山本、1994）、密植栽培（森山、  
2005）、養液土耕栽培（島根県農業技術センター、2012）な

どの技術が導入され、果実品質の向上が図られてきた。現在、本県におけるブドウの栽培面積は約 193 ha で、その内‘デラウェア’が約 63% の 122 ha を占め（島根県農業協同組合，2016b），本県の園芸品目で最大の農業産出額を占めている。しかし、出荷量と栽培面積は、ピーク時（1980 年頃）の 1/3 以下に減少しており（図 1-1），樹勢低下による収量の減少や生産者の高齢化等の問題も顕在化している（安田，2016）。そのため、‘デラウェア’主産地である出雲市の JA いずも（現 JA しまね出雲地区本部）は、担い手を確保するため、関係機関と連携して 2006 年より栽培技術等を習得する「ぶどうチャレンジ講座」を開設している（多久和，2016）。さらに、2013 年には JA いずもが、点滴かん水装置や加温機等を完備した単棟屋根型ハウス（3.3 ha）を建設し、担い手にリースハウスとして提供を始め、現在 15 名の入植者が誕生している。本県‘デラウェア’の特徴として、栽培面積のほとんどが施設化され（図 1-2），12 月から加温を開始する超早期加温栽培から雨よけ栽培まで 6 つの作型で構成され（図 1-3），施設面積の約 76% で加温栽培が行われている（島根県農業協同組合，2016b）。この加温栽培は、1967 年頃から始まり、高単価に支えられ 1982 年には加温の栽培面積が無加温を上回り、現在に至っている。

この加温栽培の中で、最も早い時期の 4 月下旬～5 月下旬に収穫する超早期加温および早期加温栽培が、加温栽培面積全体の約 42% を占めている（島根県農業協同組合，2016b）。これらの作型は、厳寒期の 12～1 月に加温を開始することから経営費の約 36% を占める燃油消費量（島根県農林水産部，2013）が極めて多い。そのため、近年の燃油価格の上昇傾向（一般財団法人日本エネルギー経済研究所，2016）で、燃油高騰時には生産者の所得が著しく減少する

ため、栽培面積減少の一因となっている。山本（2010）は、加温栽培で使用する A 重油の単価（図 1-4）が 100 円/L を超えると、超早期や早期加温栽培では、農業所得が普通加温栽培（2 月加温）より減少すると報告している。したがって、これらの早い作型は、重油単価の影響を受けやすいことから、所得向上のためには、単収の増加が極めて重要になる。

この超早期、早期加温栽培では、加温開始が休眠覚醒に必要な低温積算時間の十分満たされていない時期（12～1 月）と重なるため、発芽促進や発芽揃いの向上を目的とした休眠打破処理が行われている。このブドウの休眠打破処理については、黒井ら（1963）が石灰窒素 5 倍の上澄み液を利用した方法を報告し、現在ではその有効成分であるシアナミドを抽出した薬剤が利用されている。さらに、本県では発芽するまでの期間、晴天日を中心にハウスを密閉し、ハウス内温度を 35～40℃ に保つ高温処理が行われている

（倉橋，2013d）。しかし、出雲市の 12～1 月の日照時間は、同じ‘デラウェア’早出し産地である山梨県に比べ著しく少ないため（図 1-3）、ハウス内温度が十分に上昇しない日も多いと考えられ、この高温処理が発芽をどの程度促進しているかは明らかでない。一方、近年温暖化による自発休眠期の低温不足が指摘されており、ブドウ、オウトウ、ニホンナシ、モモにおいて、発芽遅延や発芽の不揃いが報告されている（本條，2007；長田・大江，2010；杉浦ら，2007；杉浦ら，2009）。気象庁（2013）によると、21 世紀末頃のわが国の年平均気温は 3℃ 程度上昇するとしており、今後果樹の休眠覚醒に対する温暖化の影響は大きくなると推察される。したがって、加温栽培‘デラウェア’の発芽促進と発芽揃いを向上するため、現在実施されているシアナミド剤による休眠打破を補完する高温処理について、より

合理的な処理方法を確立する必要がある。

加温栽培‘デラウェア’の温度管理は、1日を4つの時間帯に分け(日の出～日没まで, 日没～22:00, 22:00～3:00, 3:00～日の出まで), 生育時期(萌芽期, GA処理期, 開花期, 果粒肥大期, 着色始期)に応じたきめ細かい変温管理が行われている(島根県・JA全農島根県本部, 2006)。例えば, GA1回目処理期には結実率を高めるため, 低めの温度設定(10～15℃)で栽培し, 果粒肥大期には果粒肥大を促進するため, 高めの温度設定(18～20℃)で管理する。この変温管理により, これまでも燃油消費量の削減が図られてきた。しかし, 燃油価格の高騰時には, 燃油消費量を削減するため, これらの温度管理基準よりも2～3℃低い設定温度で栽培する事例がみられる(大野, 2014)。そのため, 平年より低温の年には, 日射量も少ないことから発芽遅延や初期生育が劣り, その後の果粒肥大に影響が見られている。したがって, 生産現場から, 加温燃料の経費が少なく, 生育遅延や果実品質の低下を招かない新たな省エネ温度管理技術の開発が要望されている。

‘デラウェア’におけるGA処理の試験は, 当初果軸伸長による着粒密度の低下により, 裂果を軽減する目的で開始された。その中で, 満開前の1回目のGA処理で無核果になる効果が認められ, 満開後の2回目のGA処理で有核果と同程度の大きさになることが明らかになった(段, 1996)。そのため, 日本各地でGAを利用した‘デラウェア’の無核化の研究が始まり, 岸(1973), 岸・田崎(1960), 板倉ら(1965)および村西(1968)などによってGA2回処理が実用化された。このGA処理による無核化の機序は, 花粉の稔性が著しく低下すること(Sugiura・Inaba, 1966)や胚のうの発育が抑えられること(杉浦, 1969)であると言われている。また, GA処理による無核果率には, 品種

間差異が認められ（岸，1973；Motomura・Hori，1978；元村，1982；永田・栗原，1982），商業的に無核されている品種は限られている．

一方，‘ピオーネ’，‘巨峰’および‘藤稔’などの巨峰系4倍体品種では，GA2回処理だけでなく，満開3～5日後に行うGA1回処理のみで無核化と果実肥大を図る技術が実用化されている（小林ら，2006；鈴木・菅沼，2002；石川・馬場，2009）．これら品種のGA1回処理では，GA2回処理とほぼ同品質の果房を生産できるため，GA処理時間の省力化やGA費用の削減に繋がっている．対照的に，‘デラウェア’のGA1回処理の果実品質は，GA2回処理に比べ著しく劣り，商品性が低下するため（岸，1973；板倉ら，1965），これまで実用化に至らなかった．しかし，棚栽培で行うこのGA処理などの果房管理は作業者の頸肩部に大きな負担がかかること（辻村ら，2011）やGA費用削減の面から，GA1回処理の技術開発に対する生産者の期待は大きい．また，本県では，‘デラウェア’の複合経営品種として，農研機構果樹研究所の育成した‘シャインマスカット’（山田ら，2008）を推進している．この品種は，商品性を向上するための房づくりに時間を要することから，10a当たりの作業時間が704.4hで，‘デラウェア’の約1.3倍と多い（島根県農林水産部，2013）．そのため，‘シャインマスカット’への労力配分を考慮すると，‘デラウェア’の作業時間縮減は重要と考えられる．

このような状況の中，2002年頃に本県益田市のブドウ園において，通常の‘デラウェア’より明らかに果粒肥大の旺盛な大粒系統‘デラウェア’が発見された．現在，この系統は，島根ぶどう中期ビジョン（島根県農業協同組合，2016b）に優良系統として位置づけられ生産振興が図られている．この系統は，これまで発見された芽条変異と思われ



る大粒の‘デラウェア’と異なり，果肉に歯ごたえがあり，食感が良いと高評価を得ている．さらに，果粒肥大の良い特性を有していることから，GA1回処理でも，通常‘デラウェア’のGA2回処理と同等の商品性のある果房生産の可能性があるため，2014年よりGA1回処理の技術開発に向けて研究を開始した．

本研究は，加温栽培‘デラウェア’における省エネと省力化技術の開発を目的に以下の実験を行った．

第2章では，低温遭遇と休眠打破のために実施されるシアナミド剤処理による発芽促進効果を補完する高温処理について検討した．さらに，成木樹を用いて高温とシアナミド剤の併用処理による発芽促進効果について検討した．これにより，超早期・早期加温栽培の発芽促進と発芽揃いの向上を目指した．

第3章では，燃油削減を目的に隔日で加温機の設定温度を低下する従来の隔日変温管理（梅野・内田，2013）の改良を検討した．さらに，加温の代替技術として，加温開始前に長期間保温を行い，燃油削減と発芽揃いの向上を図る“長期保温法”の体系化を目指した．

第4章では，前述した大粒系統‘デラウェア’の特性を葉の表現型や分子生物学的アプローチ等の科学的な面から明らかにした．さらに，GA処理方法の改善を図るため，この系統を用いた通常のGA2回処理における1回目の処理適期期間の拡大とGA1回処理技術の開発を行った．

最後に，これら加温栽培‘デラウェア’を対象にした省エネ・省力技術を現地で活用するための要点について総合考察を行った．

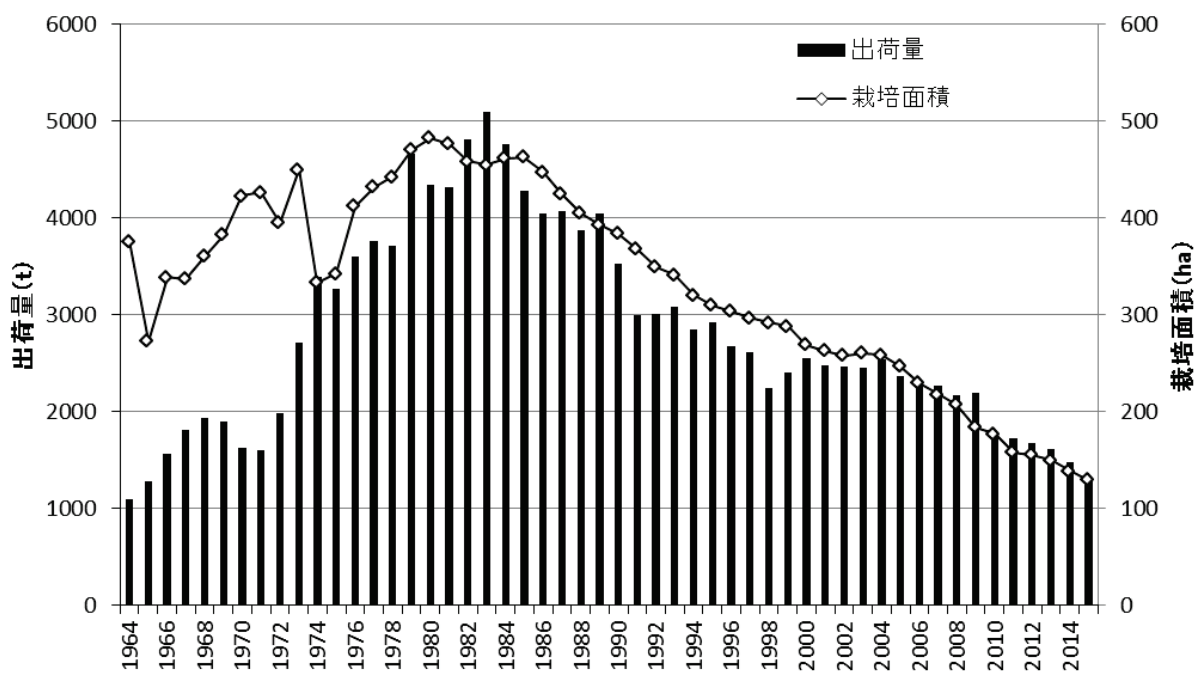



図1-1 島根県における‘デラウェア’の出荷量と栽培面積の年次推移  
 (島根ぶどう共販60周年記念生産者大会資料, 2016)




図 1-2 砂丘地帯に広がるのハスウ群（島根県出雲市）

作型	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
超早期		▲	●		→	◇			
早期		▲	●		→	◇			
普通			▲	●	→		◇		
準加温				▲	●	→		◇	
無加温					▲	●		◇	
雨よけ					▲	●		◇	

図 1-3 島根県における‘デラウェア’の作型構成

  
 加温期間    発芽期    満開期    成熟期

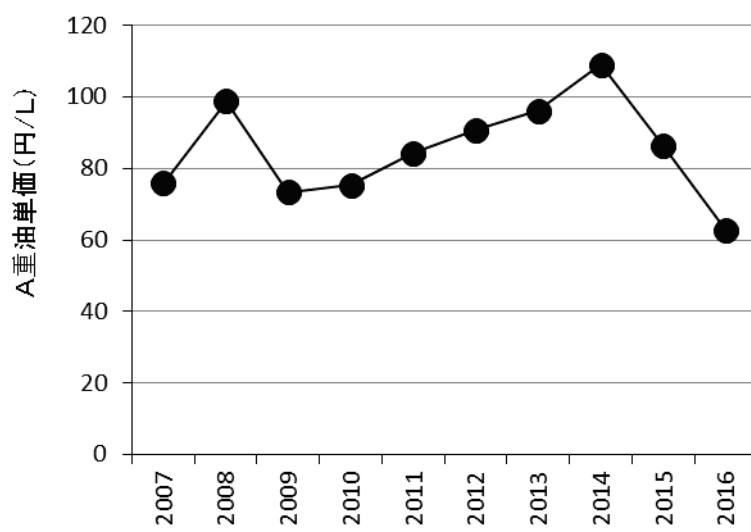


図1-4 A重油販売単価の年次推移  
(JAしまね出雲地区本部)

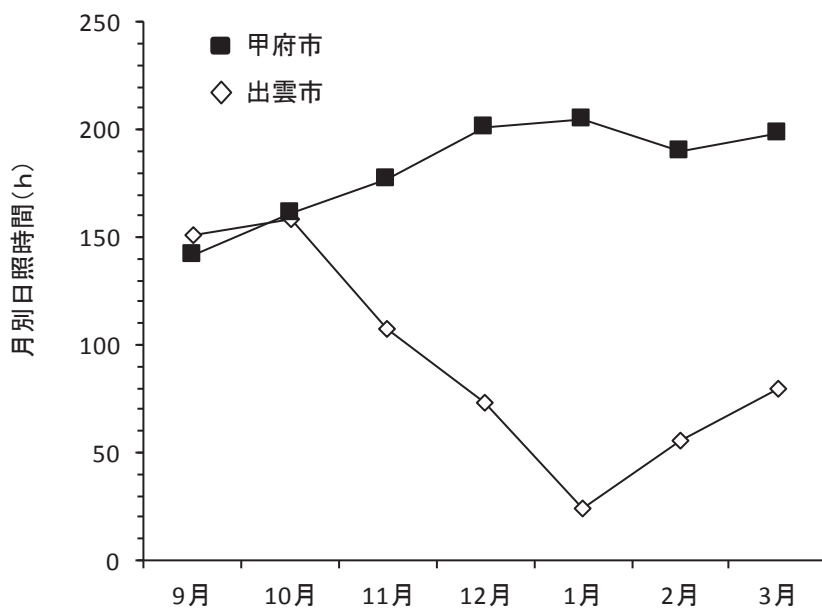


図1-5 出雲市と山梨県の日照時間の月別推移

甲府市: 甲府地方気象台 (山梨県甲府市, 1981~2010 年平年値)

出雲市: 出雲アメダスデータ (出雲市芦渡町, 1987~2010 年平年値)

## 第 2 章 ‘デラウェア’ の高温処理を利用した休眠打破法の開発

近年の地球温暖化（気象庁，2013）により，ブドウでは，施設栽培での低温不足による自発休眠覚醒遅延が報告されている（杉浦ら，2007）．そこで，本章では現地で実施されている‘デラウェア’の高温処理を利用した休眠打破法を合理的な方法に改善するため，第 1 節では休眠覚醒に効果のある高温の発芽促進効果について，処理時期や処理温度別に検討した．第 2 節では，成木樹を用いて，早期加温栽培（1 月加温）における高温とシアナミド剤の併用処理による発芽促進と発芽揃いの向上効果について検討した．

### 第 1 節 休眠芽の発芽促進に及ぼす高温処理の効果

#### 緒 言

一般に，植物の自発休眠覚醒のためには一定時間の低温に遭遇する必要があることはよく知られている．ブドウでは，低温以外にりん片除去（Iwasaki，1980），希少糖（望岡ら，2012），ニンニク汁液（Kubota・Miyamuki，1992），グルタチオン（東部ら，1998），電気刺激（kurookaら，1990；黒岡ら，1992）およびシアン化合物（江崎・高瀬，2002；藤田ら，1977；広瀬ら，2000；黒井ら，1963；黒井，1974；黒井，1985；望月，1996；森元・熊代，1978；Potjanapimonら，2007；ポジャナピモンら，2008）などによって自発休眠覚醒効果が認められている．特にシアン化合物の休眠芽への噴霧処理は実用化され，広く利用されている．さらに，35～50℃による高温処理は，各種果樹で休眠芽の発芽促進効果が認められ，ブドウ（堀内・中川，1972；望月，1996；Mohamedら，2014；東部ら，1998），ナシ（田村ら，1993），レッドラズベリー（Palonen・Lindén，2006）などで報告がある．そのため，島根県の 12～1 月に加温開始する作型で

は、休眠打破のためのシアナミド剤処理に加え、無加温期間（加温開始7～14日前）と加温開始後から発芽するまでの期間、晴天日を中心にハウスを密閉し、散水でハウス内を高湿度に保ちながら、ハウス内温度を35～40℃に保つ高温処理を実施している（倉橋，2013d）。また、本県は高温処理を行う12～1月の日照時間が少なく、‘デラウェア’の主産地である出雲市の日照時間は、2.1 h/day（アメダスデータ，出雲市芦渡町，1987～2010年平均値）で、同じ‘デラウェア’の早出し産地である山梨県甲府市の6.5 h/day（甲府地方気象台，1981～2010年平均値）の1/3に満たない。そのため、現地でハウス内温度を35～40℃に維持できる日は限られ、高温処理としては不十分と考えられる。しかし、これらの高温処理が、‘デラウェア’休眠芽の発芽促進に及ぼす効果についての科学的知見はほとんどない。さらに、本県での12～1月の高温処理は、35～40℃を基準にするものの、処理時間についてはほとんど検討されていない。また、本県では‘デラウェア’の自発休眠覚醒のために必要な7.2℃以下の低温積算時間を1,000時間に定め、休眠打破剤がその半分程度の500～600時間を代替すると考え、加温開始時期を判断している（倉橋，2013d）。しかし、近年の温暖化の影響で低温積算時間の不足する年があるため、自発休眠覚醒効果のある高温処理を効率よく実施すれば、その不足分を補うことが可能と考えられる。したがって、高温処理の発芽促進効果が、低温積算時間（1,000時間）をどの程度代替するかを明らかにしておくことが必要と思われる。

そこで、現地で実施している高温処理について、合理的かつ発芽促進効果の高い方法に改善するため、ブドウ‘デラウェア’の切り枝を用いて、休眠芽の発芽促進に影響を及ぼす処理温度と処理時間を時期別に調査し、高温処理効果を検討した。さらに、高温処理による発芽促進効果の低温積算時間代替程度を併せて調査した。



## 材料および方法

### 1. 供試材料

島根県農業技術センター果樹ほ場（出雲市）のハウス栽培‘デラウェア’を供試した。実験は、2008～2009年（実験1）、2009～2010年（実験2）および2015～2016年（実験3）にかけて行った。実験1は、4年生樹（一文字整枝短梢せん定）、実験2が9年生樹（X字型自然形整枝長梢せん定）で、実験3は3年生樹（H型平行整枝短梢せん定）を用いた。供試樹の本数は、それぞれ10樹（実験1,2）と7樹（実験3）で、それぞれから切り枝を採取し供試材料とした。実験1と2の切り枝は、採取後直ちに1芽を残して長さ10cm程度（芽の上部の長さ：3cm、芽の下部の長さ：7cm）に調整し、1処理当たり10本で調査した。実験3の切り枝は、1処理当たり2本/樹（合計14本/処理）採取し、前述の方法で調整した。

### 2. 切り枝への35℃と40℃の高温処理の効果（実験1）

高温処理前日に採取した切り枝を各処理ごとに100mlビーカーに水挿しした。その後、昼温23℃（8:30～20:30）、夜温18℃（20:30～8:30）に設定したグロースチャンバー（12時間日長、照度；433lux）内に一晩おき、翌日の9時から以下の高温処理を開始した。高温処理時期は、2008年11月6日（以下、11月処理）、12月8日（12月処理）および2009年1月5日（1月処理）で、図2-1に示した処理時間による高温処理を行った。現地の高温処理では、天気の変化により、ハウス内温度が大きく変動するため、高温状態を長時間維持することは困難である。そのため、連続処理区に加えて、1日当たり4時間（9:00～13:00）の高温処理を2, 6および12日間行う間欠処理区を設定した。間欠処理区では高温処理を行わない時間（13:00～9:00）は、次の高温処理開始時まで切り枝を昼温23℃（8:30～20:30、

照度；433 lux)，夜温 18℃（20:30～8:30，暗黒）の条件下においた。また，高温処理を実施せずにそのまま昼温 23℃（8:30～20:30，照度；433 lux），夜温 18℃（20:30～8:30，暗黒）の条件下におく対照区を設定した。高温処理中の乾燥防止のため，水で満たしたトレイにビーカーを並べ，トレイごとポリ袋で包み，35℃と40℃に設定した恒温器（LP-100A,日本医化器械製作所（株））に入れた。各処理時間経過後，直ちに昼温 23℃（8:30～20:30，照度；433 lux），夜温 18℃（20:30～8:30，暗黒）の条件下へ移し，高温処理開始時を0日目とし，60日目まで2～3日間隔で発芽した切り枝の発芽状況を調査し，処理ごと（10本）に平均発芽所要日数を求めた。芽の鱗片が緩み，毛じから緑の部分が見えた日を発芽日と判断した。実際栽培では，発芽率が低いと収量などに影響を及ぼすことから，本実験では発芽率50%以上の処理区を統計処理の対象データにした。得られたデータは，処理時期別に発芽率50%以上の発芽所要日数を従属変数とし，処理方式，処理時間および処理温度を独立変数とした分散分析を行った。11月処理では欠損値（発芽率50%未満）があったため，処理方式と処理温度を独立変数にした。また，発芽所要日数の差は，対照区（慣行区）も含めて Tukey-Kramer の多重検定により比較した。なお，統計分析はエクセル統計 2012（SSRI）を用いて行った。低温積算時間は，高温処理時期別に10月1日から切り枝採取日の6時までの7.2℃以下の気温をアメダスデータ（出雲市芦渡町）から求めた。

### 3. 切り枝への35℃以下の温度での高温処理の効果（実験2）

12～1月に日照時間の少ない島根県では，ハウス内温度が35～40℃まで上昇しにくいことから，35℃以下の高温処理温度が発芽促進に及ぼす影響を調査した。処理当日に切り枝を採取し，処理ごとに水を含ませたキッチンペーパーに包みポリ袋で密封した後，25℃，30℃および35℃に設

定した恒温器に入れた。高温処理時期は、2009年11月17日（以下、11月処理）、12月6日（12月処理）および2010年1月11日（1月処理）で図2-1に示した処理時間で連続処理を行った。各高温処理時間経過後、直ちに切り枝をポリ袋から取り出し、100 ml ビーカーに水挿しし、昼温 23℃（8:30～20:30、照度；433 lux）、夜温 18℃（20:30～8:30、暗黒）の条件下に置いた。また、実験1と同様に対照区を設定した。発芽所要日数、低温積算時間および統計解析は、実験1と同様の方法で調査し、欠損値（発芽率50%未満）のあることから11月、12月処理では24、48および68時間、1月処理では24、48時間を独立変数とした分散分析を行った。

#### 4. 35℃、48時間の高温処理による低温積算時間代替効果（実験3）

切り枝の採取は、2015年10月19日に行い、処理ごとに水を含ませたキッチンペーパーに包みポリ袋で密封した後、翌日に35℃に設定した恒温器に入れ48時間の高温処理（以下、高温処理）を開始した。また、同時に4℃、7℃および10℃に設定した恒温器（暗黒下）で低温処理を行った。処理時間は、188時間、397時間、591時間、790時間、1001時間および1265時間であった。高温および低温処理とも各処理時間経過後、直ちに切り枝をポリ袋から取り出し、100 ml ビーカーに水挿しし、昼温 23℃（8:30～20:30、照度；433 lux）、夜温 18℃（20:30～8:30、暗黒）の条件下においた。発芽所要日数と低温積算時間は、実験1と同様の方法で120日目まで調査した。得られたデータは、ダネット検定により高温処理と低温処理による発芽所要日数を比較した。

## 結 果

### 1. 切り枝への 35℃ と 40℃ の高温処理の効果 (実験 1)

‘デラウェア’の切り枝に対する 35℃, 40℃ の高温処理が発芽所要日数と発芽率に及ぼす影響を表 2-1 に示した。11 月処理では, 対照区の発芽率は 50% 未満であったが, 連続処理区の 40℃, 24 時間, 35℃ と 40℃ の 48 時間および間欠処理区の 35℃ と 40℃ の 48 時間で, 発芽率が 50% 以上になった。分散分析の結果, 連続処理区と間欠処理区, 35℃ と 40℃ の発芽所要日数に有意差は認められなかった。

12 月処理では, すべての処理で発芽率が 50% を超え, 分散分析の結果, 連続処理区の発芽所要日数は, 間欠処理区より有意に少なかった。40℃ 処理の発芽所要日数は, 35℃ 処理より有意に少なく, 8 時間処理の発芽所要日数が 24 時間および 48 時間に比べて有意に多かった。さらに, 連続, 間欠処理区とも 35℃, 40℃ の 8 時間処理を除くすべての処理で, 発芽所要日数が対照区より有意に少なくなった。

1 月処理では, すべての処理で発芽率が 50% 以上になった。分散分析の結果, 連続処理区の発芽所要日数は, 間欠処理区より有意に少なく, 40℃ 処理の発芽所要日数が, 35℃ 処理より有意に少なかった。また, 8 時間処理の発芽所要日数が 24 時間および 48 時間に比べて有意に多かった。処理方式と処理時間の間には交互作用があった。さらに, すべての処理において, 発芽所要日数が対照区より有意に少なかった。

各高温処理時期までの 7.2℃ 以下の低温積算時間は, 11 月処理が 24 時間, 12 月処理は 171 時間で, 1 月処理が 746 時間であった。

### 2. 切り枝への 35℃ 以下の温度での高温処理の効果 (実験 2)

‘デラウェア’の切り枝に対する 25℃, 30℃ および 35℃ の高温処理が発芽所要日数と発芽率に及ぼす影響を表 2-2

に示した。11月処理では、対照区の発芽率は50%以下であったが、35℃、92時間処理を除くすべての処理で、発芽率が50%以上になった。分散分析の結果、25℃処理の発芽所要日数が30℃、35℃処理より有意に多く、24時間処理の発芽所要日数は48時間、68時間より有意に多かった。処理温度と処理時間には交互作用が認められた。

12月処理では、35℃、92時間処理の発芽率が50%未満と低かった。分散分析の結果、処理温度が高くなるにつれて、発芽所要日数が少なくなる傾向が認められた。処理時間には有意差はなかったが、処理温度と処理時間には交互作用が認められた。25℃処理の92時間、30℃処理の68時間および92時間で発芽所要日数が、対照区より有意に少なかった。さらに、35℃処理では、48時間と68時間処理の発芽所要日数が対照区より有意に少なくなった。

1月処理では、35℃、68時間と92時間処理の発芽率が50%未満と低かった。25℃処理の発芽所要日数が30℃、35℃処理より有意に多かった。処理時間には有意差はなかったが、処理温度と処理時間には交互作用が認められた。また、25℃処理の発芽所要日数は、すべての処理時間で、対照区と差がなかったが、30℃処理では、48時間と68時間の発芽所要日数が対照区より有意に少なかった。35℃処理では、24時間の発芽所要日数が対照区より有意に少なかった。

各高温処理時期までの7.2℃以下の低温積算時間は、11月処理が8時間、12月処理は212時間で、1月処理が571時間であった。

### 3. 35℃、48時間の高温処理による低温積算時間代替効果(実験3)

‘デラウェア’の切り枝に対する35℃、48時間の高温処理と温度別低温積算時間による発芽所要日数の比較を表2-3に示した。高温処理の発芽所要日数は58.9日で、4℃の790時間、1001時間および1265時間、7℃と10℃では

1001 時間と 1265 時間より有意に多かった。

## 考 察

### 1. 切り枝への 35℃ と 40℃ の高温処理の効果 (実験 1)

本実験では、最初に切り枝を利用した 35℃ と 40℃ での高温処理効果について調査した。その結果、12, 1 月の 35℃ と 40℃ の高温処理において、24 時間および 48 時間処理の発芽所要日数が、8 時間処理より有意に少なくなった (表 2-1)。さらに、40℃ の高温処理における発芽所要日数は、35℃ の高温処理より少なく、堀内・中川 (1972) の報告と一致している。これらの結果から、発芽促進効果が同程度であるならば、作業労力面から処理時間の短い方が有利であるため、12, 1 月における発芽促進効果の高い処理は、40℃、24 時間処理と考えられた。また、11 月処理においても、35℃ の 48 時間処理および 40℃ の 24, 48 時間処理で、発芽率が 50% 以上になり、高温処理による発芽率向上効果があると考えられる。

一方、現地ではほとんどの加温栽培園で手動換気が行われ、換気の遅れからハウス内温度が 40℃ 以上に上昇することがあり、高温障害の危険性が高まる。したがって、40℃ の高温処理より発芽促進効果がやや劣るものの、35℃ を維持する高温処理が実用的と考えられる。

12~1 月の高温処理では、通常、晴天日にハウスを閉めきった状態でハウス内温度を 35℃ 以上に保つことのできる時間は 4~5 時間程度である。そこで、高温の間欠処理区を設定し、連続処理区と比較した。その結果、間欠処理区の発芽所要日数は、連続処理区より有意に多くなった。これは間欠処理区では、高温処理の途中で切り枝を昼温 23℃ (8:30~20:30, 照度; 433 lux), 夜温 18℃ (20:30~8:30, 暗黒) の条件下に移すことから、発芽促進効果が低減され、発芽所要日数が連続処理区より多くなった可能性

がある。また、1月処理において処理時間と処理方式に交互作用が認められたが、これは8時間処理において連続処理区の発芽所要日数が間欠処理区より多くなっているためであり、間欠の8時間処理では昼温23℃（8:30～20:30、照度；433 lux）、夜温18℃（20:30～8:30、暗黒）の条件下へ移動する回数が1回である場合は（図2-1）、発芽促進に対する低減効果がほとんどなくなるものと推察された。

## 2. 切り枝への35℃以下の温度での高温処理の効果（実験2）

11、12月処理とも25℃の高温処理による発芽所要日数は、35℃の高温処理より多かった（表2-2）。この結果は、山梨県で‘デラウェア’を用いて、25℃と35℃で48時間の高温処理を行い、35℃の催芽日が25℃より早くなったという望月（1996）の報告と一致している。また、12月の25℃、92時間の高温処理による発芽所要日数は、対照区より有意に少なく、11月の25℃や30℃の高温処理による発芽率は、対照区に比べ向上している。したがって、実験1の35℃や40℃の結果や堀内・中川（1972）の示した37～45℃より低い25℃や30℃においても発芽促進効果や発芽率向上効果があると考えられる。また、藤田ら（1977）は‘デラウェア’の石灰窒素による休眠打破の効果を検査時期別（12月、1月、2月）に調査し、処理時期が遅いほど、薬害による芽の枯死のため、発芽率が低下しやすいことを報告している。これは、休眠芽の自発休眠が覚醒状態になるにつれて、石灰窒素による薬害が発生しやすいことを示している。したがって、1月処理では、芽の自発休眠が覚醒終期であることから、30℃処理では68時間や92時間、35℃処理では48時間、68時間および92時間処理の長時間処理で高温障害が発生し、発芽率の低下や発芽所要日数の増加になったと考えられる。さらに、各処理時期において、交互作用が認められたのは、高温処理の時間が長くなるにつれて、発芽所要日数の増加した処理があったためで

ある。また、25℃処理は温度帯の近い対照区（昼温 23℃，夜温 18℃）に比べ、発芽率の向上や発芽促進効果が認められた。これは、対照区では 12 時間ごとに 23℃と 18℃の間で温度を変化させており、このような場合、発芽促進効果が低減されるものと考えられた。また、島根県では‘デラウェア’の自発休眠覚醒のための 7.2℃以下の低温要求量を 1,000 時間（倉橋，2013d）とし、堀内ら（1981）は‘デラウェア’の自発休眠は 1 月下旬には完全に覚醒すると報告している。したがって、実験 1, 2 とも高温処理を行った 11, 12 および 1 月では、‘デラウェア’の自発休眠は十分覚醒しておらず、このような場合は、高温処理によって発芽所要日数の短縮効果が生じるものと推察された。さらに、11 月処理では、低温積算時間が少なく、自発休眠もほとんど覚醒しておらず、このような場合は、短い高温処理時間（8 時間）では発芽率向上効果がなかったと推察された。

以上の結果より、現地で 12 月に高温処理を行う場合、高温障害の危険性が低く、短時間でハウス内温度を高めることの可能な 35℃を基準にし、処理時間は 24 時間が適していると考えられた。また、これまで取り組まれている時期（12, 1 月）より早い 11 月の高温処理においても、発芽率の向上や発芽促進効果のあることが明らかになった。さらに、冬季寡日照地域である島根県において、12～1 月のハウス内温度が 25～30℃までしか上昇しない場合でも、12 月処理では処理時間を長くすることで発芽促進効果を得られることが明らかになった。一方、1 月処理では、処理時間が長くなっても発芽所要日数は少なくならないことから、処理時間は 24 時間が良いと考えられた。さらに、高温の長時間処理によって、発芽率が低下することがあるため、現地の高温処理では、ハウス内温度や処理時間に注意しながら実施することが必要となる。



### 3. 35℃, 48 時間の高温処理による低温積算時間代替効果 (実験 3)

高温処理における発芽促進効果の低温積算時間代替程度を明らかにするため、高温処理と温度別の低温処理による発芽所要日数を比較した。その結果、高温処理の発芽促進効果は、4℃で600時間程度、7℃と10℃では800時間程度の低温積算時間と同等と考えられた(表 2-3)。本県では、シアナミド剤の7.2℃以下の低温積算時間代替効果を500～600時間程度と推測していることから(倉橋, 2013d)、35℃, 48 時間の高温処理による発芽促進は、同等以上の効果があると推察された。堀内ら(1971)は、‘デラウェア’の休眠枝で、温度別に29日間の処理を行い、0℃の発芽率が6℃より高かったと報告している。また、倉藤(2012a)は‘ピオーネ’と‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’の切り枝においても、-2～16℃までの各温度に遭遇させて、発芽所要日数を調査したところ、‘ピオーネ’では1℃、‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’は4℃までなら低い温度ほど発芽促進効果が高いと報告している。他の樹種においても休眠覚醒効果の高い温度は異なり、モモ‘白鳳’では6℃、‘ニホンナシ’幸水’は0～6℃で、‘オウトウ’佐藤錦’が3℃との報告がある(Sugiuraら, 2006; 杉浦・本條, 1997; 杉浦ら, 2010)。したがって、本実験でも4℃による発芽促進効果が7℃と10℃よりも高いと考えられることから、高温処理(35℃, 48 時間)の代替可能な低温積算時間は、4℃が600時間で、7℃と10℃の800時間より少なくなったと推察された。また、各温度とも処理時間が長くなるにつれて、発芽所要日数は短くなる傾向を示しており、これまでのブドウの報告と一致している(Dokoozlianら, 1995; Dokoozlian, 1999; 堀内ら, 1971; 広瀬ら, 2000)。

以上の結果より、35℃, 48 時間の高温処理による低温積算時間代替効果は4℃で600時間程度、7℃と10℃では800時間程度と同等であると推察された。

## 摘 要

島根県の加温栽培‘デラウェア’で行われている発芽促進を目的とした高温処理の効果を明らかにするため、切り枝を用いて処理方式（連続，間欠），処理温度および処理時間が発芽促進に及ぼす影響を調査した。その結果，時期別（11月，12月，1月）に35℃および40℃の高温処理を行ったところ，11月の高温処理では，35℃の48時間および40℃の24，48時間処理で，発芽率が対照区（23℃ 12h 明期/18℃ 12h/暗期）より向上した。12月，1月処理では24時間および48時間処理の発芽所要日数が，8時間処理より有意に少なくなった。また，40℃の高温処理における発芽所要日数は，35℃の高温処理より有意に少なくなった。さらに，間欠処理の発芽所要日数は，連続処理より有意に多かった。35℃より低い温度での発芽促進効果を明らかにするため，時期別に25℃，30℃および35℃の高温処理を行った。その結果，11月，12月および1月処理で，25℃の高温処理における発芽所要日数が，30℃および35℃より有意に多くなった。また，11月処理では24時間処理の発芽所要日数が，48時間および68時間処理より有意に多かった。12月処理では処理時間による発芽所要日数に有意な差はなく，92時間の長時間処理で発芽率が低下した。1月処理では24と48時間処理の発芽所要日数に差はなく，68時間と92時間処理では発芽率が低下した。以上のことから，各時期とも高温処理によって，発芽率向上効果や発芽促進効果のあることが明らかになり，その程度は処理時間や処理温度で異なった。高温処理における発芽促進効果の低温積算時間代替程度を調査した。その結果，35℃，48時間処理の発芽促進効果は，4℃で600時間程度，7℃と10℃では800時間程度の低温積算時間と同等と考えられた。

表2-1 ‘デラウェア’の切り枝に対する35°C, 40°Cの高温処理が発芽所要日数と発芽率に及ぼす影響(2008)

処理方式	処理温度	処理時間	発芽所要日数(日) <sup>z</sup>		
			採 取 日		
			11月6日	12月8日	1月5日
	対照区(慣行)		— <sup>y</sup>	41.1 a <sup>x</sup>	35.6 a
連続	35°C	8 時間	—	39.5 ab	30.7 b
	40°C		—	35.6 abc	28.7 bc
	35°C	24 時間	—	32.5 cd	25.9 cd
	40°C		39.1	29.0 d	25.5 cd
	35°C	48 時間	34.7	30.0 cd	27.9 bcd
	40°C		34.4	28.3 d	23.8 d
間欠	35°C	8 時間 (4 時間×2 日)	—	39.0 ab	29.8 bc
	40°C		—	35.9 abc	28.5 bc
	35°C	24 時間 (4 時間×6 日)	—	34.1 bcd	27.3 bcd
	40°C		—	31.8 cd	26.8 bcd
	35°C	48 時間 (4 時間×12 日)	37.8	32.6 cd	28.4 bc
	40°C		37.4	31.9 cd	28.7 bc
分散分析 <sup>w</sup>					
処理方式(A)			ns <sup>v</sup>	*	*
処理温度(B)			ns	**	**
処理時間(C)			—	**	**
(A) × (B)			ns	ns	ns
(A) × (C)			—	ns	*
(B) × (C)			—	ns	ns
(A) × (B) × (C)			—	ns	ns
低温積算時間 <sup>u</sup>			24	171	746

<sup>z</sup>高温処理開始後からの発芽所要日数

<sup>y</sup>発芽率50%未満

<sup>x</sup>同一処理日内において、異符号間にTukey-Kramer法により5%水準で有意差あり(n = 10)

<sup>w</sup>11月6日処理は欠損値(発芽率50%以下)があるため、処理方式と処理温度を要因にし、分散分析表の—(処理時間)は要因にしなかった

<sup>v</sup>分散分析により、同じ処理日において\*\*;1%水準, \*;5%水準で有意差あり, ns;有意差なし

<sup>u</sup>切り枝採取日の6時までの7.2°C以下の気温を積算(アメダスデータ)

表2-2 ‘デラウェア’の切り枝に対する25°C, 30°Cおよび35°Cの高温処理が発芽所要日数と発芽率に及ぼす影響(2009)

処理時間	処理温度	発芽所要日数(日) <sup>z</sup>		
		採 取 日		
		11月17日	12月6日	1月11日
対照区(慣行)		— <sup>y</sup>	43.2 ab	32.7 ab
25°C	24 時間	50.7 a <sup>x</sup>	41.0 abc	28.6 bc
	48 時間	46.5 ab	41.8 ab	28.0 bc
	68 時間	35.0 c	43.9 a	28.1 bc
	92 時間	37.4 bc	30.3 ef	27.4 bc
30°C	24 時間	40.8 abc	40.6 abc	26.0 c
	48 時間	36.2 c	38.2 abcd	23.3 c
	68 時間	35.6 c	34.7 cdef	29.1 abc
	92 時間	39.2 bc	28.4 f	36.4 a
35°C	24 時間	35.4 c	36.2 bcde	23.1 c
	48 時間	31.3 c	32.2 def	26.4 bc
	68 時間	35.3 c	30.9 def	—
	92 時間	—	—	—
分散分析 <sup>w</sup>				
処理温度(A)		** <sup>y</sup>	**	**
処理時間(B)		**	ns	ns
(A) × (B)		**	*	**
低温積算時間 <sup>u</sup>		8	212	571

<sup>z</sup>高温処理開始後からの発芽所要日数

<sup>y</sup>発芽率50%未満

<sup>x</sup>同一処理日内において、異符号間にTukey-Kramer法により5%水準で有意差あり(n = 10)

<sup>w</sup>欠損値(発芽率50%以下)があるため、11月17日と12月6日処理では24, 48および68時間, 1月11日処理では24と48時間をそれぞれ要因とした

<sup>v</sup>分散分析により、同じ処理日において\*\*; 1%水準, \*; 5%水準で有意差あり, ns; 有意差なし

<sup>u</sup>切り枝採取日の6時までの7.2°C以下の気温を積算(アメダスデータ)

表2-3 ‘デラウェア’の切り枝に対する35°C, 48時間の高温処理と温度別低温積算時間による発芽所要日数の比較(2015)

処理温度	処理時間	発芽所要日数(日) <sup>z</sup>
35°C・48 h(対照区)		58.9
4°C	188 時間	66.7
	397 時間	49.6
	591 時間	44.1
	790 時間	35.6 <sup>** y</sup>
	1001 時間	31.4 <sup>**</sup>
	1265 時間	27.9 <sup>**</sup>
7°C	188 時間	61.3
	397 時間	59.4
	591 時間	49.1
	790 時間	44.8
	1001 時間	37.7 <sup>**</sup>
	1265 時間	38.6 <sup>**</sup>
10°C	188 時間	68.3
	397 時間	61.4
	591 時間	47.9
	790 時間	51.6
	1001 時間	32.8 <sup>**</sup>
	1265 時間	33.9 <sup>**</sup>
低温積算時間 <sup>x</sup>		0

<sup>z</sup>高温および低温処理(2015年10月20日)開始後からの発芽所要日数

<sup>y</sup>ダネット検定により, 対照区に対して, \*\*:1%水準で有意差あり

<sup>x</sup>切り枝採取日の6時までの7.2°C以下の気温を積算(アメダスデータ)

年	処理温度 (°C)	処理時間 (h)	処理方法 <sup>z</sup>
2008	35 40	8	連続処理 → グロースチャンバー <sup>x</sup>
		24	
48			
2008	35 40	8 (4×2日)	間欠処理 <sup>y</sup> → グロースチャンバー ↑ グロースチャンバーに入れる
		24 (4×6日)	
		48 (4×12日)	
		48 (4×12日)	
2009	25 30 35	24	連続処理 → グロースチャンバー
		48	
		68	
		92	

図2-1 ‘デラウェア’の切り枝に対する高温処理の温度、時間および処理方法

<sup>z</sup>高温処理開始日 2008年:11月6日, 12月8日, 2009年1月5日, 2009年:11月17日, 12月6日, 2010年1月11日

<sup>y</sup>高温処理時間は4h/day(9~13時)で, 高温処理時以外の時間はグロースチャンバーに入れた(矢印の白抜き部分)

<sup>x</sup>各高温処理終了後, グロースチャンバーに入れた(昼温:23°C, 夜温:18°C, 12時間日長)

## 第2節 高温処理とシアナミド剤の併用処理による発芽促進効果

### 緒言

10～11月の出雲市の日照時間は、4.3 h/day（アメダスデータ，出雲市芦渡町，1987～2010年平均値）あり，晴天日であれば，経験的にハウス密閉3時間程度でハウス内温度が35℃を超える．したがって，この時期であれば12～1月に比べ，35～40℃の高温処理を実施しやすいと考えられる．しかし，加温開始1～2か月前の高温処理が早期加温栽培（1月加温）の発芽促進や発芽揃いに及ぼす影響についての詳細な報告はない．また，休眠打破剤として使用されるシアナミド剤（商品名：CX-10，日本カーバイド工業（株））と高温との併用処理について検討は行われていない．

そこで，本実験では成木樹を用いて，10月または11月の高温処理と2回のシアナミド剤の併用処理が1月加温（早期加温栽培）における発芽促進と芽揃いに及ぼす影響を調査した．

### 材料および方法

供試樹は，両屋根単棟型ハウス（8.6 a）植栽の16年生‘デラウェア’（X字型自然形整枝長梢せん定）9樹を用いた．高温処理区は，隣接する3樹を農POフィルム（厚さ0.1 mm）で地面を除く5面を取り囲んで（長さ18 m×幅4 m×高さ1.8 m）設置した．高温とシアナミド剤の処理パターンを図2-2に示した．すなわち2010年10月25～29日（以下，10月処理）と11月15～19日（以下，11月処理）にそれぞれ別の樹（3樹ずつ）に対して高温処理を行い，対照区として，無処理樹（3樹）を設定した．処理温度は35℃に設定し，1日当たり8時間（9:00～17:00）の処理を5日間連続して行い，積算時間が40時間になるよ

うにした。また，太陽光による高温処理を補うため，LPガス温風加温機（KOH-100，桂精機製作所（株））から処理区内へダクトを挿入して温風を吹き込んだ。さらに過度の乾燥による芽の枯死を防止するため，毎朝散水を行いハウス内湿度を高め，ハウス内温度 35℃を維持するように適宜換気を行った。なお，高温処理時間以外の 17:00～9:00 は，フィルムを巻き上げハウス内と同じ環境にした。処理期間中の温度は，サーモレコーダー（RT-10，エスペックミック（株））で測定した。シアナミド剤（0.75%）は，2回処理として 11月1日と 15日あるいは 11月22日と 12月6日に 1樹当たり 3本の 5芽に切り揃えた結果母枝を調査対象にし，筆で塗布した（処理区全体の数は 9本，11月22日と 12月6日処理の無処理のみ 8本）。加温は，2011年 1月7日から開始し，2～8日間隔で 60日目まで結果母枝の先端 3芽の発芽を調査し，発芽率の推移として示した。

## 結 果

シアナミド剤の 11月1日と 15日処理では，高温処理の有無に関わらず加温開始前より発芽が始まり，発芽率に有意な差はほとんどなかった（図 2-3A）。また，発芽率 60%に達した日数は，各処理とも発芽開始日から 31～82日と著しく長かった。シアナミド剤の 11月22日と 12月6日処理では，すべての処理で加温開始後から発芽が始まった（図 2-3B）。1月18日における 11月処理の発芽率は，無処理に比べ有意に高かった。さらに，1月21日には 11月処理の発芽率が 63%に達し，10月処理，無処理に比べ有意に高かった。シアナミド無処理では，高温処理の有無に関わらず発芽が著しく遅く，処理間による有意な差は認められなかった（図 2-3C）。



## 考 察

第 1 節の実験では、11月の高温処理で発芽率向上効果が認められたが、実際栽培では11月の高温処理直後に加温を開始することはない。そこで、10月または11月の高温処理が、1月に加温を開始する作型（早期加温栽培）の発芽率や発芽揃いに及ぼす影響について調査した。この高温処理を実施した時期を堀内ら（1981）の示した‘デラウェア’の休眠パターンに適合すると、10月は自発休眠の最深期、11月が覚醒初期と考えられる。その結果、高温処理の有無に関わらず11月1日と15日の2回のシアナミド処理では、加温開始前から発芽が認められた（図 2-3A）。黒井（1974）は、‘デラウェア’の10月4日の石灰窒素処理において処理1か月後から発芽したのは、処理後の平均気温が18.4℃と高かったためと報告しており、11月1日と15日の休眠打破では、処理後のハウス内温度がまだ高いため、発芽が始まったと推察された。しかし、芽かきやジベレリン処理などの生育初期の作業を効率よく終えるためには、短期間で目標発芽率の60%（島根県，1996）に高めることが発芽揃いの面で極めて重要となる。これら処理の発芽率60%に達する日数は、発芽から31～82日と著しく長かったことから、実用性はほとんどないと考えられた。一方、シアナミド剤の11月22日と12月6日処理では、11月処理（自発休眠覚醒初期）で、発芽開始から発芽率60%を超えるまでの所要日数は7日と短く（発芽揃いが良い）、GA1回目処理などの栽培管理を短期間で効率よく実施できると判断された（図 2-3B）。このシアナミドの処理時期は、‘デラウェア’において最も発芽促進効果の高い時期と報告されている（段ら，1978）。また、高温単独処理（シアナミド剤無処理）では、発芽の開始や発芽率に差がなかったことから、高温による自発休眠覚醒効果は、シアナミド剤との併用処理による相乗効果で発生

することを示している（図 2-3C）. ニホンナシでは，低温積算による休眠打破効果の一部が 21℃あるいは 24℃の温度に遭遇することによって打ち消されることが報告されている（杉浦ら，2003）. ‘デラウェア’の高温による休眠打破効果を低減する温度については今後検討する必要はあるが，高温処理終了後から加温開始までの期間が 49 日（11 月処理）および 70 日（10 月処理）と長いため，ハウス内の温度変化により自発休眠覚醒効果が低減し，高温単独処理では処理間差が発生しにくかったと考えられた. また，高温処理時間中（9:00～17:00）の 5 日間の平均温度は，10 月処理が  $34.0 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ，11 月処理は  $34.9 \pm 0.6^{\circ}\text{C}$  で，目標の 35℃をほぼ保つことが可能であった.

以上の結果から，1 月に加温を開始する作型では，自発休眠覚醒初期と思われる 11 月中旬（15～19 日）の 35℃，40 時間の高温処理と 11 月下旬～12 月上旬のシアナミド剤の 2 回処理が，発芽促進と発芽揃いの向上に有効と考えられた. また，‘デラウェア’の休眠は，最低気温 18℃を下回ると誘導されることから（堀内ら，1977），近年の温暖化により，休眠導入時期が遅れる可能性がある. それにより，‘デラウェア’休眠パターンが変動し，自発休眠の覚醒開始期が遅延する可能性もあるため，休眠パターンを考慮した高温処理時期について今後詳細に検討する必要がある.

## 摘 要

早期加温栽培（1 月加温）で，成木樹に対する 35℃，40 時間の時期別高温（10 月，11 月）と 2 回のシアナミド剤の併用処理が発芽に及ぼす影響について調査した. 11 月中旬（自発休眠覚醒初期）の高温処理と 11 月下旬～12 月上旬に 2 回のシアナミド剤を併用処理する組み合わせが，発芽促進と発芽揃いの向上に高い効果を示した.

処理	2010年10月		2010年11月			2010年12月		
	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
A	10月処理	高温	◆	◆				
	11月処理		◆	高温				
	無処理		◆	◆				
B	10月処理	高温			◆	◆		
	11月処理				高温	◆		
	無処理				◆	◆		
C	10月処理	高温						
	11月処理				高温			
	無処理							

図2-2 'デラウェア'の成木に対する高温とシアナミド剤の処理時期  
 高温処理；40h (8h/日 × 5日間)  
 ◆：シアナミド剤0.75%液処理(塗布)

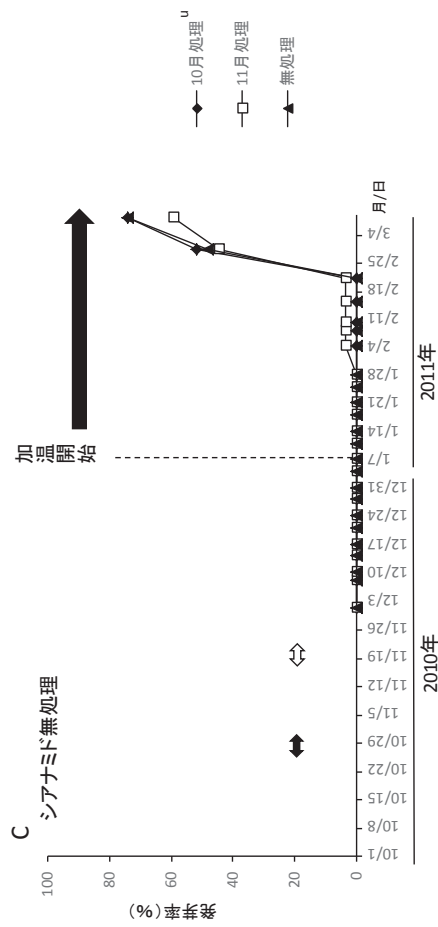
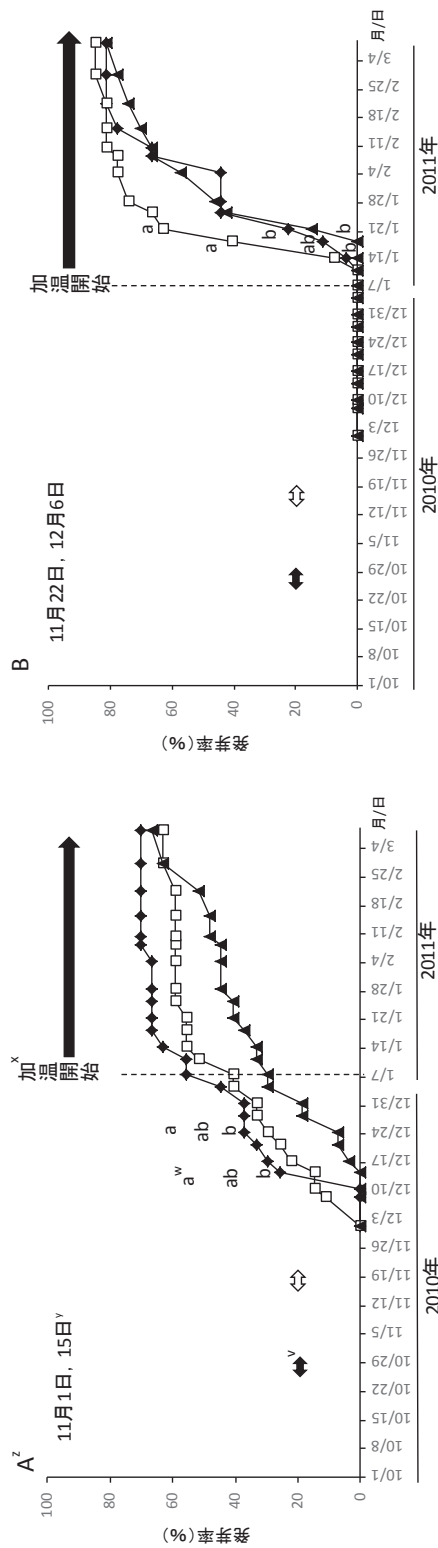


図2-3 35°C, 40時間の時期別高温処理とシアナムド剤の2回処理が超早期加温栽培‘テラウェア’の発芽率に及ぼす影響  
<sup>z</sup>A, B, Cは 図2-2の処理  
<sup>y</sup>シアナムド処理日  
<sup>x</sup>加温開始日; 2011年1月7日  
<sup>w</sup>Tukey-Kramerの多重検定により, 同一日の異符号間に5%レベルで有意差あり(統計処理は, 逆正弦変換後に検定)  
<sup>v</sup>符号のない日には有意差なし(n=3)  
<sup>u</sup>高温処理期間 ◀▶: 2010年10月25日~29日 ◀◀▶▶: 2010年11月15日~19日  
<sup>u</sup>高温処理(35°C) 10月; 2010年10月25日~29日 11月; 2010年11月15日~19日 無処理; 高温処理なし

### 第 3 章 燃油削減を目指した温度管理法の改善

近年の燃油価格の上昇傾向により（一般財団法人日本エネルギー経済研究所，2016），燃油高騰時には加温栽培‘デラウェア’の所得が著しく減少する（山本，2010）．そのため，現地からは生育遅延がなく，高品質果実を生産できる省エネ技術の開発が期待されている．そこで，本章では燃油消費量の削減を主目的とし，第 1 節では，現地に導入しやすいように長期間の隔日変温管理法（梅野・内田，2013）の改良を行った．第 2 節では，加温機による加温の代替技術として，加温開始前に長期間保温を行う“長期保温法”の体系化を検討した．

#### 第 1 節 加温栽培‘デラウェア’の隔日変温管理法が生育と果実品質に及ぼす影響

##### 緒 言

近年の加温栽培ブドウにおける省エネ温度管理では，ポット栽培‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’を利用して，隔日で夜温の設定温度を慣行より 4℃低くする隔日変夜温管理を行い，燃料削減に有効との報告がある（小林ら，2009；倉藤ら，2011）．一方，梅野・内田（2013）は‘デラウェア’を用いて，展葉 3～5 枚期から加温終了時までの長期間（81 日）隔日変夜温管理を行い，生育遅延や果実品質の低下もほとんどなかったと報告した．しかし，現地栽培園では樹齢や樹勢が異なることから，この長期間の温度管理を行うことで，生育不良や果粒肥大の停滞を招く可能性が懸念される．そのため，現地へ普及するためにはリスクのほとんどない隔日変温管理技術の開発が重要になる．

そこで，本研究は加温栽培‘デラウェア’の燃油消費量の削減を目的に，処理期間の短い新隔日変温管理法を開発するため，成木樹を用いて結実判明期から加温終了時まで

夜間あるいは全日を対象にした温度管理について検討したところ、一定の知見が得られたので報告する。

## 材料および方法

### 1. 供試樹および試験区の設定方法

供試樹は、島根県農業技術センター果樹圃場（出雲市芦渡町）にある8aのアーチ型連棟ハウス（東西向き）内に植栽の加温栽培‘デラウェア’（X字型自然形整枝，植栽本数28本/10a）で，2014年と2015年の2年間試験を行った。試験初年度（2014年）の樹齢は13年生であった。試験区は，農POフィルム（厚さ0.05mm）2枚を10cm程度の幅を持たせて（断熱層），ハウス谷間で両区の面積（4a）が同じになるよう南北半分に仕切って設定した（図3-1）。各区には重油加温機（HK4027TFV，ネポン（株））をそれぞれ1台ずつ設置し，重油消費量を調査した。加温は2014年1月22日と2015年1月27日にそれぞれ開始した。

### 2. 隔日変温管理の方法

隔日変温管理は，1日おきに加温機の設定温度を変える温度管理法（慣行設定日⇔低温設定日）で，その設定温度を表3-1に示した。すなわち，2014年は夜間（18:00～7:00）の設定温度のみを慣行温度基準より5℃低くする低温設定日を設けた（以下，夜間隔日区）。一方，2015年は，燃油削減率をより高める目的で，夜間（18:00～6:00）に加え，昼間（6:00～18:00）の設定温度についても慣行温度基準よりそれぞれ5℃低くする低温設定日を設けた（以下，昼夜隔日区）。また，両年とも本県‘デラウェア’の慣行温度基準（島根県・JA全農島根県本部，2006）で管理する慣行区をそれぞれ設定した。なお，両年で時刻設定が異なるのは，慣行温度基準において，昼間時刻を日出から日没までとしていることから，2015年は隔日変温管理開始時の日

出時刻に設定したためである。

隔日変温管理は，両年とも結実判明期直後の3月31日から開始し，加温終了時（2014年：5月2日，2015年：5月1日）まで行った。その後は試験区の仕切りを取り除き，ハウスを開放し，雨よけでの栽培を行った。加温機の設定温度は，隔日変温管理可能な多段サーモのマイキングeco48（VA121-5017，（株）ニッポー）で切り換えた。また，加温開始から隔日変温管理を開始するまでの期間は前述の慣行温度基準で管理した。栽培管理は島根県の慣行法に準じたが，施肥およびかん水は，点滴チューブを利用したかん水同時施肥栽培とした。2014年は慣行区側，2015年が昼夜隔日区側に自動換気装置の温度センサーを設置し，ハウス全体の換気を行った。

### 3. 生育期，葉色，比葉面積，果径，果実品質およびハウス内温度の調査方法

2014年は各区3樹，2015年は各区4樹をそれぞれ供試した。葉色値は，1樹当たり4本の新梢について，2014年は2月24日から，2015年は2月26日から7日間隔でそれぞれ調査した。測定は葉緑素計（SPAD-502Plus，コニカミノルタ（株））を用い，5葉目の2か所について行った。また，2014年は，その新梢の果房（4房/樹）の上，中および下部の3果粒について，果粒軟化程度を達観により調査し，すべての果粒が軟化した日を果粒軟化開始期とした。4月28日からは4～6日間隔で各房から赤道部付近の1粒を採取し，樹単位で採取した果粒（4粒）をまとめて搾汁しデジタル糖度計（PAL-1，アタゴ（株））により糖度を測定し，糖度20度に達した日を成熟期と判断した。2015年は各樹から葉色調査に用いたものとは別の新梢の果房（5房/樹）を選び，2014年と同様の方法で果粒軟化開始期と成熟期を調査した。比葉面積（SLA： $\text{cm}^2/\text{g}$ ）は加温終了後の2014年5月3日と2015年4月30日にそれぞれ調査した。2014年は各樹から5葉目の2枚，2015年

が 5 葉目の 4 枚を採取し，葉面積計（ACC-410，林電工（株））で個葉の葉面積を測定した．測定した葉は生体重を測定後，通風乾燥器により，90℃で乾燥させ乾物重を測定し，比葉面積を求めた．さらに，2014 年 4 月 4 日には生育期調査用とは別に各樹から大きさの揃った果房を 4 房選び，穂軸長を 10 cm 程度に揃え，赤道部の 2 粒について，果径を 7 日間隔でデジタルノギスを用いて測定した．2015 年は，生育期調査に利用した果房について，2014 年と同様の方法で果径を測定した．2014 年の果実品質調査は，6 月 1 日に各樹から 4 房を採取し行った．果房重と果皮色を測定後，房全体から 7 粒を採取し，糖度と酸度を測定した．なお，果皮色の測定は農水省果樹試験場基準のブドウ用カラーチャートによった．酸度は，中和滴定法により酒石酸含量で算出した．また，全着粒数と穂軸長から着粒密度（粒/cm）を求め，果粒重は，果房重から穂軸重を引き，果粒数で除して果粒重を算出した．2015 年は，6 月 1 日に各樹から 8 房を採取し，2014 年と同様の方法で果実品質の調査を行った．ハウス内温度は，温度センサー付きデータロガーを各区の中央部付近の棚面下 20 cm 部分に設置し，60 分間隔で測定した．得られた測定値から隔日変温管理期間の積算温度（日平均温度×処理期間）を求めた．

## 結 果

隔日変温管理期間中のハウス内温度の実測値を表 3-2 に示した．2014 年の異なる設定温度にした夜間の温度を比較すると，夜間隔日区の最高温度は 20.7℃，最低温度が 11.2℃で平均温度は 15.2℃であった（低温設定日）．一方，慣行区の最高温度は 23.9℃，最低温度が 15.3℃で平均温度は 19.3℃で，いずれも夜間隔日区より高かった．その他の温度は両区でほとんど変わらなかった．また，隔日変温管理期間中における夜間隔日区の平均温度（全日）と積算温度



(日平均温度×処理期間)は、それぞれ 20.2℃と 666.6℃で、いずれも慣行区より低かった。次に、2015年の異なる設定温度にした昼夜の温度を比較すると、昼夜隔日区の昼温は、最高温度が 33.7℃、最低温度は 14.6℃で、平均温度は 22.9℃で(低温設定日)、慣行区の最高温度は 32.7℃、最低温度が 18.0℃で平均温度は 23.5℃であった。また、昼夜隔日区の夜温は、最高温度は 23.5℃、最低温度が 11.6℃で平均温度は 20.7℃で(低温設定日)、いずれも慣行区より低かった。その他の温度は 2014年と同様ほとんど差がなかった。さらに、隔日変温管理期間中の昼夜隔日区の平均温度と積算温度は、それぞれ 20.1℃と 643.2℃で、いずれも慣行区より低かった。

隔日変温管理期間中のハウス内温度推移について、低温設定日と慣行設定日の典型的なパターンを図 3-2 に示した。2014年の夜間隔日区において、低温設定日の夜温が、慣行区より低く推移していた。また、2015年の昼夜隔日区のハウス内温度は、前半の低温設定日では慣行区より低く推移したが、後半の低温設定日は、両区の昼温に差がほとんど見られなかった。

両区の生育期についてみると、両年とも果粒軟化開始期と成熟期に有意な差は認められなかった(表 3-3)。

葉色値は、両年ともほとんど有意差はなかった(図 3-3)。比葉面積(SLA)は、両年とも有意差はなかった(図 3-4)。夜間隔日区の果径は、慣行区とほとんど変わらなかった(図 3-5)。一方、昼夜隔日区の果径は、隔日変温管理開始 14 日後から成熟期まで、慣行区より小さく推移した。

隔日変温管理が果実品質に及ぼす影響を表 3-4 に示した。2014年では、両区の果房重、果粒重、糖度および着粒密度に有意な差はなかった。果皮色は、夜間隔日区が 6.3 で慣行区より有意に高かった。酸度は夜間隔日区が 0.95 g/100 mL で、慣行区より有意に低かった。一方、昼夜隔日区の果房重と果粒重はそれぞれ 164.2 g と 1.7 g で、慣行区より有

意に小さかった。果皮色，糖度，酸度および着粒密度に有意な差はなかった。

## 考 察

隔日変温管理期間中のハウス内温度の実測値と積算温度をみると（表 3-2），両年とも低温設定日における夜間隔日区と昼夜隔日区の温度が，慣行区より低く，積算温度も慣行区より少なかった。したがって，両年とも隔日変温管理期間中に低温の影響を受けていたと考えられる。また，通常，加温機の設定温度を低い温度側へ切り換えた場合，ハウス内温度はその時のハウス内温度，外気温および保温性などの影響を受けながら徐々に低下するため，両年とも温度差が設定温度差（5℃）にならなかった。

2015 年の昼夜隔日区のハウス内温度をみると，後半の低温設定日は，両区の昼温にほとんど差のない日があった（図 3-2）。これは 4 月になると日照時間が増加するため（アメダスデータ，出雲市芦渡町，1987～2010 年平均値），晴天日はハウス内温度が上昇し，両区の昼温に差が見られず，加温機の稼働するような曇天日のみ温度差が発生することを示している。

一般に，ブドウの開花から成熟までの積算温度は，成熟期と密接な関係があり，品種間でも異なることが報告されている（奥田，1991）。すなわち，積算温度の少ない隔日変温管理区では慣行区に比べ生育が遅れると予想される。しかし，両年とも生育期（果粒軟化期，成熟期）に差は認められなかった（表 3-3）。Kobayashi ら（1968a）は‘デラウェア’を用いて，果粒軟化開始期前の約 1 か月間，昼温と夜温（15℃，20℃，25℃，30℃）を組み合わせる糖度と酸度を調査し，明らかな差がないと報告している。また，‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’の加温栽培において，満開から果粒軟化期までの所要日数は，室温が高くても必

ずしも短くならないとの報告がある（高木・井上，1982）。これらのことから，果粒軟化期までの果粒の成熟（生育期）は，短期間の一定の範囲内の温度ならば比較的影響を受けにくいと推察されることから，本試験の生育期に差が出なかったと思われた。また，‘デラウェア’では，満開から果粒軟化期までの所要日数が，40日程度であり，‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’より20日以上も短いため，果粒の成熟に対する温度の影響がより少ないと考えられる。さらに，両年とも5月上旬には加温を終了し，ハウスを開放したため，果粒軟化開始期から成熟期までのほとんどの期間は，雨よけ栽培による同一温度での栽培管理になるため，果粒軟化開始期に差がなかったことから成熟期がほとんど変わらないのは当然と思われる。

‘デラウェア’の加温栽培では，作型が早くなるほど葉色が淡くなりやすい（小豆沢，1989）。一方，本試験の加温開始は，早期加温栽培の中でも遅い1月下旬であり，新根の発生が良いことから（島根県・JA全農島根県本部，2006），両年とも芽揃いは良く，初期生育が旺盛であった。したがって，両区とも葉色値は順調に増加し，隔日変温管理期間中においても35～40の高い値を維持していた（図3-3）。さらに，かん水同時施肥栽培を行っており，養水分が効率よく吸収されるため，隔日での低温管理が葉色値に影響をほとんど及ぼさなかったと考えられる。また，‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’では隔日変温管理によって葉身が大きくなる傾向を示すため（倉藤ら，2011），隔日変温管理の前後に葉の厚さの指標である比葉面積（SLA）を調査したが，両年とも有意差はなかった（図3-4）。このことから葉身に対して隔日変温管理による温度の影響はほとんどないと推察される。

Kobayashiら（1968b）は，‘デラウェア’において昼夜温の組み合わせが果実の成長に及ぼす影響を調査し，昼温20℃/夜温20℃，25℃/25℃および25℃/20℃で著しく優れ

たとし，果粒肥大のための適温は昼夜に関係なく 20～25℃（平均 22.5℃）と報告している。したがって，夜間隔日区における低温設定日の夜間の平均温度は，果粒肥大適温より低い 15.2℃であったことから，果粒肥大が劣ると予想された。しかし，夜間隔日区の果径は，慣行区とほとんど変わらなかった（図 3-5）。これは，隔日変温管理では低温設定日と慣行設定日を隔日で繰り返すことから，実際の低温設定日の遭遇日数は 32 日（3 月 31 日～5 月 2 日）の半分の 16 日であり，この日数の夜間の低温は果粒肥大に影響がほとんどなかったと考えられる。一方，昼夜隔日区の果径は，隔日変温管理開始 14 日後から成熟期まで，慣行区より小さく推移した。白石ら（1996）は，ブドウ 14 品種の光合成速度は，20～30℃で最大になり，これより低い（15℃），または高い（35℃）温度条件下では低下したと報告している。したがって，昼夜隔日区は夜間だけでなく，昼間の設定温度を 15℃に下げることから，平均温度が 0.6℃下がり，光合成速度が低下し，特に加温機の稼働する曇天日は昼温が低下し，果粒肥大に悪影響があったと推察された。

2014 年の両区の果房重，果粒重，糖度および着粒密度に有意な差はなかった（表 3-4）。梅野・内田（2013）は，‘デラウェア’を利用した 3～5 枚期からの隔日変夜温管理で，隔日区の糖度が慣行区より有意に低かったと報告している。これは，隔日変夜温管理の期間が長く（81 日間），糖度に影響を及ぼしたと考えられる。一方，本試験の隔日変温管理の期間は 32 日間と短く，果実品質への影響がほとんどなかったためと推察された。果皮色と酸度に差が認められた原因は明らかでないが，夜間隔日区の果房は本県の出荷基準を十分満たしていた（図 3-6）。一方，昼夜間隔日区の果房重と果粒重は慣行区より有意に小さかった。これは前述したように昼夜隔日区の果実肥大が慣行区より劣ったことから，果房重と果粒重が小さくなったと考えられる。

また、2014年の10a当たりのA重油消費量を算出すると、夜間隔日区が10,028 L/10 a、慣行区は10,896 L/10 aで、約8%の削減効果が認められた(図3-7)。2014年1月のA重油価格96.6円(一般財団法人日本エネルギー経済研究所,2016)で削減可能な費用を計算すると83,849円/10aになる。加温栽培‘デラウェア’の市場単価は、4月下旬から5月下旬までは週単位で低下するため(JAいずも・JAいずもぶどう部会,2014)、成熟遅延が粗収益低下に直結する。しかし、本試験での隔日変温管理では成熟遅延がほとんどないことからA重油費用の削減分(83,849円)がそのまま農業所得の増加に直結すると考えられる。

以上の結果より、現地へ普及可能なリスクの少ない新隔日変温管理では、夜間の設定温度を隔日で5℃下げることが可能と考えられ、1月に加温を開始する作型では、結実判明期から加温終了時までの処理期間(約30日)では生育や果実品質に及ぼす影響はほとんどないと思われた。一方、昼夜隔日区は果粒肥大が劣り、収量が減少する可能性があることから、この方式の温度管理を現地へ普及することはできないと判断された。また、実際栽培では、隔日変温管理期間中に果粒肥大の停滞や葉色の低下が認められる場合には、早急に通常の温度管理へ変更することで、樹体への影響を回避することが必要となる。

## 摘 要

早期加温栽培‘デラウェア’(1月加温開始)の燃油消費量を削減するため、隔日で加温機の設定温度を慣行温度基準(慣行区)より5℃低くする隔日変温管理が生育と果実品質に及ぼす影響について調査した。

夜間のみを5℃低下させる夜間隔日処理は、慣行区と比較して生育期(果粒軟化開始期、成熟期)、葉色、果粒肥大および果実品質にほとんど影響を及ぼさなかった。また、

その時の加温期間中のA重油削減率は8%程度であった。一方、昼間と夜間を5℃低くする昼夜隔日処理では、生育期と葉色に慣行区と有意な差はなかったが、果径が処理14日後から成熟期まで慣行区より小さく推移した。また、昼夜隔日区の果房重と果粒重は、慣行区より劣った。

以上の結果より、現地へ隔日変温管理を導入する場合、結実判明期から加温終了時までの期間、夜間の設定温度を5℃低くする方式が有効と考えられる。

表3-1 隔日変温管理期間中の加温機の設定温度

年	処理区 <sup>2</sup>	処理期間 (生育ステージ)	加温機の設定温度(°C)			
			時刻	昼間	夜間	3:00~7:00
2014	夜間隔日区	3月31日~5月2日 (結実判明期~果粒軟化期)	低温設定日	20	15	13
			慣行設定日	20	20	18
2015	昼夜隔日区	3月31日~5月1日 (結実判明期~果粒軟化期)	低温設定日	15	15	13
			慣行設定日	20	20	18

<sup>2</sup>処理期間中、低温設定日と慣行設定日の設定温度を一日おきに繰り返し

表3-2 隔日変温管理期間中のハウス内気温の実測値

年	処理区	設定日別のハウス内気温				隔日変温管理期間	
		最高 (°C)	最低 (°C)	平均 (°C)	平均気温 (°C)	積算温度 <sup>2</sup> (°C)	
2014	昼間 (7:00~18:00)	慣行設定日	31.3	17.4	23.0		
		低温設定日	20.7	11.2	15.2	20.2	666.6
	夜間 (18:00~7:00)	慣行設定日	24.8	15.3	19.8		
		慣行設定日	31.9	18.0	23.7		
	慣行区 (7:00~18:00)	慣行設定日	31.9	18.0	23.7		
		慣行設定日	23.9	15.3	19.3	21.5	709.5
2015	昼間 (6:00~18:00)	低温設定日	33.7	14.6	22.9		
		慣行設定日	30.2	17.5	22.8	20.1	643.2
	夜間 (18:00~6:00)	低温設定日	23.5	11.6	15.7		
		慣行設定日	25.2	15.8	19.3		
	慣行区 (6:00~18:00)	慣行設定日	32.7	18.0	23.5		
		慣行設定日	26.6	15.4	20.7	22.1	707.2

<sup>2</sup>隔日変夜温管理期間中の積算温度(日平均気温×処理期間)

<sup>1</sup>夜間を対象に低温設定日と慣行設定日の設定温度を一日置きに変更した

<sup>3</sup>昼間と夜間を対象に低温設定と慣行設定日の設定温度を一日置きに変更した



表3-3 隔日変温管理が生育期に及ぼす影響

年	処理区	隔日変温管理開始後日数(日) <sup>z</sup>	
		果粒軟化開始期	成熟期 <sup>y</sup>
2014	夜間隔日区	26.8	52.3
	慣行区	27.0	51.0
	有意性 <sup>x</sup>	ns	ns
2015	昼夜隔日区	31.8	50.0
	慣行区	30.8	50.2
	有意性	ns	ns

<sup>z</sup>隔日変温管理開始日 2014年;3月31日, 2015年;3月31日

<sup>y</sup>糖度が20°を超えた日

<sup>x</sup>t検定により, ns:有意差なし(2014年;n=3, 2015年;n=4)

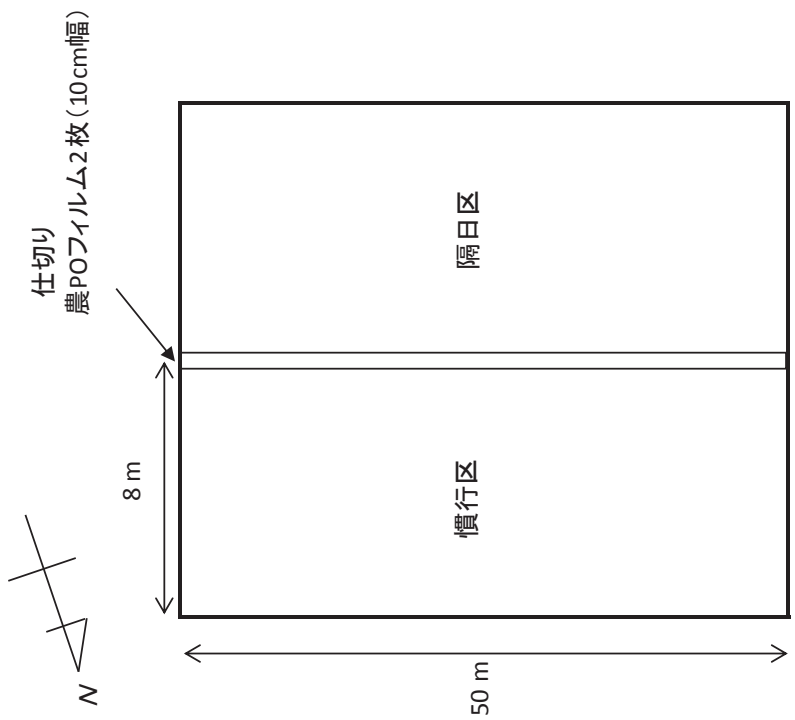
表3-4 隔日変温管理が果実品質に及ぼす影響

年	処理区	果房重 (g)	果粒重 (g)	果皮色 <sup>z</sup>	糖度 (°Brix)	酸度 (g/100 ml)	着粒密度 <sup>y</sup> (粒/cm)
2014	夜間隔日区	191.4	2.0	6.3	22.9	0.95	9.6
	慣行区	189.8	2.0	5.8	22.7	1.08	9.6
	有意性 <sup>x</sup>	ns	ns	*	ns	*	ns
2015	昼夜隔日区	164.2	1.7	6.0	22.1	0.85	9.3
	慣行区	184.8	2.0	6.0	22.0	0.83	9.1
	有意性	**	**	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup>農水省果樹試験場作成ブドウ用カラーチャート値

<sup>y</sup>全着粒数/軸長で算出

<sup>x</sup>t検定により, \*\*, 1%水準, \*, 5%水準でそれぞれ有意差あり, ns: 有意差なし(2014年; n=3, 2015年; n=4)



試験区の見取り図

図 3-1 試験区の設定方法

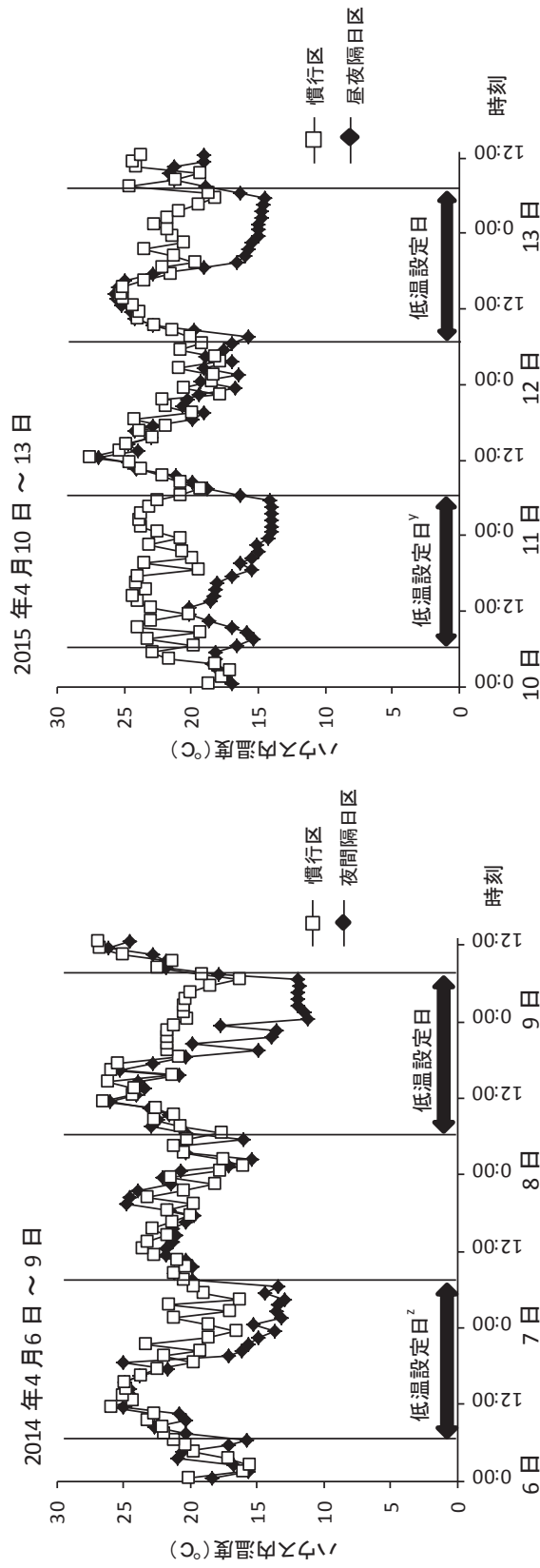


図3-2 隔日変温管理期間中のハウス内温度推移

<sup>z</sup>低温設定日；慣行温度基準より夜間(18:00～7:00)の設定温度を5°C低くする

<sup>y</sup>低温設定日；慣行温度基準より昼間(6:00～18:00)および夜間(18:00～6:00)の設定温度を5°C低くする

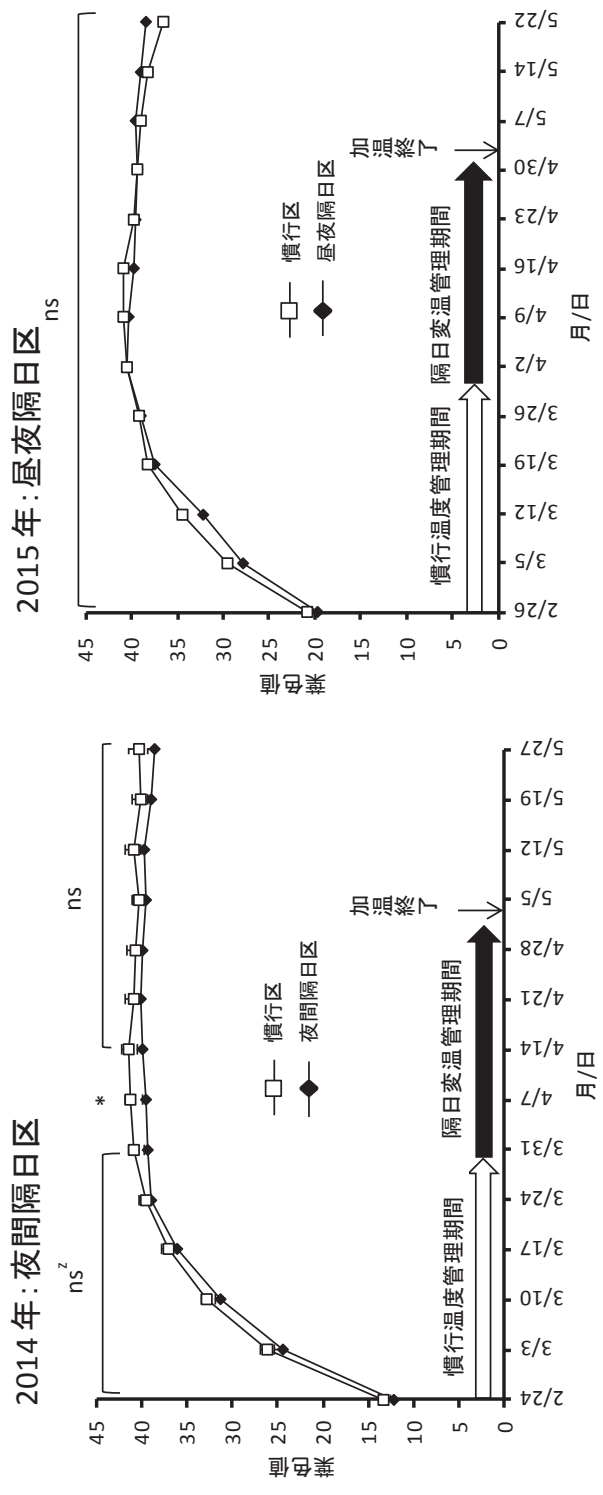


図3-3 隔日変温管理が葉色値に及ぼす影響  
<sup>z</sup> 調査日ごとのt検定により, \*は5%水準で有意差あり, nsは有意差なし(2014年:n=3, 2015年:n=4)

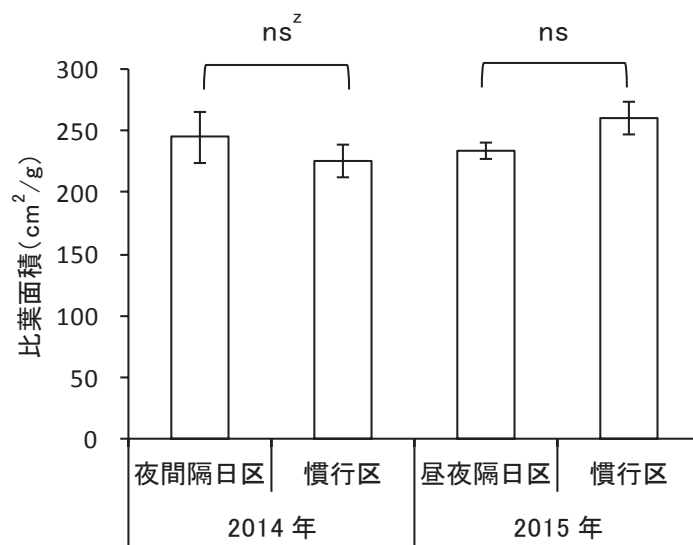


図3-4 隔日変温管理が比葉面積に及ぼす影響

<sup>z</sup>t検定により, ns; 有意差なし(2014年; n=3, 2015年; n=4)  
 図中の縦棒は標準誤差を示す

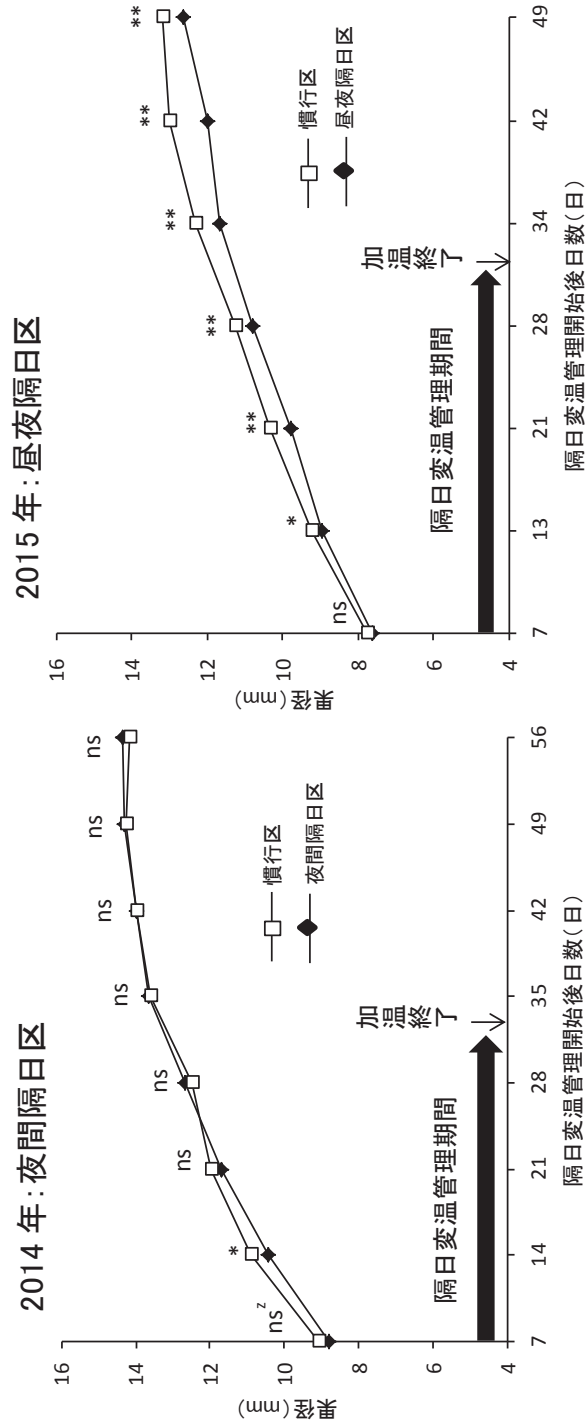


図3-5 隔日変温管理が果径に及ぼす影響  
<sup>z</sup> 調査日ごとの検定により, \*\*は1%, \*は5%水準で有意差あり, nsは有意差なし(2014年; n=3, 2015年; n=4)

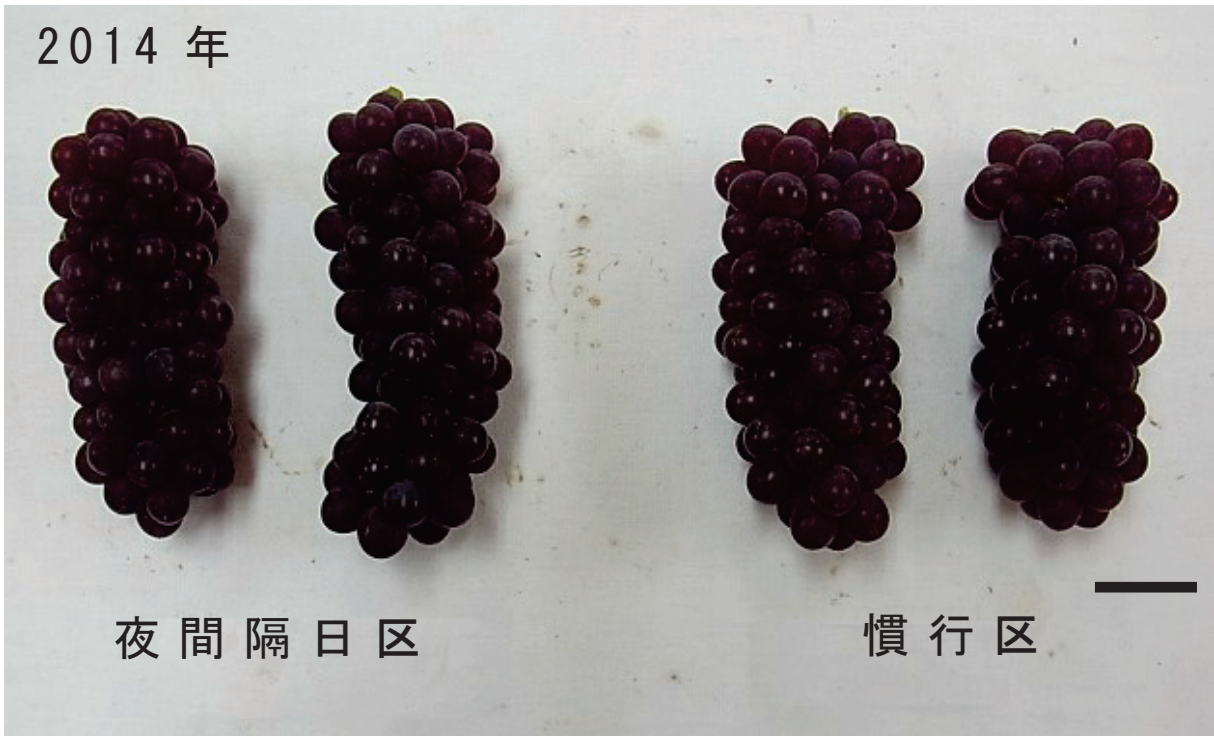


図 3-6 夜間隔日区と慣行区における果房の状態

スケールバーは 3 cm を示す



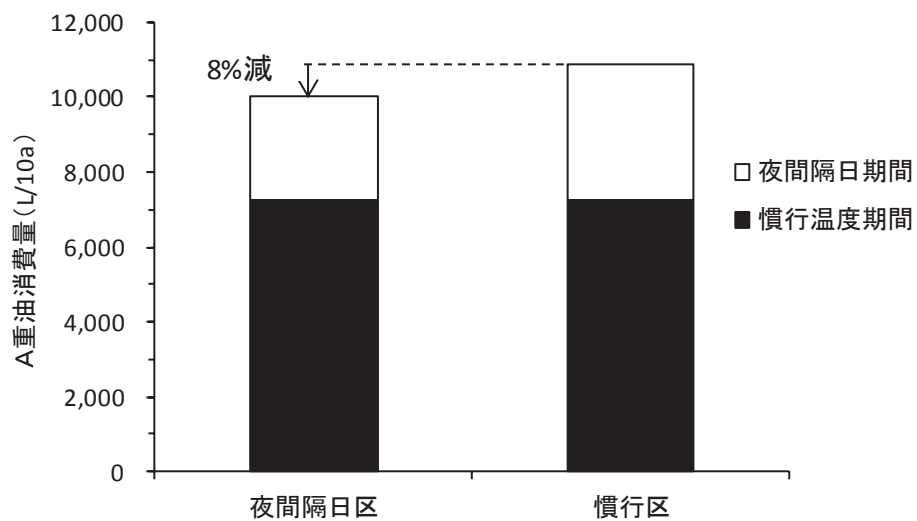


図3-7 夜間の隔日変温管理がA重油消費量に及ぼす影響

慣行温度期間: 2014 年1 月22 日~3 月30 日

夜間隔日期間: 2014 年3 月31 日~5 月 2 日

## 第2節 加温代替による長期保温が‘デラウェア’の生育と果実品質に及ぼす影響

### 緒 言

島根県の‘デラウェア’の加温栽培では，発芽促進と発芽揃いを向上するため，加温を開始する前にハウスを閉め切り7～14日程度の保温期間を設け（慣行法），地温の上昇を図っている（倉橋，2013a）．通常，1月中旬から加温を開始した場合（早期加温栽培），約14日程度（1月下旬）で発芽が認められる．この慣行法では，発芽する前に加温を開始するため，地温が十分上昇していない場合には養水分の吸収が劣り，年によっては発芽の不揃いや花穂退化が問題になる（島根県，1996）．さらに，本県‘デラウェア’の主産地である出雲市における1月中旬～下旬の気温は，年間で最も低いため（アメダスデータ，出雲市芦渡町，1981～2010年平均値），燃油消費量が多く，近年の燃油価格の上昇傾向により生産者の所得は不安定になっている（山本，2010）．

一方，経験的に加温を行わなくてもハウスを閉め切る（保温）と30日程度で発芽することから，現場では12月下旬にハウスを閉め切り，発芽期から加温を開始する加温方法（長期保温法）も取り組まれている（倉橋，2013a）．この方法では，加温開始が1月下旬になり，1月中の燃油消費量はほとんど不要になることから，燃油削減効果が高いと考えられる．また，加温栽培‘デラウェア’では，夜温が20℃以上になると発芽率は低下し，発芽の不揃いになることが報告されている（倉橋，2008）．したがって，12月下旬から保温を開始する長期保温法では，ハウス内の夜温が低く推移することから，発芽揃いは向上すると推察される．しかし，この長期保温法が，従来の慣行法に対して発芽揃いや燃油消費量を考慮した科学的データはほとんどない．

そこで，本実験ではこの長期保温法のハウス内環境条件

を明らかにし，生育，果実品質および燃油消費量に及ぼす影響について慣行法と比較した．これにより，慣行法に代わる発芽揃いの向上と燃油消費量の削減を目指した‘デラウェア’の新温度管理法としての“長期保温法”の体系化を検討した．

## 材料および方法

### 1. 供試樹

島根県農業技術センター果樹ほ場（出雲市芦渡町）にある 8 a のアーチ型連棟ハウス（東西向き）内に植栽の 16 年生‘デラウェア’（X 字型自然形整枝，植栽本数 28 本/10 a）を供試した．

### 2. 試験区の設定方法

試験区は，ハウスを閉め切り保温状態にし，発芽期から加温を開始する区（以下，長期保温区）と 7 日程度の保温期間を設け，発芽する前に加温を開始する慣行区の 2 区を設定した．両区は，ハウス谷間で面積（4 a）が同じになるよう農 PO フィルム（厚さ 0.05 mm）2 枚を 10 cm 程度の幅を持たせて（断熱層），南北半分に仕切って設定した．また，両区ともハウス内に農 PO フィルム（厚さ 0.05 mm）の内張りを設置した．各区には重油加温機（HK4027TFV，ネポン（株））をそれぞれ 1 台ずつ設置した．長期保温区は，2015 年 12 月 28 日にハウスを閉め切り，早期加温栽培の基準である発芽率 75%（出雲農林振興センター農業普及部，2005）を超えた 2 月 12 日から加温を開始した（図 3-8）．一方，慣行区は，2016 年 1 月 14 日にハウスを閉め切り，4 日後の 1 月 18 日から加温を開始した．なお，慣行区において，保温期間を 4 日としたのは，慣行区の地温が短期間で上昇し，長期保温区と同程度となったためである．ハウス内の加温後の温度管理は，両区とも表 3-5 に示した生

育時期と時間帯で変更する‘デラウェア’の生育時期別慣行温度管理基準（JAいずもぶどう部会生産技術部・東部農林振興センター）で行った。加温は4月28日に終了し、その後は仕切りを取り除き、ハウスのサイドフィルムを開放した。栽培管理は島根県の慣行法に準じ、施肥およびかん水は点滴チューブを利用したかん水同時施肥栽培を行った。ハウスの換気は慣行区側に自動換気装置の温度センサーを設置し行った。シアナミド剤（商品名：CX-10，日本カーバイド工業（株））による休眠打破処理は，2015年12月10日と12月21日の2回行い，処理濃度はそれぞれ0.75%と0.5%で，肩掛け噴霧器を利用して結果母枝に散布した。

### 3. ハウス内温度と地温の測定

ハウス内温度は，温度センサー付きデータロガー（TR-52i，ティアンドデイ（株））を各区の中央部付近の棚面下20cm部分に設置し，10分間隔で測定した。また，測定値から日平均気温を求め，長期保温区の保温を開始した12月28日から発芽日および満開日から成熟期までの日数を乗じて処理区別に積算温度を算出した。日照時間は，アメダスデータ（出雲市芦渡町）から算出した。地温は，土壌表面から深さ15cmの部分に前述の温度センサーを埋め込み60分間隔で測定した。長期保温区の保温開始し前日（12月27日）までの7.2℃以下の積算時間は，同年10月1日を起点としたアメダスデータ（出雲市芦渡町）から算出した。

### 4. 生育と果実品質の調査方法

供試本数は，各区4樹とした（合計8樹）。発芽は，太さの揃った5芽の結果母枝を1樹当たり8本選び，その先端3芽を調査対象とし，発芽率75%に達した日を発芽日とした。果粒軟化日は，果房の上，中および下部の3果粒

について、果粒軟化程度を達観により判断した。葉色値は、1 樹当たり 8 本の新梢について、2016 年 3 月 11 日から 7 日間隔で調査した。測定は葉緑素計（SPAD-502Plus, コニカミノルタ（株））を用い、5 葉目の 2 か所について行った。2016 年 4 月 1 日には各樹から大きさの揃った果房を 8 房選び、赤道部の 1 粒について、果径を 7 日間隔でデジタルノギスを用いて測定した。果実品質は、成熟期の 6 月 6 日に各樹から 5 房を採取し調査した。果房重と果皮色（農水省果樹試験場基準のブドウ用カラーチャート）を測定後、房全体から 5 粒を採取し、糖度（PAL-1,（株）アタゴ）と酸度を測定した。酸度は、中和滴定法により酒石酸含量に換算した。また、全着粒数と軸長から着粒密度（粒/cm）を求め、果粒重は、果房重から軸重を引き、果粒数で除して算出した。

## 5. 加温燃料消費量の測定

A 重油消費量は、各加温機に流量センサー（OF05ZAWN, 愛知時計電機（株））を設置し、ほぼ毎日測定した。測定値は 10 a 当たりの消費量に換算した。

## 結 果

### 1. ハウス内温度

長期保温区の保温開始から慣行区の保温開始前日（2015 年 12 月 28 日～2016 年 1 月 13 日）までの平均温度は、長期保温区が慣行区より高かった（表 3-6）。保温期間（1 月 14～17 日）における長期保温区の平均温度は、慣行区よりやや高かった。慣行区の加温開始から長期保温区の加温開始前日（1 月 18 日～2 月 11 日）まで平均温度をみると、慣行区が 16.3℃で、長期保温区より高かった。一方、両区の加温期間中（2 月 12 日～4 月 28 日）の平均温度は、ほとんど変わらなかった。2015 年 10 月 1 日を起点とした保

温開始前日（2015年12月27日）までの7.2℃以下の積算時間は，長期保温区が264 hで，慣行区は594 hであった。

長期保温区の保温開始から両区の発芽日（発芽率75%に達した日）までの積算温度は，長期保温区が420.6℃で，慣行区より少なかった。満開日から成熟期（6月6日）までの積算温度は，長期保温区が1,280.7℃で，慣行区より少なかった。

長期保温区（保温期間）と慣行区（雨よけ期間）における日照時間別の典型的なハウス内温度の日変化を図3-9に示した。日照時間の多い日（2015年12月30日）をみると，昼間のハウス内温度は，長期保温区が常時高く，10～16時までの同時刻を比較した時の温度差は4～9.9℃であった。一方，夜間のハウス内温度は，長期保温区が慣行区よりわずかに高かった。次に，日照時間のなかった日（2016年1月8日）をみると，終日長期保温区のハウス内温度が慣行区よりわずかに高い傾向で推移し，両区とも日変化は少なかった。

## 2. ハウス内地温

長期保温区の保温開始から慣行区の保温開始前日（2015年12月28日～2016年1月13日）と保温期間（2016年1月14日～1月17日）における最高，最低および平均地温はいずれも長期保温区が高かった（表3-7）。慣行区の加温を開始した1月18日以降の両区の最高，最低および平均地温は，いずれも慣行区が高かった。

## 3. 生育特性

長期保温区の発芽は，2016年2月4日から認められ，早期加温栽培の目標である発芽率75%（出雲農林振興センター農業普及部，2005）を超えたのは8日後の2月12日であった（図3-10）。一方，慣行区の発芽は1月28日か

ら始まり，11日後の2月8日に発芽率75%に達した．長期保温区の葉色値は，慣行区より低く推移したが，4月1日以降，両区の差がなくなった（図3-11）．慣行区の果径が長期保温区より大きい傾向で推移したが，成熟期前には差がなくなった（図3-12）．

#### 4．果実品質

果房重，房長，果粒重，果皮色および着粒密度には処理区間で有意な差はなかった（表3-8，図3-13）．一方，長期保温区の糖度は慣行区より有意に低く，酸度は慣行区より有意に高かった．

#### 5．加温燃料消費量

長期保温区における早期加温栽培の10a当たりのA重油消費量は5,658Lで，慣行区の10,688Lに比べ約47%の削減効果が認められた（図3-14）．

### 考 察

表3-6から長期保温区の保温期間（2015年12月28日～2016年2月11日）のハウス内平均温度を算出すると，8.9℃であった．奥田（1996）は，ブドウにおける萌芽の最低有効温度は10℃前後と報告していることから，長期保温区では，萌芽に向けて生育ステージが前進し，保温開始から47日目（2月12日）に発芽率75%を超えた（図3-10）．

また，図3-9で示すように長期保温区では，日照時間に対応してハウス内温度は変化し，このような日照時間の多い日の温度上昇が発芽促進に影響を及ぼしていると考えられる．また，放射冷却の発生するような日には保温ハウスの夜温が外気より低下しやすいが（大野ら，1973），本実験期間中では，日照時間の多い晴天日でも長期保温区の夜温が雨よけ状態のハウス（慣行区）より低くなることはなか

った。宮川・竹下（1980）は，‘デラウェア’において一時的な低温の限界を調査し，発芽期には $-1^{\circ}\text{C}$ の低温に3時間遭遇すると主芽が枯死したと報告している。そのため，発芽期前後の外気温が，長時間 $0^{\circ}\text{C}$ 以下になる山梨県のような‘デラウェア’の早出し産地では（甲府地方気象台，山梨県甲府市，1981～2010年平均値），この方式を導入することは困難と考えられる。一方，本県出雲市の12～2月の最低気温は， $0^{\circ}\text{C}$ 以下になることは少ないため（アメダスデータ，出雲市芦渡町，1981～2010年平均値），この方式を導入しやすい地域と思われる。

加温栽培ブドウでは発芽促進だけでなく，短期間で発芽率が上昇する，すなわち発芽揃いが良いことも極めて重要である（ポジャナピモンら，2008）。そのため，加温栽培‘デラウェア’で発芽揃いが悪い場合には，GA1回目処理などが長期間にわたる作業になることから，その後の栽培管理や他の作型の作業に支障がでやすい。したがって，発芽の不揃いが発生しそうな時には，加温機の設定温度を下げ，ハウス内温度を低くする指導が行われる（倉橋，2013a）。これらのことより，長期保温区では，ハウス内が低い温度で推移するため，発芽始めから発芽率75%に達する期間が慣行区より3日短く（図3-10），発芽揃いは慣行区より向上したと推察された。

‘デラウェア’では， $7.2^{\circ}\text{C}$ 以下の低温積算時間が200～600時間の範囲では，積算時間が少ないほど発芽所要日数は長くなることが報告されている（広瀬ら，2000）。また，本県では‘デラウェア’で12月下旬から保温を開始する場合の $7.2^{\circ}\text{C}$ 以下の積算温度の目安を400時間程度としており（島根県，1996），それを満たしている場合は通常1月下旬に発芽する。本実験を開始した2015年12月の平均気温は平年より高く（アメダスデータ，出雲市芦渡町），長期保温区の保温前日の12月27日までの積算時間が264時間で，過去10年間で2番目に少なかった。そのため，発



芽の開始が遅れ、発芽日は2月12日になった可能性がある。一方、慣行区では、保温を開始するまでの7.2℃以下の積算時間が、594時間に到達した。したがって、慣行区の加温を開始する時期の積算温度は400時間を大幅に超え、発芽促進効果の高いシアナミド剤の2回処理を行っていることから（梅野，2016a）、加温開始（1月17日）から短期間の11日間で発芽の兆候が見られたと考えられる。また、発芽までの平均温度の低い長期保温区で、積算温度が慣行区より少なくなったが（表3-6）、奥田（1996）が‘デラウェア’の挿し木を用いた実験で、11～25℃までの間では、平均温度が低いほど発芽までの積算時間は少なくなるとした報告と一致している。

ブドウの加温栽培の発芽促進、発芽揃い向上および新梢の初期生育などは、地上部の温度だけでなく、地温に大きく影響される（久保田ら，1979；久保田・島村，1982；久保田・島村，1984；久保田ら，1987；久保田ら，1989；小林・岡本，1973；中村・有馬，1970；安田・小豆沢，2000）。大野・倉橋（2005）は、17品種のブドウ台木の切り枝を用いて温度別に発根率を調査したところ、10℃では発根が見られなかったが、15℃と20℃で発根率が高まったと報告している。長期保温区における保温期間中の平均地温は10.6～11.7℃であることから発根量が少なかったと推察される（表3-7）。

慣行区の葉色値が、長期保温区より早い時期から上昇したが、これは慣行区の発芽が早く、生育が進んだことに起因する（図3-11）。また、4月1日以降には、長期保温区の葉が遅れて成葉になり、葉色値に差がみられなくなったと考えられる。‘デラウェア’の加温栽培では、作型が早くなるほど葉色が淡くなりやすいが（小豆沢，1989）、両区とも加温後の平均地温は17℃程度を保っており、さらに、かん水同時施肥栽培を行っていることから養水分が効率よく吸収されるため、4月1日以降の葉色値は、38～40と高

い値を維持していた。

次に，果粒肥大についてみると，成熟期における果径に処理区による有意な差はなかった（図 3-12）．‘デラウェア’の果粒肥大は，二重 S 時曲線を描き（Nakagawa・Nanjo，1965），成熟期前には肥大が鈍化する．そのため，最初に生育の早い慣行区の果粒肥大が鈍化し，その間に生育の遅い長期保温区の果粒肥大が追いついたと考えられた．

ブドウの開花から成熟までの積算温度は，成熟期と密接な関係にあることが報告されている（奥田，1991）．したがって，果実調査は，両区とも同一日（6月6日）に実施したため，満開期が遅く（図 3-8），積算温度の少ない（表 3-6）長期保温区の糖度が低く，酸度は高かったと考えられる（表 3-8）．このことから，長期保温区の成熟期は，慣行区よりやや遅れたと判断される．しかし，糖度は，本県の‘デラウェア’の基準である 18 度以上あり（島根県農業協同組合，2016a），商品性には問題がなかった（図 3-13）．

通常，‘デラウェア’の早期加温栽培の燃油消費量は，平均気温が低く，日照時間の少ない，すなわち加温開始当初（1月）が多い．したがって，本実験の加温期間中の長期保温区の燃油削減率は，約 47% と高かった（図 3-14）．また，長期保温区の加温開始が，慣行区の発芽日（2月8日）と同一日であったと仮定し，燃油削減率を再計算すると約 30% になる．倉藤（2012b）は，‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’と‘ピオーネ’を用いて 1 月上旬からの早期保温を行ったところ，約 28～29% の燃料削減効果があったと報告している．本実験とは保温開始時期や保温期間が異なることを考慮する必要はあるものの，本実験で実施した‘デラウェア’の 12 月下旬からの保温を開始する“長期保温法”は，極めて省エネ効果の高い加温方法と考えられる．

加温期間中の両区の A 重油消費量から，2016 年 1 月の A 重油価格 47.9 円（一般財団法人日本エネルギー経済研究

所，2016）で削減可能な額を試算すると240,937円/10aになる。通常，加温栽培‘デラウェア’の市場単価は，6月上～下旬までは緩やかに低下する（JAしまね出雲ぶどう部会，2014）。そのため，本実験での成熟遅延は，市場単価低下の影響をほとんど受けないため，この削減額がそのまま所得の向上につながると考えられる。

以上の結果より，長期保温法は，慣行法（1月中旬加温開始）に比べ発芽揃いが良好で，省エネ効果の高いハウス温度管理法と判断される。また，12月下旬の保温開始時の低温積算時間が目標の400時間より少ない264時間では，成熟期がやや遅れたが，単価低下の影響は少なく許容範囲と思われる。さらに，ハウス内温度30℃までなら高いほど発芽所要日数が短くなることから（奥田，1996），実際栽培では，内張りの設置やサイドフィルムの複層化を図り，ハウスの保温性を高めることが重要になる。これらにより，燃油削減率30%以上を達成しながら，発芽揃いが向上し，かつ生育遅延のほとんどない商品性のある果実を生産できると考えられる。

## 摘 要

燃油削減を目的にした加温代替による“長期保温法”を確立するため，‘デラウェア’の12月下旬から保温を開始する栽培方法について，ハウス内環境条件を明らかにし，生育，果実品質および燃油消費量に及ぼす影響を調査した。

保温期間中における長期保温区のハウス内平均温度は慣行区（4日間の保温後加温を開始）より低かった。長期保温区の発芽は，2016年2月4日から認められた。

発芽開始から発芽率75%に達する期間は，長期保温区が8日間で，慣行区より3日短く，発芽揃いが良好であった。慣行区の果径は長期保温区より大きく推移したが，成熟期には差がなくなった。積算温度の少ない長期保温区の糖度

は，慣行区より有意に低く，酸度は有意に高かった．長期保温区の10 a当たりのA重油消費量は5,658 Lで，慣行区の10,688 Lに比べて約47%の削減効果が認められた．

以上の結果より，12月下旬から保温を開始する“長期保温法”は，慣行法に比べ発芽揃いが良く，燃油削減率の高い加温方法と考えられた．

表3-5 ‘デラウェア’の生育時期別慣行温度管理基準

生育期	夜間			昼間
	日没～22時 (°C)	22時～3時 (°C)	3時～日出 (°C)	日出～日没 (°C)
加温開始～萌芽直前	15～18	15～18	15～18	15～18
萌芽・展葉期～ ジベレリン1回目処理前	18	15	15	20
ジベレリン1回目処理期～ 開花期	15	13	10	15
落花後～着色始期	20	18	18	20
着色始期～収穫期	18	18	15	20

(JAいずもぶどう部会生産技術部・東部農林振興センター, 2010)

表3-6 長期保温処理がハウス内温度、積算時間および積算温度に及ぼす影響

処理区	時期別ハウス内温度(°C)				7.2°C以下の <sup>z</sup> 積算時間(h)	積算温度(°C) <sup>y</sup>
	12/28~1/13	1/14~1/17	1/18~2/11	2/12~4/28		
	保温 <sup>u</sup>	保温	保温	加温		
最高	29.0	29.6	32.1	31.0	264	420.6
最低	-0.7	3.8	3.5	8.3		1280.7
平均	8.9	8.3	9.5	18.2		
長期保温区						
	雨よけ	保温	加温	加温		
最高	21.3	29.5	32.7	30.8	594	482.0
最低	-0.6	2.1	11.3	7.6		1407.1
平均	7.3	7.4	16.3	18.0		
慣行区						

<sup>z</sup> 保温開始前日までの7.2°C以下の積算時間（島根県農業技術センター内設置のアメダスデータ）

<sup>y</sup> 日平均気温 × 日数

<sup>x</sup> 発芽日：長期保温区：2016年2月12日，慣行区：2016年2月8日

<sup>w</sup> 満開日：長期保温区：2016年3月22日，慣行区：2016年3月15日

<sup>v</sup> 成熟日：2016年6月6日

<sup>u</sup> 各区のハウスの状態

表3-7 長期保温処理が地温に及ぼす影響 (2015~2016)

処理区		時期別地温(°C) <sup>z</sup>			
		12/28~1/13	1/14~1/17	1/18~2/11	2/12~4/28
長期保温区		保温 <sup>y</sup>	保温	保温	加温
	最高	15.3	13.4	15.4	20.2
	最低	9.4	9.4	7.4	12.7
	平均	11.7	10.6	11.4	17.2
慣行区		雨よけ	保温	加温	加温
	最高	13.7	12.2	18.1	21.5
	最低	8.4	8.0	8.4	14.6
	平均	10.4	9.5	13.6	17.5

<sup>z</sup>深さ15 cm

<sup>y</sup>各区のハウスの状態

表3-8 長期保温処理が‘デラウェア’の果実品質に及ぼす影響(2016)

処理区	果房重 (g)	房長 (cm)	果粒重 (g)	果皮色 <sup>z</sup>	糖度 (°Brix)	酸度 (g/100 ml)	着粒密度 (粒/cm)
長期保温区	220.0	15.7	2.1	6.4	21.8	0.83	9.0
慣行区	224.7	15.9	2.1	6.3	22.8	0.69	9.3
有意性 <sup>y</sup>	ns	ns	ns	ns	**	**	ns

<sup>z</sup>農林水産省果樹試験場作成カラーチャート値

<sup>y</sup>t検定により, \*\*:1%水準で有意差あり, ns;有意差なし(n=4)



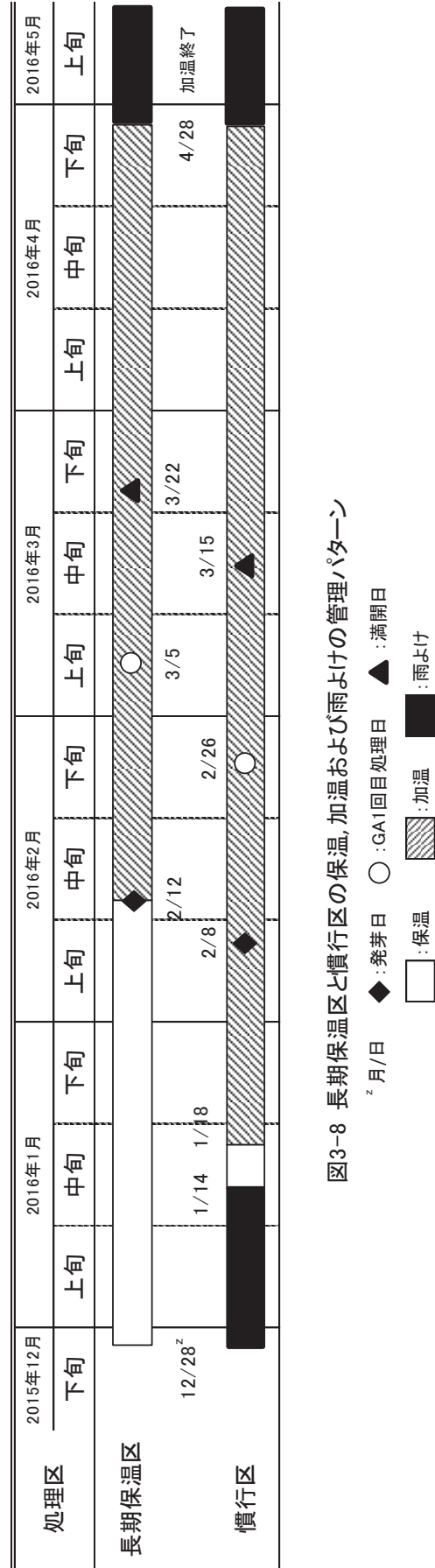


図3-8 長期保温区と慣行区の保温,加温および雨よけの管理パターン

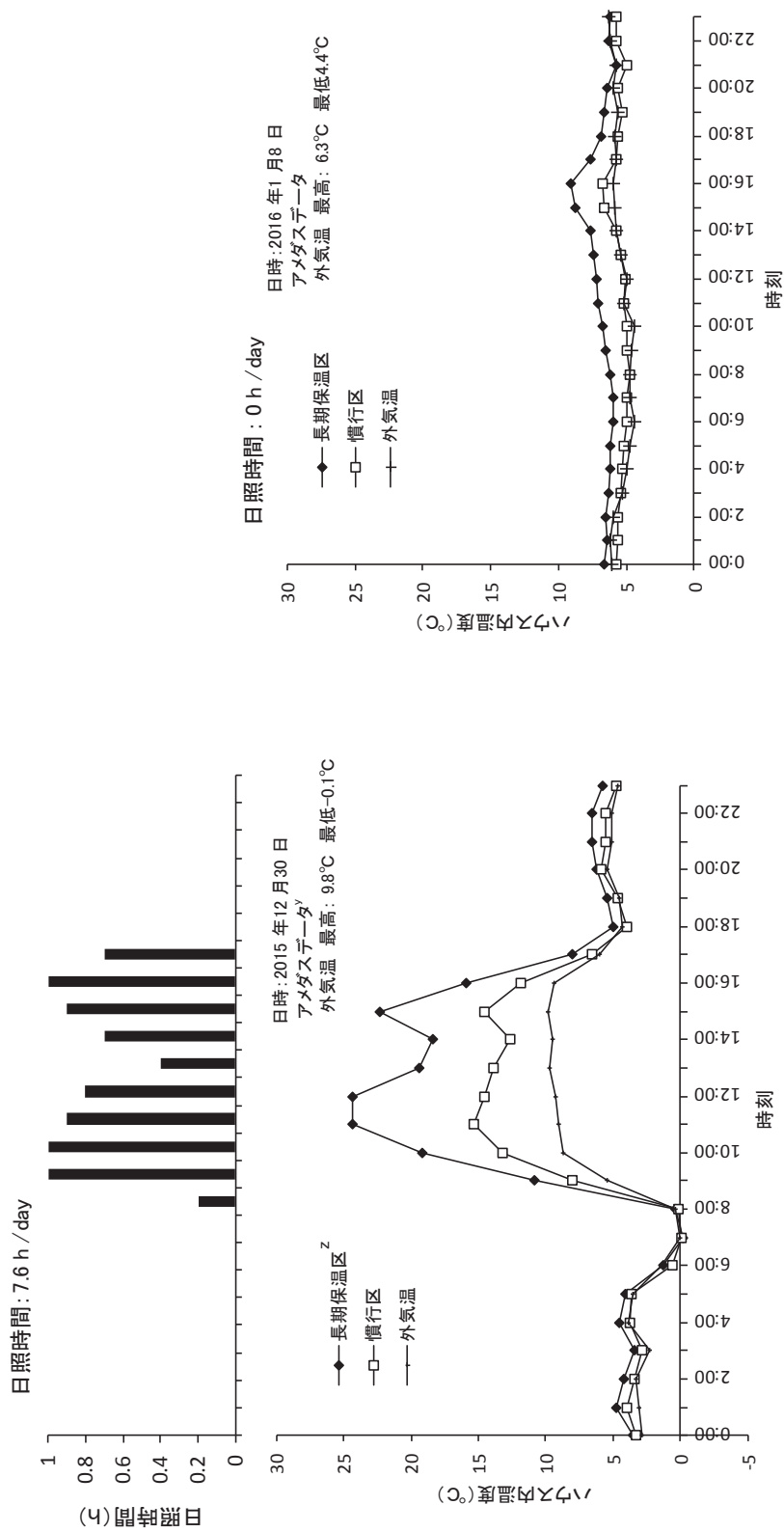


図3-9 長期保温区と慣行区の日照時間別ハウス内温度の日変化

<sup>z</sup>長期保温区: 保温状態, 慣行区: 雨よけ状態  
<sup>y</sup>鳥栖農業技術センター内設置(出雲市芦漣町)

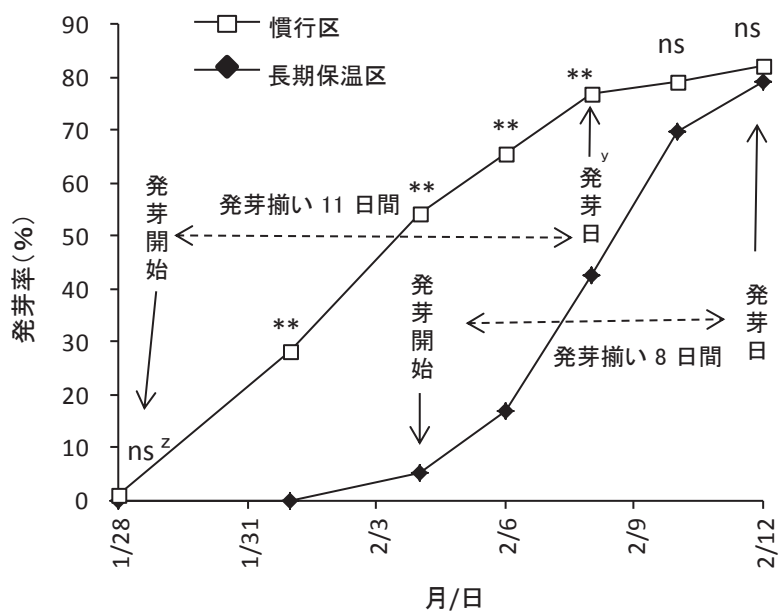


図3-10 長期保温処理が‘デラウェア’の発芽率に及ぼす影響(2016)

<sup>z</sup> t検定により, \*\*:1%水準で有意差あり, ns;有意差なし(n=4)

<sup>y</sup> 発芽率75%を超えた日

統計処理は逆正弦変換後行った

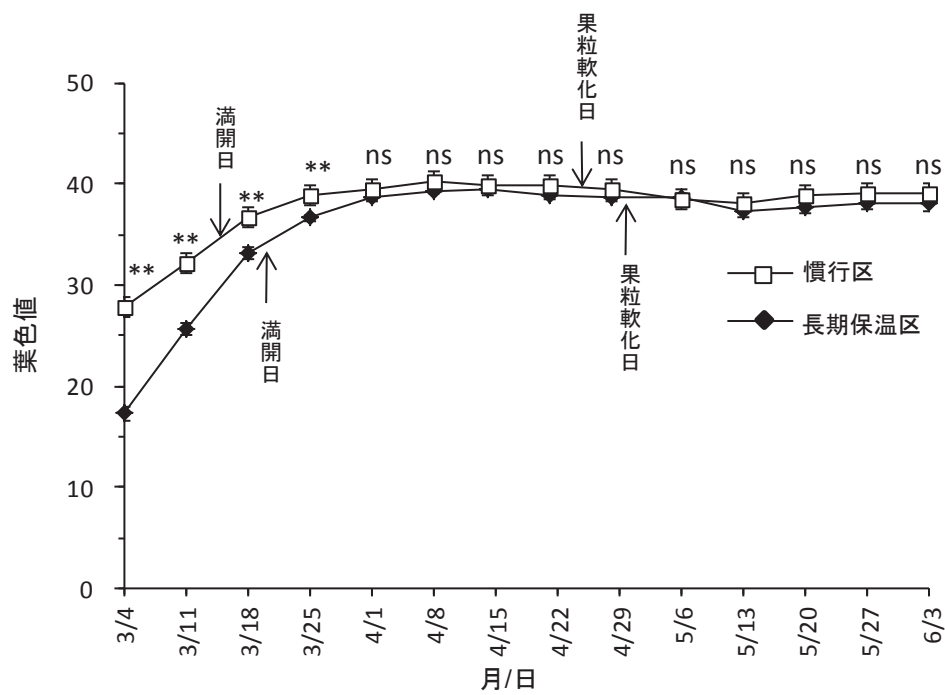


図3-11 長期保温処理が‘デラウェア’の葉色値に及ぼす影響(2016)

<sup>z</sup>t検定により, \*\*:1%水準で有意差あり, ns;有意差なし(n=4)

図中の縦棒は標準誤差を示す

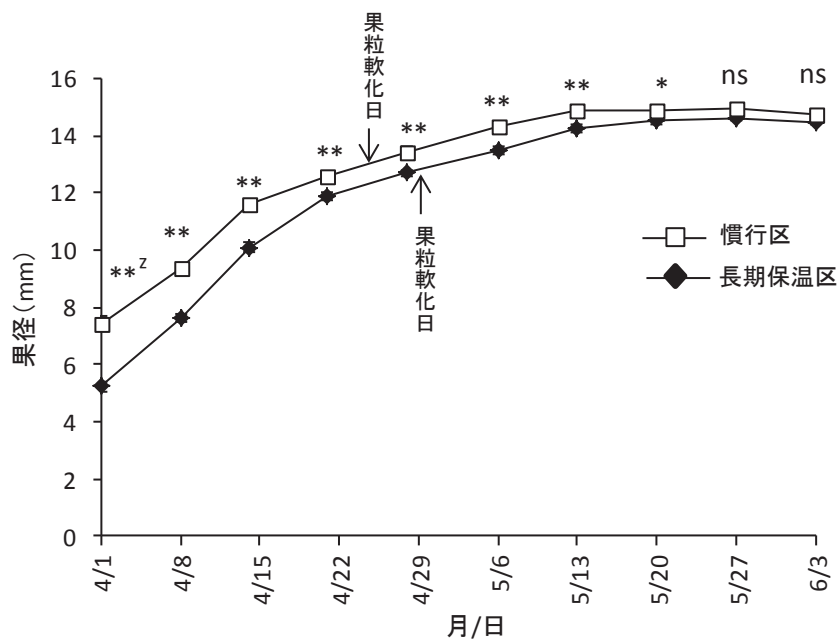


図3-12 長期保温処理が‘デラウェア’の果径に及ぼす影響(2016)

<sup>z</sup>t検定により, \*\*, 1%水準, \*, 5%水準でそれぞれ有意差あり, ns; 有意差なし(n=4)

2016 年



長期保温区

慣行区



図 3-13 長期保温区と慣行区の成熟果房

スケールバーは 3 cm を示す

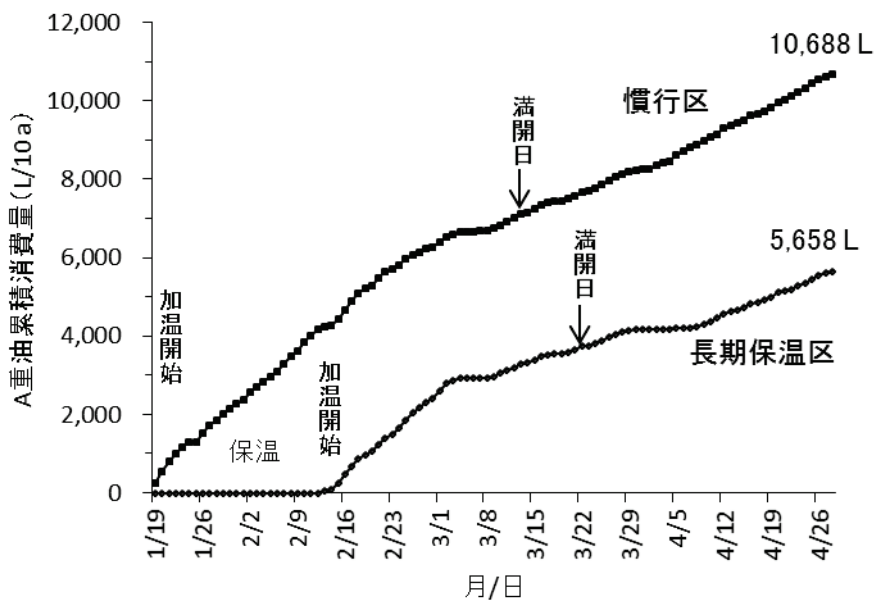


図3-14 長期保温処理がA重油累積消費量に及ぼす影響(2016)

## 第4章 大粒系統‘デラウェア’の特性とジベレリン処理法の改善

島根県で発見された大粒系統‘デラウェア’（以下，大粒系デラ）は，通常の‘デラウェア’（以下，通常デラ）より明らかに果粒の大きい特性を有している．しかし，これまでこの大粒系デラの特性について科学的な面から調査は行われていない．また，この系統の大粒である特性を利用すれば，ジベレリン（以下，GA）2回処理におけるGA1回目処理適期期間の拡大やGA1回処理の実用化の可能性が期待できる．そこで，本章では大粒系デラの特性を明らかにするため，第1節で葉の表現型と分子生物学的手法による調査を行った．第2節では，GA処理の省力化を図るため，現在，島根県で取り組まれている果粒が過度に密着していない“ゆる房”生産を目的にしたGA1回処理の処理適期期間の拡大を検討し，第3節では大粒の特性を活かしたGA1回処理の技術開発を行った．

### 第1節 大粒系統‘デラウェア’の特性

#### 緒 言

通常デラでは，果粒肥大の良いと評価される果房は，果粒重が2g程度である．本県で発見された大粒系デラの果粒重は，常に2g以上あり，4gに達する果房も見つかっている（図4-1）．これまで報告された芽条変異の‘デラウェア’としては‘早生デラ’や‘紅南陽’などがあり（植原，2012），成熟期が通常デラより7～10日早い特徴を有している．一方，本県でも，これまで芽条変異と考えられる果粒の大きい‘デラウェア’は発見されているが，いずれも軟らかい果肉で，食感が劣るため，優良系統として選抜されなかった．この大粒系デラは，食感が通常デラと同等であることから，優良系統として県内での植栽が進んで



いる（島根県農業協同組合，2016b）。しかし，この大粒系デラの実生由来によるものか芽条変異であるかを明らかにするため，RAPD法（Ergülら，2002；Karatas・Agaoglu，2008，2010；Kocsisら，2005）とSSR（Goto-Yamamotoら，2009，2013；Oh・Kim，2011）による分子生物学的手法で確認した。さらに，両系統のGA2回処理（慣行法）による果実品質と果肉硬度（最大荷重）を調査した。

## 材料および方法

### 1. 葉の表現型と分子生物学的手法による系統識別

#### 1) 大粒系デラと通常デラにおける葉の表現型

供試樹は，島根県農業技術センター果樹ほ場（以下，果樹ほ場）の作型の異なる3園（早期加温1園，普通加温2園）に植栽されている大粒系デラと通常デラを用いた。供試本数は早期加温1樹，普通加温4樹であった。各樹から2016年4月1日（早期加温），4月21日および5月30日（普通加温）に5葉位の成葉を3枚ずつ採取した。採取した葉は中川ら（1991）の示したGaletの方法に準じて図4-2に示す各部位の長さや角度を測定した。さらに，それらに加えて上裂刻の深さ（ $L_5$ ）を調査した。

#### 2) RAPD（Random Amplified Polymorphic DNA）法

果樹ほ場植栽の大粒系デラと通常デラおよび芽条変異と考えられる早生‘デラウェア’5系統（土屋早生，二宮系，竹田早生，ふると早生，和田早生）を供試材料に用いた。また，同じ2倍体品種である‘カッタクルガン’，‘赤嶺’，‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’，‘サニードルチ

エ' (*V. vinifera* L.) および 'シャインマスカット'  
(*V. labruscana* Bailey × *V. vinifera* L.) を用い品種間での比較を行った。2013年8月に各樹から展葉直後の葉(葉幅2cm程度)を採取し、HEPESとPVPの入った緩衝液による洗浄とCTAB法(Stewart・Laura, 1993)を一部改変してDNAを抽出した。抽出したDNAは、TEバッファー(10 mM Tris-HCl, 1 mM EDTA pH8.0)に溶解し、濃度と純度を電気泳動で100 ng/μlに調整し、-30℃で保存した。プライマーは、10塩基対のランダムプライマー(オペロン社製: OPA, OPB) 21種類を利用してPCRを行った。PCRの反応組成は、テンプレートDNA 50 ng, rTaqバッファー, MgCl<sub>2</sub> 2.5 mM, dNTPs 溶液を各 0.1 mM, 0.1 μM プライマー, rTaq DNAポリメラーゼ(TOYOBO) 0.54 unitを合わせて10 μlとした。PCR反応は、サーマルサイクラー(TP-600, (株)タカラバイオ)を用い、94℃ 2分後、熱変性を94℃で45秒、アニーリングを42℃で1分、伸長反応を72℃で1分を1サイクルとし、45サイクル行った。得られたPCR増幅産物は、エチジウムブロバイドを含む2.0%アガロースで電気泳動を行い、UVによる検出を行った。得られたバンドのうち再現性の高いバンドをマーカーとして選択した。

### 3) SSR (simple sequence repeats)

供試系統は、果樹ほ場植栽の大粒系デラと通常デラを利用した。2016年6月に各系統から成葉を採取し、SSRによる遺伝的類似性を調査した。DNAは、CTAB法を一部改変して抽出した(Kobayashiら, 1998)。SSRマーカーは、VVS2 and VVS5 (Thomas・Scott, 1993), VVMD7 (Bowersら, 1996), VVMD27 (Bowersら, 1999)の4種類を用いた。サーマルサイクラーはASTE C Thermal cycler (PC-320)を使用した。PCR反応条件は、95℃ 5分に続き、94℃ 1分、50℃ 1分、72℃ 1分を31回繰り返した後、72℃を7分とした。多型の検出にはDNAシーケンサー(ABI PRISM 3130x1

Genetic Analyzer) を用い、解析ソフトウェア (Peak Scanner v. 1.0) で系統識別を試みた。

## 2. 大粒系デラと通常デラの果実品質の比較 (GA2 回処理)

調査は、果樹ほ場植栽の H 型平行整枝の大粒系デラ 5 樹と通常デラ 7 樹 (実験初年度 2 年生) を用い、2014 年と 2015 年に実施した。作型は、雨よけ栽培 (2014 年) と 2 月 9 日から加温を開始した普通加温栽培 (2015 年) であった。生育期間中の栽培管理は本県の慣行法で行い (島根県, 1996), 点滴チューブを利用したかん水同時施肥を行った。1 回目の GA 処理は、展葉 8 枚期に GA 100 ppm と CPPU (商品名: フルメット液剤) 2 ppm (2014 年) または 3 ppm (2015 年) の混合溶液に展着剤 (商品名: アプローチ BI, 丸和バイオケミカル (株)) 0.1% を加えて第 1, 2 花穂について浸漬処理を行った。さらに、GA 処理と同時に 7 枚で摘心を実施し、未処理の花穂は除去した。2 回目の GA 処理は、満開約 10 日後に 100 ppm 溶液による果房浸漬を行った。果実品質は、2014 年 7 月 22 日および 2015 年 6 月 8 日に 1 樹当たり 1~3 果房を採取し、収量、果房重、果粒重および果皮色 ((独) 農研機構果樹研究所作成カラーチャート) を調査した。各果房 5 粒をまとめて搾汁し、デジタル糖度計 (PAL-1, (株) アタゴ) で果汁の糖度を測定した。酸度は、水酸化ナトリウム (0.1 N) の中和滴定法で測定し、酒石酸換算とした。果粉着生程度は、持田・倉橋 (2010) の示した方法に準じ、目視により無 (0), 少 (1), 中 (2), 多 (3) で判断した。

## 3. 大粒系デラと通常デラの果肉硬度の比較 (GA2 回処理)

大粒系デラと通常デラをそれぞれ 3~4 樹ずつ (実験初年度 2 年生) 供試し、2014 年と 2015 年の 2 カ年調査した。果房は、成熟期の約 10 日前 (2014 年 7 月 10 日) と成熟期 (2015 年 6 月 11 日) に各樹から 3 房ずつ採取した。

各房から3粒(平均果径2014年:14.5~15mm,2015年:13~14mm)を選び,果皮を丁寧に取り除いた。果肉硬度はレオメーター(RF2-3305C,(株)山電)を用い,Satoら(1997)の方法を改変して測定した。すなわち果肉サンプルを直径10mmの穴の開いた試料台に果粒横面が上部になるようにのせ,直径3mmの円筒形プランジャーを1mm/秒の速度でサンプルに貫入させた。測定後に描かれる波形から果肉の最大荷重(N)を読み取り,果肉硬度とした。

## 結 果

### 1. 葉の表現型と分子生物学的手法による系統識別

#### 1) 大粒系デラと通常デラにおける葉の表現型

大粒系デラと通常デラにおける葉の形態学的特性を表4-1に示した。調査した3園とも,大粒系デラの上裂刻の深さが通常デラより有意に深かったが,それ以外の調査項目に有意な差は認められなかった。

#### 2) RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) 法

RAPD マーカーの泳動パターンについて,プライマーA10の結果を図4-3に示した。1600 bp, 1200 bp, 900 bp, 700 bp および 600 bp のマーカーがすべて出現したのは,大粒系デラを含む‘デラウェア’7系統のみで,その他の品種にはなかった。

#### 3) SSR (simple sequence repeats)

大粒系デラと通常デラのSSRマーカーによる遺伝子型の比較を表4-2に示した。4種類のマーカーとも一致しており,大粒系デラと通常デラと間に遺伝的差異は認められなかった。

## 2. 大粒系デラと通常デラの果実品質の比較(GA2 回処理)

GA2 回処理を行った大粒系デラと通常デラの果実品質の比較を表 4-3 に示した。両年とも、大粒系デラの収量、果房重および果粒重が通常デラより優れ、果皮色は通常デラより低かった。果粉着生程度は大粒系デラが 1.6 で、通常デラの 2.7 より低かった。2014 年の大粒系デラの糖度は 20.2 度で、通常デラより低かった。

## 3. 大粒系デラと通常デラの果肉硬度の比較(GA2 回処理)

GA2 回処理を行った大粒系デラと通常デラの果肉硬度(最大荷重)の比較を図 4-4 に示した。両年とも、両系統の果肉硬度(最大荷重)に有意な差はなかった。

## 考 察

### 1. 葉の表現型と分子生物学的手法による系統識別

中川ら(1991)は、日本原産野生ブドウの葉の形態学的特徴を調査し、裂刻の有無や形(U型, V型, W型)あるいは深さが異なることを報告している。また、岡本・野田(1990)は、‘ピオーネ’をウイルスフリー化すると、生育が旺盛になり、裂刻が深くなるとしている。本調査で、両系統における上裂刻の深さを調査したところ、大粒系デラの上裂刻が明らかに深く、両系統で葉の表現型が異なることが明らかになった(図 4-2, 表 4-1)。また、大粒系デラが実生由来か芽条変異によるものかを明らかにするため、RAPD法とSSRによる遺伝子解析を行った。その結果、両解析法において、大粒系デラと通常デラとの間に遺伝的差異はなかった(図 4-3, 表 4-2)。したがって、これらの実験結果から、大粒系デラは実生由来によるものでなく、芽条変異である可能性が高いと判断された。

## 2. 大粒系デラと通常デラの果実品質の比較(GA2 回処理)

‘デラウェア’を用いた近年の試験(Watanabeら, 2006; Shiozakiら, 1998; Lisek, 2010)では, 平均的な果粒重は1.4~1.5 gと報告されている. 本調査の大粒系デラの果粒重は, 2.4~2.5 gに達しており, 通常デラより1.6~1.8倍大きく, この大粒系デラの果粒は, GA2 回処理によって通常デラより肥大する特性を有すると考えられた(表4-3). また, 大粒系デラの果皮色は, 両年とも通常デラより劣った. これは, ‘藤稔’や‘ソブリンコロネーション’などの着色系品種では, 果粒肥大の旺盛な果房は, 着色が劣りやすい傾向を示す(石川ら, 2003; Reynoldsら, 1992)ことから, 大粒系デラの果皮色の低下は, 果粒重の増加によるものかもしれない.

Yamamura・Naito(1983)は, ‘デラウェア’の果粉は, 満開後30日まで急激に増加し, その後は収穫時まで大きな変化がないことを報告している. したがって, 大粒系デラと通常デラの果粉形成能力に差はないと考えられるが, 持田・倉橋(2010)が指摘しているように果粒の急激な肥大によって, 単位表面積当たりの果粉着生量が少なくなる可能性がある. そのため, 果粒肥大の良い大粒系デラで果粉着生程度が通常デラより少なくなったと推察された.

## 3. 大粒系デラと通常デラの果肉硬度の比較(GA2 回処理)

‘デラウェア’の果肉は軟らかく, 塊状で皮離れの良い特徴を持っている(植原, 2012). Takahashiら(2010)は, ブドウは果粒軟化期から果肉硬度が減少する品種と果粒軟化期前から減少する品種に分かれ, ‘デラウェア’は前者のタイプと報告している. また, Satoら(2004)は, GA処理した果粒の最大荷重は無処理より高くなることから, GA処理は果肉硬度を高めると報告している. そのため, 2回のGA処理を行う‘デラウェア’の果肉硬度は, 有核果より高くなると推察される. また, 大粒系デラと通常デラの

果肉硬度（最大荷重）に両年とも有意な差はなかった（図4-4）。これまで発見された果粒の大きい‘デラウェア’は、肉質が軟らかすぎ、生食用ブドウとしては適さなかった。一方、この実験で用いた大粒系デラは、通常デラと同程度の果肉硬度（最大荷重）であることから生食用ぶどうとして適していると判断された。

## 摘 要

大粒系デラと通常デラの葉の表現型とRAPD法とSSRによる遺伝的差異を調査した。その結果、大粒系デラの上裂刻の深さが通常デラより深く、両系統の遺伝的差異は認められなかった。次に、両系統のGA2回処理果房の品質を比較したところ、大粒系デラの果房重と果粒重は、通常デラより有意に大きかった。対照的に、果皮色、果粉着生程度、糖度および酸度は低かったが、これらの特性は商品性の面では問題なかった。また、両系統の果肉硬度（最大荷重）に有意な差は認められなかった。

表4-1 大粒系統‘デラウエア’と通常‘デラウエア’における葉の形態学的特性(2016)

系統	樹齡 (年)	作型	第1側派/主幹派 <sup>z</sup>	第2側派/主幹派	第1支脈/主幹派	縦径/横径	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta + \gamma$ <sup>y</sup>	上裂刻の深さ (cm)
大粒系デラ	4	普通加温	0.78	0.55	0.31	0.93	97.9	144.9	8.6
通常デラ	4		0.85	0.57	0.33	0.96	103.7	151.1	6.7
		有意性 <sup>x</sup>	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
大粒系デラ	4	普通加温	0.80	0.54	0.32	0.86	104.5	153.2	8.5
通常デラ	9		0.79	0.52	0.29	0.91	102.0	149.9	6.8
		有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
大粒系デラ	8	早期加温	0.72	0.51	0.25	1.20	99.6	145.8	8.3
通常デラ	11		0.68	0.46	0.28	1.00	93.6	138.6	6.2
		有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**

<sup>z</sup>Galetの方法による(上裂刻の深さを除く)

<sup>y</sup> $\alpha$ ; 主幹派と第1側派の角度,  $\beta$ ; 第1側派と第2側派の角度,  $\gamma$ ; 第2側派と第2側派の第1支脈の角度

<sup>x</sup>\*\* : 1%水準で有意差あり, ns; 有意差なし(t検定)



表4-2 大粒系統‘デラウェア’と通常‘デラウェア’のSSRマーカーによる遺伝子型の比較(2016)

系統	SSRマーカー <sup>z</sup>			
	VVS2	VVS5	VVMD7	VVMD27
大粒系デラ	133/141 <sup>y</sup>	111/113	248/251	192/205
通常デラ	133/141	111/113	248/251	192/205

<sup>z</sup> VVS2, VVS5 ; Thomas・Scott(1993)  
 VVMD7, VVMD27 ; Bowerら(1996,1999)

<sup>y</sup> 対立遺伝子の遺伝子型

表4-3 GA2回処理による大粒系統‘デラウェア’と通常‘デラウェア’の果実品質の比較

年	系統	作型	樹齡 (年)	収量 (kg/樹)	果房重 (g)	果粒重 (g)	果皮色 <sup>z</sup>	果粉着生程度 <sup>y</sup>	糖度 (°Brix)	酸度 (g/100ml)
2014	大粒系デラ	雨よけ	2	4.3	217.0	2.5	5.3	1.6	20.2	0.83
	通常デラ			2.3	117.4	1.5	6.0	2.7	21.1	0.88
	有意性 <sup>x</sup>			**	**	**	**	**	**	*
2015	大粒系デラ	2月加温	3	11.6	225.5	2.4	5.8	<sup>w</sup> -	22.2	0.50
	通常デラ			6.1	152.4	2.0	6.1	-	22.3	0.62
	有意性			**	**	**	*	-	ns	ns

<sup>z</sup> (独)農研機構果樹研究所作成 カラーチャート値

<sup>y</sup> 無(0), 少(1), 中(2), 多(3)で判定

<sup>x</sup> †検定により, \*\*:1%水準, \*:5%水準で有意あり, ns:有意差なし(n=5~7)

<sup>w</sup> データなし

OPPU 2 ppm(2014) または 3 ppm(2015)を1回目のGA溶液に混用した

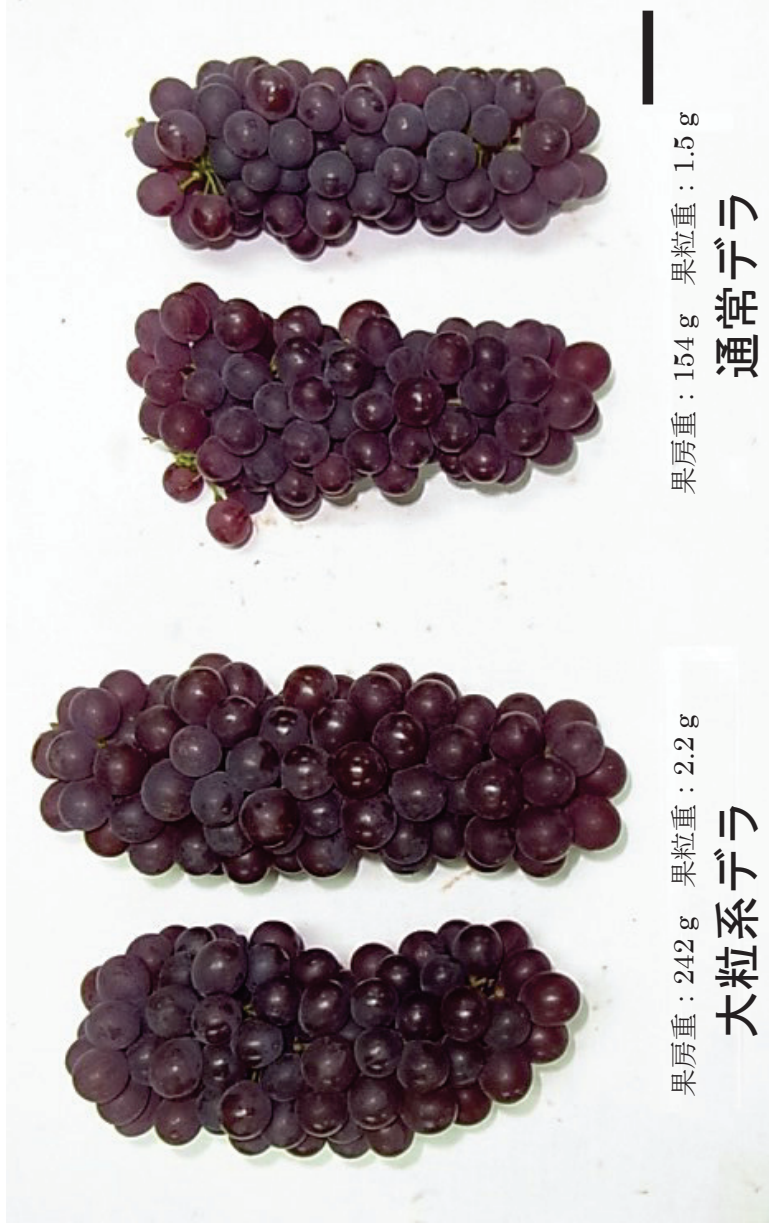


図 4-1 大粒系統‘デラウエア’と通常‘デラウエア’の果房の比較 (GA2 回処理)  
スケールバーは3 cmを示す

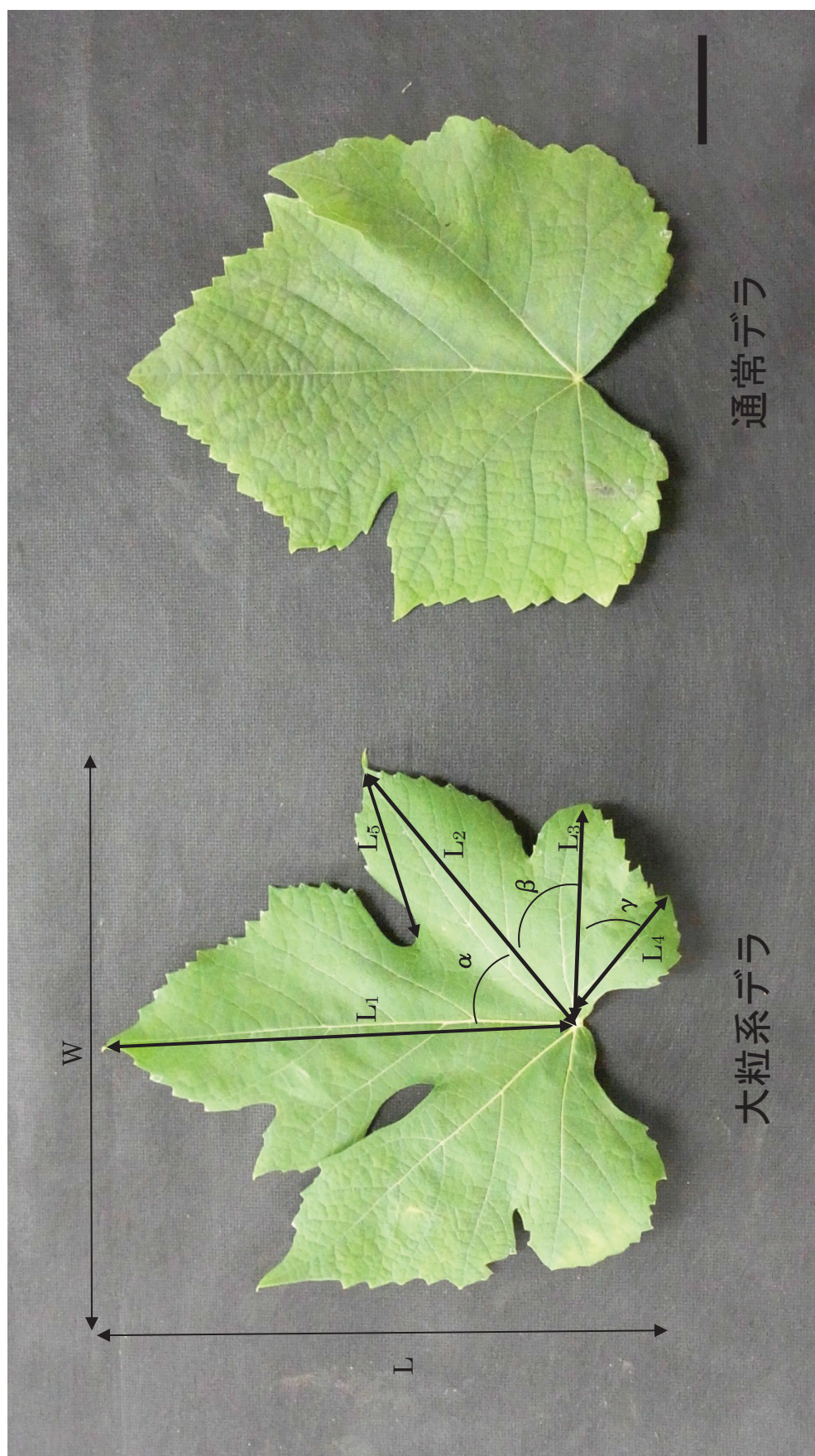


図 4-2 大粒系統 ‘デラウエア’ と通常 ‘デラウエア’ の葉の表現型の比較 (2016)

L : 縦径, W ; 横径, L<sub>1</sub> ; 主幹脈, L<sub>2</sub> ; 第 1 側脈, L<sub>3</sub> ; 第 2 側脈, L<sub>4</sub> ; 第 2 側脈の第 1 支脈

L<sub>5</sub> ; 上裂刻の深さ,  $\alpha$  ; 主幹脈 (L<sub>1</sub>) と第 1 側脈 (L<sub>2</sub>) の角度,  $\beta$  ; 第 1 側脈 (L<sub>2</sub>) と第 2 側脈 (L<sub>3</sub>) の角度,  $\gamma$  ; 第 2 側脈 (L<sub>3</sub>) と第 2 側脈の第 1 支脈 (L<sub>4</sub>) の角度

スケールバーは 3 cm を示す

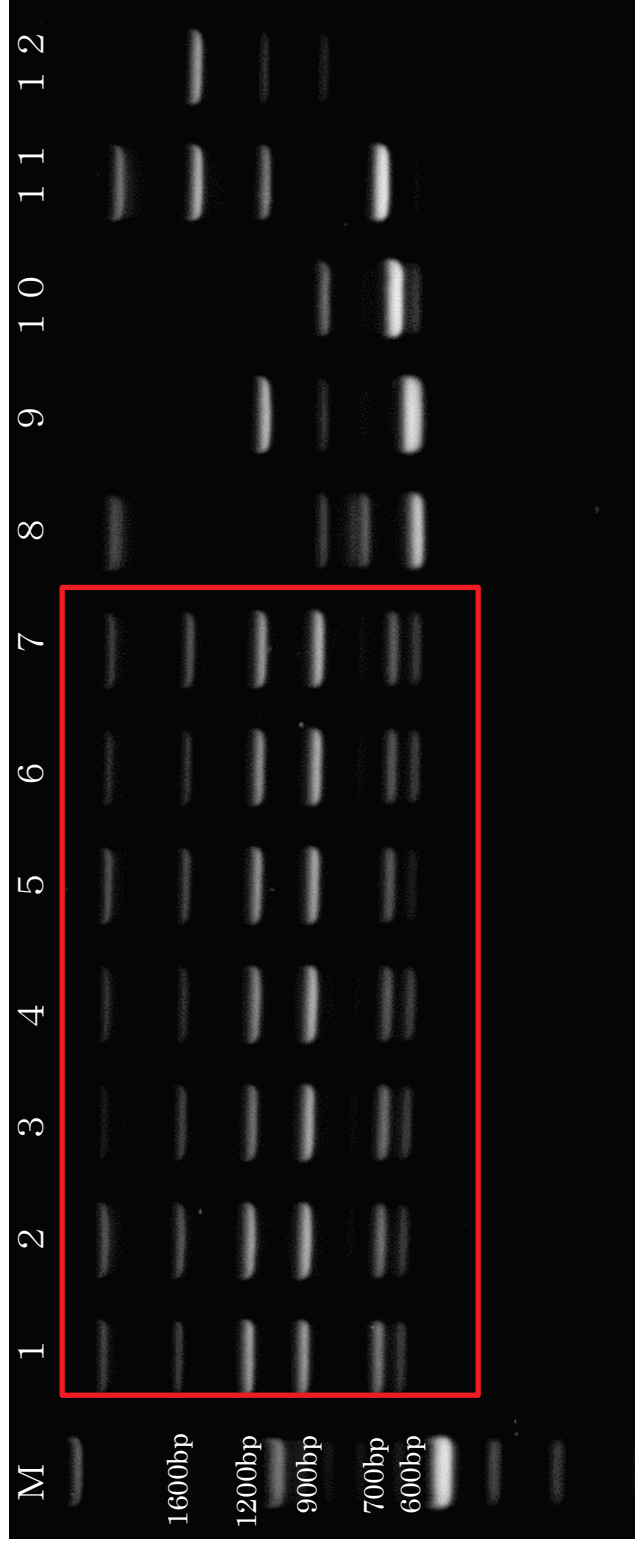


図 4-3 プライマーA10 で得られた RAPD マーカーの泳動パターン (2013)

M: 分子量マーカー (bp), 系統 1: 大粒系デラ, 2: 通常デラ, 早生系統デラ, 3: 土屋早生,  
 4: 二宮系, 5: 竹田早生, 6: ふると早生, 7: 和田早生, 品種 8: カッタクルガン, 9: 赤嶺,  
 10: シヤインマスカット, 11: マスカット・オブ・アレキサンドリア, 12: サニードルチェ  
 赤枠は, 'デラウェア' 7 系統の泳動パターンを示す

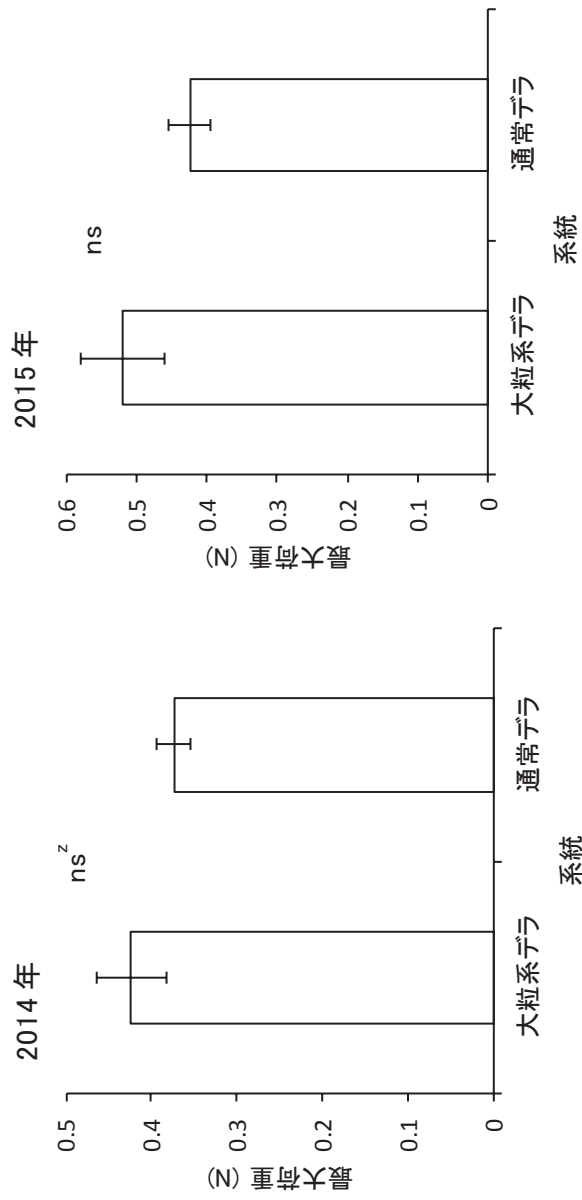


図4-4 GA2 回処理を行った大粒系統‘デラウエア’と通常‘デラウエア’の最大荷重(果実硬度)の比較  
<sup>z</sup>t検定により, ns:有意差なし(n=3~4)  
 表中の縦棒は標準誤差を示す

## 第 2 節 大粒系統 ‘デラウェア’ を利用した GA1 回目処理の適期期間の拡大

近年，島根県では，‘デラウェア’の裂果防止や摘粒作業の負担を軽減する目的で GA1 回目処理を通常の処理時期（展葉 10 枚）より早く行い，穂軸を伸長させ着粒密度を下げるいわゆる“ゆる房”を生産する GA 早期処理（早漬け）が行われている（倉橋，2013a；梅野，2016b）．‘デラウェア’では，開花前の GA 処理が早いほど，結実率は低下するため（板倉ら，1965；高馬・松岡，1961），房しまりが悪くなりやすい．一方，大粒系デラでは，GA 早期処理（早漬け）により着粒密度が低下しても果粒肥大が良いため，房しまりの良い果房が生産可能と考えられ，GA1 回目の処理適期期間の拡大が期待できる．しかし，GA 早期処理（早漬け）した果房は，小果梗が長くなりやすく（持田・倉橋，2010），過度に伸長した場合は，小果梗が細くなり果粒肥大への影響が危惧される．そこで，GA1 回目の処理適期期間の拡大とそれに伴う作業労力の軽減を目的に，大粒系デラを利用した通常の GA 早期処理（展葉 8 枚）よりさらに早い時期の GA 1 回目処理が生育，果実品質および小果梗に及ぼす影響を調査した．

### 材料および方法

供試樹は，10 年生 ‘デラウェア’に高接ぎした 3 年生大粒系デラ（H 型平行整枝）3 樹を用いた．作型は 2015 年 2 月 24 日に加温を開始した普通加温栽培で，温度管理は本県の慣行温度管理に準じた．処理区は，GA1 回目処理時の展葉枚数の違いにより，5 枚，6 枚，7 枚および 8 枚（対照区）を設定した（図 4-5）．GA 処理は，3 月 25 日に各樹 1 処理区当たり 3 花穂（第 1 花穂）を選び花穂浸漬を行った．GA 処理濃度は 100 ppm で，CPPU 3 ppm と展着剤（ア

プローチ BI) 0.1%を混用した。また，GA 処理と同時に 5 葉を残して摘心した。GA2 回目処理は，各処理区とも満開 10 日後に GA 100 ppm 溶液の果房浸漬を行った。生育期調査は，満開日，果粒軟化日および着色開始日について行い，それぞれ GA 処理後日数で表した。穂軸長（副穂を除く）は，GA1 回目と GA2 回目処理時にそれぞれ測定した。また，花冠不離脱果（ビックリ玉）発生程度は，持田・倉橋（2010）の示した基準により，無（0），中程度（1），ほぼ全粒（2）で判断した（図 4-6）。また，GA2 回目処理前の 4 月 15 日に新梢から発生した副梢数と長さを測定した。果実品質は，各区とも着色開始日の約 30 日後に採取し，果房重，房長および果粒重を調査した。糖度，酸度，果粉着生程度は第 1 節に示した方法で測定した。果皮色（CC）は，（独）農研機構果樹研究所作成カラーチャートで測定した。着粒密度は，全果粒数を穂軸長で除して求めた。房しまり程度は，果軸の見え方により，明らかに見える（0），やや見える（1），ほとんど見えない（2）で判断した。さらに，各調査果房から支梗を 1 本切除し，その支梗に着生している小果梗 5 本について，長さ（径）を測定した。得られたデータは，処理区と各要因との相関分析を行った。

## 結 果

展葉 5 枚区における満開日の GA 処理後日数は 19.7 日で最も長く，処理時期が遅くなるほど有意に短くなった（表 4-4）。果粒軟化日および着色開始日についても，同様の傾向を示した。

GA1 回目処理時の穂軸長は，5 枚区が 1.9 cm で最も短く，処理時期が遅いほど有意に長くなった（表 4-5）。GA2 回目処理時の穂軸長には処理区間で有意な差は認められなかった。また，各処理区の花冠不離脱果発生程度は 1.9



～2.0 で有意な差はなかった。GA 処理時期による副梢発生数（3.1～3.7 本）に有意な差はなかった（図 4-7）。副梢長は、5 枚区が 13.5 cm と最も短く、処理時期が遅くなるほど有意に長くなった。果房重と果粒重には処理区間で有意な差は認められなかった（表 4-6, 図 4-8）。房長は、処理時期が早くなるほど有意に短くなった。5 枚区の果皮色（CC 値）は 5.1 で、処理時期が遅くなるほど有意に高くなった。房しまりは 5 枚区が 0.5 で、その他の区より著しく劣った。着粒密度は 5 枚区が 6.2 粒/cm で最も低かった。また、5 枚区の糖度は 16.7 度と低く、処理時期が遅くなるほど有意に高くなった。酸度は、5 枚区が 0.97 g/100 ml と最も高く、処理時期が遅くなるほど有意に低下した。

小果梗長は、5 枚区が 12.4 mm と最も長く、処理時期が遅くなるにつれて有意に短くなった（図 4-9）。処理区間による小果梗径に有意な差は認められなかった。

## 考 察

各生育日とも GA 処理時期が早いほど、GA 処理後日数が長くなる傾向を示した（表 4-4）。通常‘デラウェア’の加温栽培では、初期の展葉速度は 3 日に 1 枚程度と推定できることから（高橋，1986），展葉 5 枚から 8 枚に増加するまでの展葉日数は 9 日程度と考えられる。5 枚区と 8 枚区（対照区）の満開期の差が 4.8 日であるため、展葉を待つより早い時期に GA1 回目処理を行うことで、満開日が前進し、結果的に成熟期も促進されると考えられた。

ブドウ先端部の花穂は、萌芽後分枝と花蕾の分化が旺盛となることから（尾形，1996），GA1 回目の処理時期が早いほど（展葉枚数が少ない）穂軸長（=花穂長）が短いのは当然と言える（表 4-5）。しかし、GA の処理時期が早い

と穂軸の伸長割合が高いことから、GA2 回目処理時の穂軸長には、処理区間で有意な差がなかった。花冠不離脱果（ビックリ玉）の発生は、強勢樹や GA1 回目処理から開花までの期間が長いと助長されることが現地では知られている。そのため、持田・倉橋(2010)は、‘デラウェア’で開花までの期間の長くなる 7～8 枚期に GA 処理を行うと、花冠不離脱果発生程度が高くなったと報告している。本実験でも GA 処理時期が 5～8 枚期であったため、花冠不離脱果（ビックリ玉）発生程度は、高くなったと考えられる。また、花冠不離脱果（ビックリ玉）は、果粒重が 2 g 前後まで肥大することから（持田・倉橋，2010），房しまりの面でも有利になると思われる。‘デラウェア’は GA1 回目処理後に強摘心を行うと結実率が高まることから（植田ら，1978），本県では GA1 回目処理時に、7～8 枚残して摘心する作業が必須になっている（島根県，1996；倉橋，2013a）。摘心後に発生する副梢は、1 枚残して摘心するため（倉橋，2013c），副梢の発生数が多いと作業労力が増加する。しかし、本実験では処理時期による発生本数に有意な差はなかった（図 4-7）。さらに、強摘心を行うと副梢が急激に伸びるため（中澤，2016），本実験でも強摘心を行う 8 枚区の副梢長が長くなる傾向を示した。また、‘デラウェア’は、GA1 回目の処理時期が早いと生理落果（花ぶるい）しやすいため（高馬・松岡，1961），大粒系デラでも GA1 回目処理時期の早い 5 枚区で房しまりが劣った（表 4-6）。そのため、展葉 5 枚期に GA1 回目処理を行うことは困難と判断された。

一方、6，7 および 8 枚区（対照区）では、着粒密度が目標の 8～9 粒/cm より低下したが（倉橋，2013b），果粒重が 2.4～2.6 g まで肥大しているため、房しまりは向上した。また、CC 値は処理時期が早くなるほど低下する傾向を示した。果皮の糖含量とアントシアニン含量との間には高い相

関があること (Pirie・Mullins, 1977) や ‘カベルネソービニオン’ において、糖度の高い果房のアントシアニン含量は多いこと (Matsumoto ら, 2015) が報告されている。そのため、GA1 回目処理時期の早い 5, 6 枚区の糖度が、7, 8 枚区 (対照区) より低いため、5, 6 枚区の CC 値が低くなる傾向を示したと考えられる。

小果梗は、穂軸と同様に GA 処理が早いほど伸長することから (岸, 1973)、本実験でも早い処理時期で小果梗が長くなった (図 4-9)。Casanova ら (2009) は、‘エンペラトリス’ を用いて、0~400 mg/L の GA 処理を行い、0~160 mg/L までは濃度が高くなるにつれ、果梗径も太くなり、その濃度は品種で異なると報告している。一方、本実験では同一濃度 (100 ppm) で GA 処理を行っているため、小果梗径に処理区間で有意な差がなかったと推察された。

以上の結果より、大粒系デラの利用によって、“ゆる房” を生産する従来の処理適期 (展葉 8 枚) よりさらに早い展葉 6, 7 枚処理においても、果房重 150 g 以上、果粒重 2 g 以上の商品性の高い果実を生産できることが明らかになった。

## 摘 要

GA2 回処理における GA1 回目の処理適期期間の拡大を目的に大粒系デラを用いた GA1 回目の処理時期 (展葉 5, 6, 7, 8 枚) が果実品質に及ぼす影響について調査した。果粒が過度に密着していない“ゆる房”を生産する従来の処理適期 (展葉 8 枚) よりさらに早い展葉 6, 7 枚処理においても、果房重 150 g 以上、果粒重 2 g 以上の商品性の高い果房を生産できることが明らかになった。

表4-4 通常GA処理における1回目の処理時期が大粒系統‘デラウェア’の生育日に及ぼす影響(2015)

処理時期	GA処理後日数		
	満開日 (日)	果粒軟化日 (日)	着色開始日 (日)
展葉5枚	19.7 (4/13) <sup>y</sup>	56.8 (5/20)	63.0 (5/27)
展葉6枚	17.2 (4/11)	54.6 (5/18)	59.3 (5/23)
展葉7枚	15.4 (4/9)	53.7 (5/17)	58.3 (5/22)
展葉8枚 (対照区)	14.9 (4/8)	52.0 (5/16)	57.9 (5/21)
有意性 <sup>z</sup>	**	**	**

<sup>z</sup> 相関分析により, \*\*:1%水準で有意(n=3)

<sup>y</sup> 月/日

表4-5 通常GA処理における1回目の処理時期が大粒系統‘デラウェア’の穂軸長と花冠不離脱果発生程度に及ぼす影響(2015)

処理時期	穂軸長			花冠不離脱果 <sup>x</sup> 発生程度
	GA1 回目処理時 (cm)	GA2 回目処理時 <sup>z</sup> (cm)	伸長割合 <sup>y</sup> (倍)	
展葉5枚	1.9	13.5	7.2	1.9
展葉6枚	2.6	12.9	5.0	2.0
展葉7枚	3.5	13.6	3.8	2.0
展葉8枚 (対照区)	3.9	13.9	3.6	2.0
有意性 <sup>w</sup>	**	ns	**	ns

<sup>z</sup> 満開10日後に浸漬処理(GA 100 ppm)

<sup>y</sup> GA2回目穂軸長/GA1回目穂軸長

<sup>x</sup> 無(0)、中程度(1)、ほぼ全粒(2)で判定

<sup>w</sup> 相関分析により, \*\*:1%水準で有意, ns;有意差なし(n=3)

表4-6 通常GA処理における1回目の処理時期が大粒系統‘デラウェア’の果実品質に及ぼす影響(2015)

処理時期 <sup>z</sup>	果房重 (g)	房長 (cm)	果粒重 (g)	果皮色 <sup>y</sup>	房しまり <sup>x</sup>	糖度 (°Brix)	酸度 (g/100 ml)	着粒密度 <sup>w</sup> (粒/cm)
展葉5枚	169.9	13.7	2.7	5.1	0.5	16.7	0.97	6.2
展葉6枚	195.3	14.3	2.5	5.4	1.7	18.1	0.82	7.5
展葉7枚	209.9	14.7	2.6	5.8	1.9	19.3	0.80	7.8
展葉8枚 (対照区)	194.7	14.6	2.4	5.8	1.8	19.3	0.81	7.9
有意性 <sup>v</sup>	ns	**	ns	**	**	**	**	**

<sup>z</sup>GA 100 ppm+CPPU 3 ppmを処理し、5枚摘心を行った

<sup>y</sup>(独)農研機構果樹研究所作成カラーチャート値(CC値)

<sup>x</sup>穂軸の見え方により、0;明らかに見える、1;やや見える、2;ほとんど見えないで判定

<sup>w</sup>全果粒数/穂軸長で算出

<sup>v</sup>相関分析により、\*\*;1%水準でそれぞれ有意、ns;有意差なし(n=3)



展葉 5 枚



展葉 6 枚



展葉 7 枚



展葉 8 枚

図 4-5 通常 GA 処理における 1 回目処理時の花穂の状態  
(2015 年 3 月下旬)



花冠不離脱果（ビックリ玉）



通常開花

図 4-6 花冠不離脱果（ビックリ玉）と通常開花における花穂の状態  
(2015年3月24日)



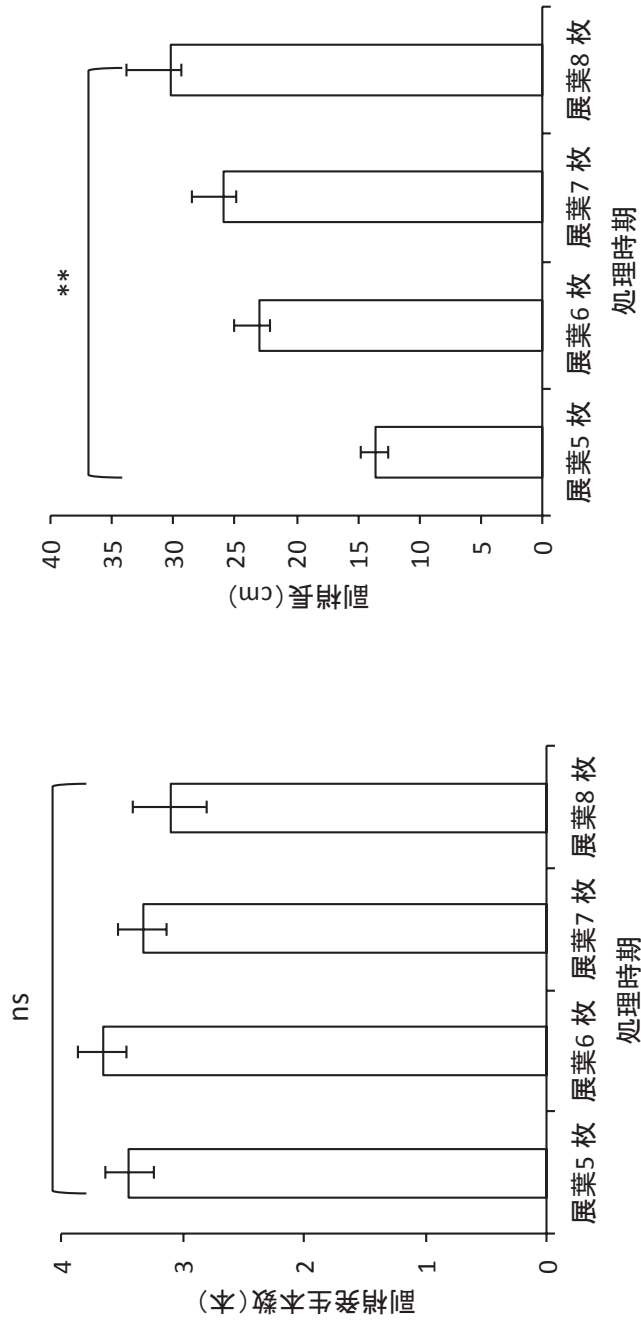


図4-7 通常GA処理における1回目の処理時期が大粒系統‘デラウェア’の副梢発生本数と長さおよび影響(2015)

<sup>z</sup>相関分析により, \*\*, \*\*; 1%水準で有意, ns; 有意差なし (n=3)

図中の縦棒は標準誤差を示す



展葉 5 枚      展葉 6 枚      展葉 7 枚      展葉 8 枚

処理時期

図 4-8 通常 GA 処理における 1 回目の処理時期が大粒系統 ‘デラウェア’ の果房に及ぼす影響  
スケールバーは 3 cm を示す (2015 年 6 月 17 日)

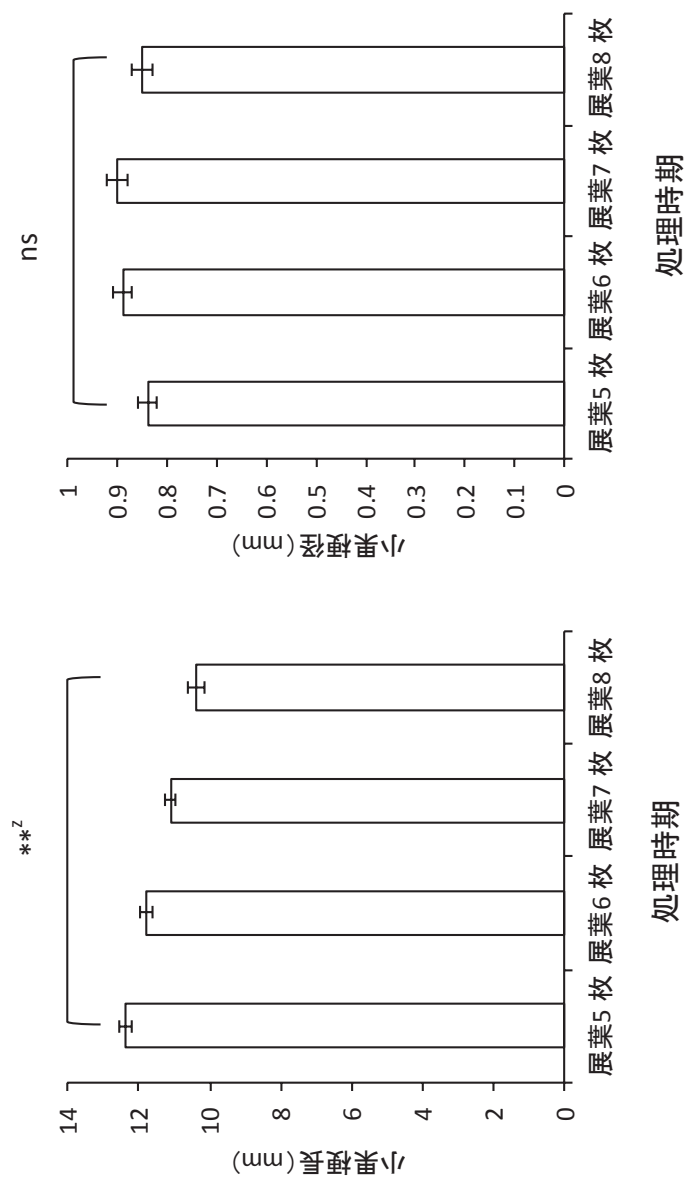


図4-9 通常GA処理における1回目の処理時期が大粒系統‘デラウェア’の小果梗の長さ  
径に及ぼす影響(2015)

<sup>z</sup> 相関分析により, \*\*; 1%水準で有意, ns; 有意差なし(n=3)  
図中の縦棒は標準誤差を示す

### 第3節 大粒系統‘デラウェア’を利用したGA1回処理技術の開発

‘デラウェア’のGA2回処理では、満開約14日前に行う1回目処理で無種子化を、満開約10日後の2回目処理で果粒肥大を促進させている。一方、‘ピオーネ’や‘巨峰’などの巨峰系4倍体品種などではGA1回処理技術が確立され（小林ら，2006；鈴木・菅沼，2002）、近年では、2倍体欧州系ブドウに対してもその処理方法が農薬登録されている（（独）農林水産消費安全技術センター，2016）。しかし、‘デラウェア’のGA1回処理では、果粒の肥大不足や小粒果が混入し、房しまりの著しく劣る商品性のない果房しか生産できないため（岸，1973）、これまで実用化できなかった（図4-10）。しかし、労力軽減につながることからGA1回処理技術の開発に対する現地の期待は大きい。

第1節で果実特性を明らかにした大粒系デラは、果粒が通常デラより明らかに大きいため、GA1回処理によって、仮に果粒が小さくなっても通常デラのGA2回処理と同程度の大きさの果粒を生産できる可能性があるため、大粒系デラのGA1回処理技術について検討を行った。

#### 材料および方法

##### 1. 大粒系デラを利用したGA1回処理が生育、果実品質、果肉硬度および小果梗長と径に及ぼす影響（実験1）

供試樹は、果樹ほ場植栽の10年生‘デラウェア’に高接ぎした2年生大粒系デラ（H型平行整枝）3樹（2014年に調査）と3年生で大粒系デラ4樹（2015年に果実品質のみ調査）を用いた。加温期間は、2014年2月14日～5月2日および2015年2月9日～5月1日とした。ハウス内温度管理は、本県の慣行温度管理で行った。GA1回処理に適した処理濃度を明らかにするため、展葉8枚期に新梢を処理区当たり3本（2014年）または4本（2015年）選

び，その新梢の第1，2花穂について異なる濃度のGA溶液（2014年：100，200，300 ppm，2015年：100，200 ppm）を浸漬処理した．GA溶液には展着剤（商品名：アプローチBI）を0.1%加用し，結実促進のため，CPPU 5 ppm（商品名：フルメット液剤）をそれぞれ混用した．また，展葉8枚期にGA 100 ppm（展着剤0.1%およびCPPU 5 ppm加用）の花穂浸漬を行い，満開約10日後にGA 100 ppmの果房浸漬を行う対照区を設定した（1樹当たり3新梢）．GA処理と同時に，未処理の花穂は除去し，葉を5枚（2014年）または7枚（2015年）残して摘心した．2014年4月28日，2015年4月22日にそれぞれ新梢当たり1果房にした．摘粒は，果粒肥大に応じて適宜実施した．各果房の生育期（満開日，果粒軟化日，着色開始日）を観察し，GA1回目処理期あるいは満開日からの日数で表した．また，各生育時期（展葉8枚期，満開期，成熟期）に第1，2花穂の穂軸長を測定した．果実品質は，各処理区とも着色始期の約30日後に果房重，果粒重および果皮色について調査した．糖度，酸度および果粉着生程度は第1節と同様の方法で調査した．着粒密度は，穂軸長と全果粒数から算出した．また，各樹から2果房を選び，各房2果粒（果径14-15 mm）について，第1節と同様の方法で果肉硬度（最大荷重）を調査した．さらに，各果房の最上部の支梗に着生しているすべての小果梗（5-14本）の長さとおよび小果梗中央部の径を測定した．

## 2. 大粒系デラ GA1 回処理と通常デラ GA2 回処理における 果実品質の比較（実験2）

大粒系デラと通常デラをそれぞれ4樹ずつ供試し，2015年と2016年に調査した．試験初年度の樹齢は，大粒系デラが2年生で，通常デラは8年生であった．加温期間は，2015年2月23日～5月1日および2016年2月22日～5月9日とした．両年とも大粒系デラは展葉8枚期にGA

200 ppm に CPPU 5 ppm を混用した溶液による花穂浸漬処理を行った。一方、通常デラは展葉 8 枚期の GA 100 ppm に CPPU 5 ppm を混用した溶液の花穂浸漬処理に続き（1 回目処理）、満開約 10 日後に GA 100 ppm 溶液の果房浸漬処理を行った（2 回目処理）。また、1 回目処理時の摘心は 7 枚で行った。成熟期に 1 樹当たり 3 房採取し、実験 1 と同様の方法で果実品質を調査した。

## 結 果

### 1. 大粒系デラを利用した GA1 回処理が生育、果実品質、果肉硬度および小果梗長と径に及ぼす影響（実験 1）

大粒系デラを利用した異なる濃度の GA 1 回処理が生育期に及ぼす影響を表 4-7 に示した。GA 1 回処理（100, 200, 300 ppm）と GA 2 回処理（対照区）で満開日の有意な差は認められなかった。果粒軟化日と着色開始日についても、処理区間で有意な差はなかった。

2014 年に実験した大粒系デラを利用した異なる濃度の GA 1 回処理が果実品質に及ぼす影響を表 4-8 に示した。GA 2 回処理の果房重と果粒重は、いずれも GA 1 回処理より有意に重く、GA 1 回処理区間での有意な差はなかった（図 4-11）。また、GA 1 回処理の果粉着生程度が、GA 2 回処理より多かった。

2015 年の実験では、GA 100 ppm 処理の果粒重が、GA 200 ppm 処理より有意に小さかった（表 4-9）。それ以外の調査項目については両区で有意な差はなかった。大粒系デラの GA 1 回処理が生育時期別の穂軸長に及ぼす影響を表 4-10 に示した。展葉 8 枚期と満開日の穂軸長は、第 1, 2 花穂とも処理区間で有意な差はなかった。さらに、成熟期における第 1 果房の穂軸長も処理区で有意な差は認められなかった。大粒系デラを利用した GA 1 回処理が果肉の最大荷重に及ぼす影響を図 4-12 に示した。処理区による最大荷

重に有意な差は認められなかった。

大粒系デラを利用した GA1 回処理が小果梗の長さや径に及ぼす影響を図 4-13 に示した。処理区による小果梗の長さや径に有意な差はなかったが、小果梗径は、GA 300 ppm 処理区と GA2 回処理区が、GA 100 ppm および 200 ppm 区より太くなった。

## 2. 大粒系デラ GA1 回処理と通常デラ GA2 回処理における果実品質の比較（実験 2）

大粒系デラを利用した GA1 回処理と通常デラの GA2 回処理による果実品質の比較を表 4-11 に示した。2015 年を見ると、両系統による果粒重に有意な差はなかった。果粉着生程度は大粒系デラが 2.6 で、通常デラの 1.3 より多かった。大粒系デラの糖度は 21.1 度で、通常デラより高かった。2016 年を見ると、両系統の果粒重、糖度および酸度に有意な差はなかった。大粒系デラの果皮色は通常デラより低く、大粒系デラの果粉着生程度は 2.6 で、通常デラの 1.3 より優れた。

## 考 察

### 1. 大粒系デラを利用した GA1 回処理が生育、果実品質、果肉硬度および小果梗長と径に及ぼす影響（実験 1）

高馬・松岡（1961）は‘デラウェア’の GA 100 ppm 処理によって、開花期が、GA 50 ppm 処理より 1 日前進したと報告している。したがって、GA1 回処理では、GA 濃度に応じて開花期が促進されると予想された。しかし、GA1 回処理（100, 200, 300 ppm）と GA2 回処理（1 回目：100 ppm, 2 回目：100 ppm）で満開期の有意な差はなかった（表 4-7）。果粒軟化期と着色開始期との間にも処理濃度による有意な差は認められなかった。

ブドウに対する GA 処理は果粒を肥大させる（Casanova

ら，2009；Formoloら，2009；Kaplanら，2011）が，満開期前のGA処理のみで‘デラウェア’の果粒が肥大するとの報告はない．一方，満開後の2回目のGA処理は果粒肥大を促進させる（岸，1973；岸・田崎，1960；板倉ら，1965；村西，1968）．本実験では，GA2回処理の果粒重がGA1回処理（100，200および300 ppm）より重かった（表4-8）．しかし，GA1回処理の果粒重は1.8～2.0 gに達しており，GA1回処理による果房は通常デラを用いたGA2回処理と同レベルであることから，商品性は高いと考えられた．さらに，GA1回処理の果粉着生程度は，GA2回処理より優れた．通常，GA溶液には展着剤が混用されており，展着剤の主成分である界面活性剤は果粉の融解または崩壊を招く（Stock・Holloway，1993）．そのため，GA1回処理では果粉の溶解が少なかったため，着生程度が高くなったと推察された．また，糖度と酸度に処理区による有意な差はなかったことは，GA処理が果実成熟に影響を及ぼさないことを示唆している．一方，2015年の実験では，GA100 ppm処理の果粒重がGA200 ppm処理より小さかった（表4-9）．これらの結果から，GA100 ppmによる1回処理の果粒肥大効果は年次変動があり，不安定であることを表している．

ブドウの果軸は，GA処理で伸長することが報告されている（宇土ら，2007；河瀬・松尾，1967；長尾・佐藤，1999；永原ら，2007；Nii，1986）．また，満開前のGA処理（50，100 ppm）は‘デラウェア’の穂軸を伸長させる（岸，1973；岸・田崎，1960；板倉ら，1965）．本実験では，処理区による満開日の穂軸長に有意な差はなかった（表4-10）．また，2回目のGA処理は穂軸の伸長効果がほとんどないことから（岸，1973），成熟期の穂軸長も有意な差が認められなかったと考えられる．

ブドウの房しまりは，商品性に影響を及ぼす重要な要因である．通常デラでは，小果梗が短いと密着果房になりやすい（持田・倉橋，2010）．また，細い小果梗に小粒果が着



生すると、果実肥大が劣ることから房しまりは著しく低下する。本実験では、処理区による小果梗長に有意な差は認められなかった（図 4-13）。小果梗も穂軸と同じように GA 処理で伸長するが（岸，1973），2 回目の GA 処理は小果梗を伸長させる効果はほとんどないと考えられる。対照的に，GA 300 ppm 1 回処理区と GA 2 回処理区の小果梗径は，低い濃度（100，200 ppm）より太かった。さらに，‘デラウェア’の GA 1 回処理では，小果梗径と果粒重との間には正の相関（ $r=0.49$ ， $P<0.001$ ）が認められる。しかし，GA 100 と 200 ppm の 1 回処理の果粒は 1.8～1.9 g まで肥大していることから，小果梗径が 0.8 mm 程度まで太れば果粒は肥大し，房しまりが向上すると考えられた。Casanova ら（2009）は，‘エンペラトリス’を用いて，0-400 mg/L の GA 処理を行い，0-160 mg/L までは濃度が高くなるにつれ，果梗径も太くなり，その濃度は品種で異なると報告している。‘デラウェア’における小果梗径を肥大させるための GA 濃度の上限値は明らかでないが，本実験の結果から GA 300 ppm までは小果梗径が太くなると考えられた。また，1 回目の GA を同一濃度で処理した GA 100 ppm 区と GA 2 回処理区を比較すると，GA 2 回処理区の小果梗径が GA 1 回処理区（100 ppm）より太かったことから，小果梗は満開後の GA 処理でも肥大すると考えられる。

生育調節剤がブドウの果肉に及ぼす影響について，Sato ら（2004）は，GA 処理した果房は無処理に比べ果粒の果肉硬度（最大荷重）が高くなることを報告している。そのため，GA 1 回処理の果肉硬度（最大荷重）は，2 回目の GA 処理を実施しないことから低下すると予想された。しかし，処理区間で果肉硬度（最大荷重）の有意な差は認められなかった（図 4-12）。このことから，GA 1 回処理による果肉硬度（最大荷重）の低下は認められず，果実品質の低下がほとんどないことを示している。また，持田ら（2013）は，‘シャインマスカット’の開花前の CPPU 処理によって，

果肉が軟らかくなると報告している。本実験では、1 回目の GA 溶液に同じ濃度の CPPU を混用することから、果肉に対する CPPU の影響はほとんどないと考えられる。

## 2. 大粒系デラ GA1 回処理と通常デラ GA2 回処理における果実品質の比較（実験 2）

大粒系デラを用いた GA1 回処理では、商品性の低下を防止するためには果粒肥大が重要な要素になるが、両年とも大粒系デラの GA 200 ppm 1 回処理と通常デラの GA2 回処理の果粒重に有意な差はなかった（表 4-11）。また、GA 200 ppm 1 回処理の果粉着生程度は GA2 回処理より優れた。したがって、大粒系デラを利用した 200 ppm の GA1 回処理によって、通常デラの GA2 回処理と同等以上の果実を生産できることが明らかになった。

GA1 回処理は、GA2 回処理より農薬コストが低減でき、さらに作業労力も少なくなる効果も期待される。しかし、わが国において、‘デラウェア’の 200 ppm の GA1 回処理として使用するためには、農薬登録が必要となる。農薬登録は、作用性、適応性、毒性および残留性など様々な試験成績に基づいて、独立行政法人農林水産消費安全技術センター（FAMIC）が総合的に検査し、その結果から農林水産省が適否を判断する。現在、本実験で開発した大粒系デラを用いた GA1 回処理方法について、2018 年産から使用できるように農薬登録に向けた準備が進められている。

### 摘 要

果粒肥大の良い大粒系デラの特性を利用した GA1 回処理の技術の開発を行った。GA1 回処理（100, 200, 300 ppm）と GA2 回処理の各生育時期、穂軸長および最大荷重（N）に有意な差はなかった。さらに、果粉着生程度は、GA1 回処理の大粒系デラが優れた。次年度の調査では、GA 100

ppm1 回処理の果粒肥大が GA 200 ppm1 回処理より劣った。また、大粒系デラを利用した GA 100 ppm1 回処理と通常デラの GA2 回処理の果実品質はほぼ同等であった。

以上の結果より、大粒系デラの GA1 回処理に適した濃度は、果粒肥大効果の安定性を考慮すると GA 200 ppm が妥当と考えられた。この GA1 回処理技術の開発により、通常行われている GA2 回処理に比べ、作業労力は軽減し、GA 使用量の減少で経費が削減できると考えられた。

表4-7 大粒系統‘デラウェア’を利用した異なる濃度のGA1 回処理が生育期に及ぼす影響 (2014)

GA処理濃度 (ppm)		生育日 <sup>x</sup>		
1 回目 <sup>z</sup>	2 回目 <sup>y</sup>	満開日 (日)	果粒軟化日 (日)	着色開始日 (日)
100	–	16.7	38.0	43.6
200	–	16.0	37.6	43.1
300	–	15.6	39.4	44.4
100	100	16.6	39.0	45.2
有意性 <sup>w</sup>		ns	ns	ns

<sup>z</sup> 処理は展葉8 枚期に行い, 同時に5 枚摘心を実施, CPPU5 ppmを加用

<sup>y</sup> 満開10 日後

<sup>x</sup> 満開日: GA1 回目処理後日数, 果粒軟化日および着色開始日; 満開後日数

<sup>w</sup> 満開後日数

<sup>v</sup> 分散分析により, ns: 有意差なし(n=3)

表4-8 大粒系統‘デラウェア’を利用した異なる濃度のGA1 回処理が果実品質に及ぼす影響(2014)

GA処理濃度(ppm)		果房重 (g)	果粒重 (g)	果皮色 <sup>x</sup>	果粉着生程度 <sup>w</sup>	糖度 (°Brix)	酸度 (g/100 ml)	着粒密度 (粒/cm)
1 回目 <sup>z</sup>	2 回目 <sup>y</sup>							
100	-	166.7 b <sup>y</sup>	1.9 b	5.2 a	2.4 a	19.4 a	0.89 a	8.8 a
200	-	161.3 b	1.8 b	5.5 a	2.5 a	19.4 a	0.83 a	8.6 a
300	-	164.9 b	2.0 b	5.6 a	2.6 a	19.3 a	0.87 a	8.0 a
100	100	216.9 a	2.6 a	5.5 a	1.1 b	18.7 a	0.86 a	7.9 a

<sup>z</sup> 処理は展葉8 枚期に行い、同時に5 枚摘心を実施, CPPU5 ppm加用

<sup>y</sup> 満開10 日後

<sup>x</sup> (独)農研機構果樹研究所作成カラーチャート値

<sup>w</sup> 無(0), 少(1), 中(2), 多(3)で判定.

<sup>v</sup> Tukey法により, 異符号間に5%水準で有意差あり(n=3)

表4-9 大粒系統‘デラウェア’を利用したGA1 回の処理濃度が果実品質に及ぼす影響(2015)

GA処理濃度 (ppm) <sup>z</sup>	果房重 (g)	果粒重 (g)	果皮色 <sup>y</sup>	果粉着生程度 <sup>x</sup>	糖度 (°Brix)	酸度 (g/100 ml)	着粒密度 (粒/cm)
100	134.4	1.4	5.7	2.6	23.3	0.71	8.8
200	140.8	1.6	5.7	2.7	23.2	0.67	8.6
有意性 <sup>w</sup>	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup> 処理は展葉8 枚期に行い、同時に5 枚摘心を実施, CPPU5 ppmを加用

<sup>y</sup> (独)農研機構果樹研究所作成カラーチャート値

<sup>x</sup> 無(0), 少(1), 中(2), 多(3)で判定.

<sup>w</sup> t検定により, \*: 5%水準で有意差あり, ns: 有意差なし(n=4)

表4-10 大粒系統‘デラウェア’を利用したGA1 回処理が生育時期別の穂軸長に及ぼす影響(2014)  
穂軸長

処理濃度 (ppm)	展葉8 枚時		満開日		成熟日	
	第1 花穂 (cm)	第2 花穂 (cm)	第1 花穂 (cm)	第2 花穂 (cm)	第1 果房 (cm)	第2 果房 (cm)
100	2.5	2.5	8.7	9.8	11.1	11.1
200	2.5	3.0	9.2	10.7	11.8	11.8
300	2.6	2.8	9.5	10.5	11.2	11.2
100	2.7	2.7	10.4	11.0	12.4	12.4
有意性 <sup>x</sup>	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>z</sup> 処理は展葉8 枚期に行い、同時に5 枚摘心を実施。CPPU5 ppmを加用

<sup>y</sup> 満開10 日後

<sup>x</sup> 分散分析により、ns；有意差なし(n=3)

表4-11 大粒系統‘デラウェア’を利用したGA1 回処理と通常デラのGA2 回処理による果実品質

年	系統 <sup>z</sup>	果粒重 (g)	果皮色 <sup>y</sup>	果粉着生程度 <sup>x</sup>	糖度 (°Brix)	酸度 (g/100 ml)
2015	大粒系デラ	1.8	5.6	2.6	21.1	0.78
	通常デラ	1.8	5.9	1.3	19.6	0.84
	有意性 <sup>w</sup>	ns	ns	**	**	ns
2016	大粒系デラ	1.8	5.3	2.6	20.5	0.67
	通常デラ	1.9	5.5	1.3	20.8	0.64
	有意性	ns	**	**	ns	ns

<sup>z</sup> 大粒系デラ 1 回目: GA 200 ppm + CPPU 5 ppm

通常デラ 1 回目: GA 100 ppm + CPPU 5 ppm 2 回目: GA 100 ppm

<sup>y</sup> (独) 農研機構果樹研究所作成カラータート値

<sup>x</sup> 無(0), 少(1), 中(2), 多(3)で判定

<sup>w</sup> \*\*: t検定により, 1%水準で有意差あり, ns; 有意差なし(n=4)





図 4-10 通常‘デラウェア’を利用した GA1 回処理果房

展葉 7~8 枚期の GA100 ppm の 1 回処理

果粒のばらつき、小粒果の混入、着色不良が見られる

(2015 年 7 月 2 日)



図 4-11 大粒系統 ‘デラウェア’ を用いた GA1 回処理果房  
 GA1 回処理 : GA 溶液には CPPU 5 ppm を混用  
 GA2 回処理 : 1 回目 GA 100 ppm + CPPU 5 ppm  
                   : 2 回目 GA 100 ppm  
 スケールバーは 3cm を示す                   (2014 年 6 月 30 日)

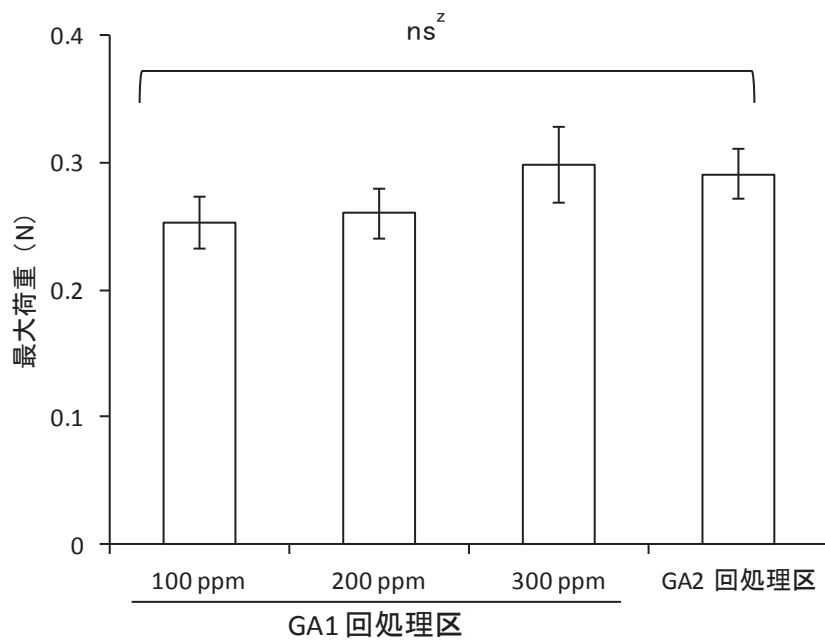


図4-12 大粒系統‘デラウェア’を利用したGA1 回処理が最大荷重(果肉硬度)に及ぼす影響(2014)

<sup>z</sup>分散分析により, ns; 有意差なし(n=3)

図中の縦棒は標準誤差を示す

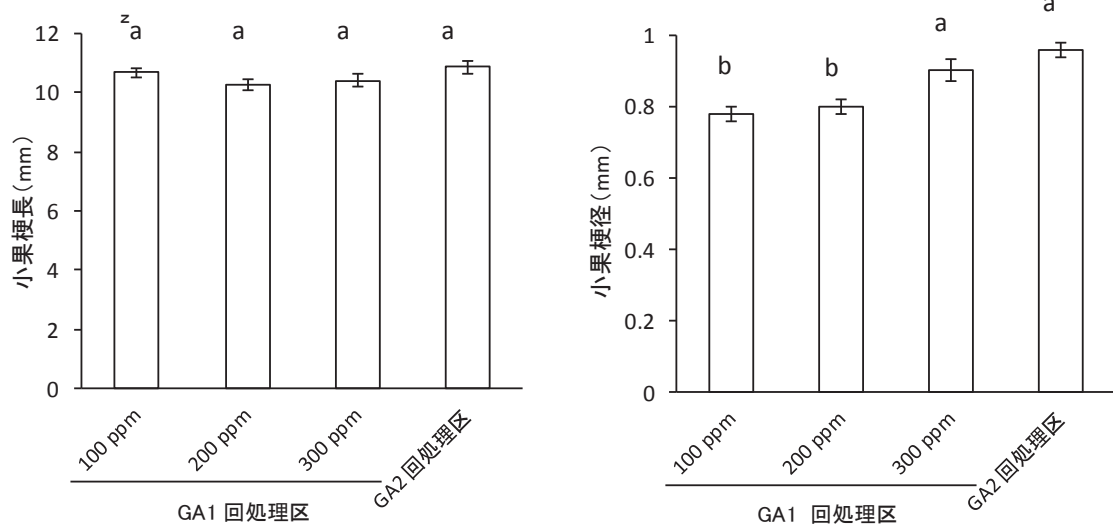


図4-13 大粒系統‘デラウェア’を利用したGA1 回処理が小果梗の長さや径に及ぼす影響(2014)

<sup>z</sup>異なる異符号間に5%水準で有意差あり (Tukey-Kramer法)

図中の縦棒は標準誤差を示す

## 1. ‘デラウェア’の高温処理を利用した休眠打破法の開発

‘デラウェア’の催芽 5～7 日前の 45℃、5 時間の処理で発芽の遅延（宮川・竹下，1980）やニホンナシ‘二十世紀’の 45℃、8 時間の処理で一部の芽に高温障害と思われる褐変が発生したこと（田村ら，1993）が報告されている。そのため、45℃の高温処理では芽の高温障害を招く可能性があるため、最初に切り枝を用いて 35℃と 40℃での高温処理を検討した。その結果、12、1 月における 35℃と 40℃の 24 時間および 48 時間の高温処理で、発芽所要日数の短縮効果が認められた。また、40℃の高温処理における発芽促進効果は、35℃の高温処理より高かった。しかし、現地では手動による換気が多く、換気の遅れからハウス内温度が 40℃以上に上昇し、高温障害による芽枯れの可能性が懸念される。そのため、現地では 35℃を維持する高温処理が実用的と考えられる。また、島根県では、12～1 月の日照時間が少ないことから、晴天日の複数回の 4～5 時間程度の高温により、発芽促進効果を得ると推察される。そこで、1 日当たり 4 時間による高温の間欠処理を設定したところ、間欠処理の発芽促進効果は連続処理よりやや低かった。これは間欠処理により、高温処理を途中で中断するため、発芽促進効果が減少したと考えられる。また、前述の 35℃や 40℃の結果や堀内・中川（1972）の示した温度より低い 25℃や 30℃においても発芽促進効果や発芽率向上効果が認められた。したがって、本県のような冬季に 35℃を維持することが困難な地域でも長時間の高温処理により発芽促進効果が得られると考えられた。

次に、本県においても 10～11 月の日照時間は比較的多いため、ハウス内温度を上昇しやすいと考えられる。そこで、成木樹を用いたこの時期の高温処理が早期加温栽培（1 月加温）の発芽率や発芽揃いに及ぼす影響について調査し

た。その結果、11月に積算時間40時間の高温処理を行い、シアナミド剤の11月22日と12月6日の2回処理では、発芽開始から発芽率60%を超えるまでの所要日数が7日と10月処理や無処理より著しく短くなった。そのため、発芽揃い向上によりGA1回目処理などの作業を短期間で実施可能と考えられた。また、高温単独処理では、発芽の開始時期や発芽率に差がなかったが、切り枝を利用した前述の11月の35℃・48時間の実験では、発芽促進効果が認められた。この異なる結果を示した要因としては、切り枝の実験では高温処理終了直後に加温を開始しているが、成木樹の実験では、加温開始までの期間が49日（11月処理）および70日（10月処理）と長く、その期間中に自発休眠覚醒効果が減少したため、高温単独処理では処理間差が発生しなかったと推察された。

以上より、現地では、晴天日の比較的多い11月に積算時間40時間程度になるように高温処理を行い、2回のシアナミド処理を組み合わせることで、早期加温栽培‘デラウェア’の発芽促進や発芽揃いの向上に効果があると考えられる。

## 2. 燃油削減を目指した温度管理法の改善

山本（1988）は、加温栽培‘巨峰’の地中熱交換方式による省エネ効果について調査し、冬季の日射量の少ない山陰では費用対効果の面で導入は困難と結論づけている。また、山本・大野（2003）は、加温容積を狭くするため、ブドウハウスの棚面の上下にカーテンを設置し、約40%の燃油削減効果があったとし、梅野ら（2010）は、ハウス内地表面に折径110cmのダクトを敷き詰め、加温容積を狭くすることで3.5%の燃油削減効果があったと報告している。しかし、これらの省エネ技術は、初期投資が大きいこと、設置作業が繁雑、費用対効果の面から普及には至っていない。また、野菜ハウスなどでは外張りや内張りのフィルム

を二重に被覆し，その間に空気を送り込み断熱層を形成し，燃油コストを削減する技術が導入されている（岩崎，2008；岩崎ら，2011；常盤・水野，2010；勝山ら，2010）．しかし，この技術についても，送風ダクトや送風機の初期経費が必要なことから，本県の‘デラウェア’栽培においてはほとんど導入されていない．

一方，梅野・内田（2013）は，‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’で省エネ効果のある隔日変温管理（小林ら，2009；倉藤ら，2011）について，加温栽培‘デラウェア’での生育，果実品質に及ぼす影響を調査した．その結果，展葉3～5枚期から81日間の隔日変温管理で約14%の燃油削減効果があったと報告している．この成果から隔日変温管理専用の4段変温サーモ（マイキングeco48，（株）ニッポー）が製品化された．しかし，現地では樹齢や樹勢およびハウスの保温性などが異なるため，この長期間の隔日変温管理を行うことで生育不良や果粒肥大の停滞を招くことが危惧される．そこで，本研究ではより現地に導入しやすい新隔日変温管理法を開発するため，夜間（2014年）あるいは全日（2015年）を対象にした処理期間の短い隔日変温管理について検討した．

隔日で加温機の設定温度を5℃低下する隔日変温管理区では，積算温度が少なくなるため（表2-2），慣行区に比べ生育が遅れると予測される．しかし，調査した両年とも生育期に差はなかった．この要因は，果粒軟化期までの果粒の成熟（生育期）は，比較的影嚢を受けにくいと報告があることから（Kobayashiら，1968a；高木・井上，1982），本実験の生育期に差は生じなかったと考えられた．

‘デラウェア’の果粒肥大のための適温は，昼夜に関係なく20～22.5℃（平均22.5℃）と報告されていることから（Kobayashiら，1968b），平均温度の低下する隔日変温管理では，果粒肥大の停滞する可能性が危惧される．しかし，夜間隔日区の果径は，慣行区とほとんど変わらなかった．

これは隔日で温度設定を変更するため、実際の低温設定日の遭遇日数は16日程度であり、果実品質への影響がほとんどなかったと考えられる。一方、昼夜隔日区は果粒肥大が劣り、減収の可能性があるため、実用化は困難と考えられた。

以上の結果より、1月に加温を開始する作型では、結実判明期から加温終了時までの期間（約30日間）、夜間の設定温度を一日おきに5℃下げることが可能であり、生育遅延や果実品質に及ぼす影響はほとんどないと判断された。また、この隔日変温管理は、毎日手動で温度設定を変更すれば既存の4段サーモで対応できることから初期経費は不要であるため、生産者の導入しやすい省エネ温度管理法と考えられる。

次に、現地で実施されている12月下旬頃に保温を開始する“長期保温法”について、体系化を検討した。長期保温区では日照時間の多い晴天日には保温中のハウス内温度が慣行区（雨よけ）より著しく高くなるが、日照時間の少ない日の両区の温度は、ほぼ同じであった。そのため、晴天日の温度上昇が、長期保温区の発芽促進に影響を及ぼすと考えられる。2015年11～12月の平均気温は、平年より高く推移したため、長期保温開始時（12月28日）の7.2℃以下の積算時間が264時間と極めて少なかった（目標400時間）。そのため、長期保温区の発芽日が慣行区より4日遅れ2月12日なった可能性がある。また、加温栽培ブドウでは発芽を揃えることが作業効率の面で極めて重要である。そのため、‘デラウェア’栽培では、発芽の不揃いが見られる場合には加温機の設定温度を下げるのが一般的である（倉橋，2013a）。したがって、長期保温区では加温開始までのハウス内温度が低く推移するため、発芽揃いが慣行区より向上したと考えられる。また、両区の果実品質は同一日に調査したため、生育の遅い（積算温度の少ない）長期保温区の糖度は低く、酸度が高くなった。しかし、本県



‘デラウェア’の糖度基準である 18 度を満たしており (JA しまね出雲ぶどう部会, 2016b), 商品性は問題なかった。一方, 本実験における長期保温区の燃油削減率は約 47% で, 省エネ効果が著しく高かった。また, 両区の発芽日が, 同一日であった場合の燃油削減率を試算すると 30% 程度になることから, 長期保温法は, 省エネ効果の高いハウス温度管理法と考えられる。

近年, 花き類を中心に EOD (日没の時間帯) 反応を利用し燃油消費量を削減しながら生育促進や茎伸長を図る省エネ技術の開発が行われている (馬場ら, 2013a, b; 道園ら, 2012; 川西ら, 2012; 高山ら, 2015)。また, 竹村ら (2014) は, トルコギキョウに対する EOD の短時間遠赤色光照射と短時間昇温の併用処理で, 葉の窒素含有量と葉色値が増加したとし, ブドウでは梅野ら (2016c) が, 加温栽培 ‘デラウェア’ の EOD 昇温で葉色値が増加したと報告している。したがって, EOD 反応を利用した省エネ技術は, 果実品質向上の可能性があるので, より詳細な検討が望まれる。

### 3. 大粒系統 ‘デラウェア’ の特性とジベレリン処理法の改善

島根県益田市で発見された大粒系デラは, 上裂刻が通常デラより明らかに深かったため, この系統の葉の表現型は異なると考えられた。また, RAPD 法と SSR による遺伝子解析を行ったところ, 通常デラの芽条変異である可能性が示唆された。さらに, GA2 回処理した大粒系デラの果粒重は 2.4~2.5 g に達しており, 通常デラより 1.6~1.8 倍大きいことから, この大粒系デラは, 通常デラより果粒が大きくなる特性を有すると考えられる。

これまで本県で発見されてきた大粒の ‘デラウェア’ は, 肉質が柔らかすぎ生食用ブドウとしては適さないため, 優良系統として選抜されなかった。一方, 大粒系デラの果肉硬度は, 通常デラと変わらないことが明らかになり, 生食用ブドウとして適していると判断された。

近年，本県の‘デラウェア’は，摘粒作業の省力化と裂果防止を目的に，GA処理を早めに行い（展葉8枚），果軸伸長を促し，果粒が過度に密着していない“ゆる房”を生産する方法が主流になっている（梅野，2016b）。

この“ゆる房”生産を目的としたGA早期処理（早漬け）では，着粒密度が低下することから，商品性向上のためには果粒を確実に肥大させることが重要である。したがって，大粒系デラは果粒が大きいことから，GA早期処理（早漬け）に有効と考えられる。そこで，大粒系デラを利用したGA1回目の処理適期期間の拡大を目的に，これまでより早いGA1回目処理が生育と果実品質に及ぼす影響を検討した。

‘デラウェア’では，GA1回目の処理時期が早いほど結実率が低下することから（高馬・松岡，1961），本実験でもGA1回目処理時期の早い5枚区で商品性が著しく低下した。一方，6，7および8枚区（対照区）では，着粒密度が目標の8～9粒/cmより低下したが（倉橋，2013b；梅野，2016b），果粒肥大が旺盛であることから房しまりは向上した。また，作業労力に影響を及ぼす副梢の発生本数は，処理区間で変わらなかった。

以上の結果より，大粒系デラを利用すると，“ゆる房”を目指した1回目GA処理適期期間を拡大できると考えられ（展葉8枚→展葉6，7枚），発芽の不揃いによるGA1回目処理期間の長期化を防止できることが明らかになった。

次に，‘デラウェア’のGA1回処理技術を開発するため，大粒系デラを用いた実験を行った。通常，‘デラウェア’のGA2回処理では，満開10日後に行う2回目のGA処理によって果粒肥大が促進される（岸，1973；岸・田崎，1960；板倉ら，1965；村西，1968）。そのため，本実験でも展葉8枚期に行った大粒系デラのGA1回処理（100，200，300 ppm）の果粒重は，1.8～2.0 gとGA2回処理（2.6 g）より明らかに小さかったが，通常デラを用いたGA2回処理と同等以

上の果粒重であった。また、別の実験では、GA 100 ppm 1 回処理の果粒重が GA 200 ppm 処理より小さかった。このことは梅野ら（2015）も同様の報告をしている。このことから、GA 100 ppm による 1 回処理の果粒肥大効果は、年次変動があり、不安定であることを示唆している。したがって、大粒系デラを利用した 1 回処理に適した GA 濃度は、果粒肥大効果の安定性とコストから判断すると 200 ppm が適当と考えられる。また、GA 処理した果粒の果肉硬度は、無処理に比べ高くなることから（Sato ら、2004）、GA 処理回数少ない GA1 回処理では、食感の低下が危惧される。しかし、本実験の大粒系デラでは GA1 回処理による果肉硬度の低下は認められず、品質を維持していた。さらに、GA1 回処理では、果粉着生が増加したが（図 5-1）、これは GA2 回目処理を省くため、果粉を溶かす界面活性剤（Stock・Holloway, 1993）の混用された GA 溶液の影響が軽減されたためと考えられる。この果粉は、果面保護効果があることから（平田ら、1970）、着生量の増加で裂果発生の少なくなることが報告されている（持田・倉橋、2010）。「デラウェア」では、成熟期が梅雨時期に重なる普通加温栽培で裂果の多発することがあり（島根県農業協同組合、2016b）、商品性は著しく低下する。そのため、GA1 回処理による果粉着生量の増加は、裂果防止の面からも有利になると推察される。

また、「デラウェア」は、土壌 pH の高い園などでは図 5-2 に示したマンガン（以下、Mn）欠乏による混在型着色障害（ゴマシオ型）の発生することがある（稲部・中田、1986；清水、1980；清水ら、1985；竹下ら、1984）。そのため、着色障害の発生を防止するため、GA2 回目の溶液に硫酸 Mn を 0.5% になるよう混用し、果房浸漬を行っている（倉橋、2013b）。したがって、2 回目処理を実施しない GA1 回処理では、1 回目の溶液に Mn を混用する必要がある。竹下ら（1984）は 1 回目の GA 100 ppm 溶液に 0.5、1 および 2%

の Mn をそれぞれ混用したところ、Mn 濃度の増加によって、混在型着色障害の発生が低下したと報告している。本実験では、GA 処理濃度が通常 of 2 倍の 200 ppm であることから、大粒系デラの GA1 回処理を現場に普及させるためには Mn の混用による混在型着色障害の防止効果について、今後検討する必要がある。

以上の結果より、大粒系デラを利用した 200 ppm の GA1 回処理によって、通常デラの GA2 回処理と同等以上の品質の果房を生産できることが明らかになった。この大粒系デラは、2017 年から本格的に植栽が始まることから（島根県農業協同組合，2016b），GA1 回処理の農薬登録を早急に行う必要がある。

#### 4. 加温栽培‘デラウェア’の省エネ/省力を目指した栽培体系

各章で開発した早期加温栽培‘デラウェア’の新技术を図 5-3 に示した。新栽培法では、11 月中旬の晴天日を中心にハウス内温度 35℃を維持する高温処理を積算時間 40 時間程度になるように数日間繰り返す（A）。通常、晴天日にハウスを閉め切って 35℃を維持できる時間は 4～5 時間と考えられることから、40 時間を確保するためには 8～10 日必要になる。このとき、高温の長時間処理や乾燥の影響で、芽枯れが発生するが（奥田，1987），その対策として換気を適宜行い、散水によりハウス内湿度を高めることが重要である。シアナミド剤処理は、発芽促進効果の高い 11 月下旬～12 月上旬に実施する（段ら，1978）。シアナミド 2 回処理は 1 回処理より発芽促進効果が高いが（梅野，2016a），弱勢樹などでは芽枯れが発生しやすいので注意を要し，2 回処理を行う場合は，1 回目から 2 回目処理まで 7～14 日程度の間隔を開けることが重要である。

長期保温を開始する 12 月下旬には，7.2℃以下の低温積算時間が 250 時間以上に達していることを確認し，ハウスを密閉する（B）。発芽は，保温後のハウス内温度が高いほ

ど促進されるため(奥田, 1987), 内張りの設置(二重被覆)やサイドフィルムの複層化等を図りハウスの保温性を高めることが重要である。また, 予期せぬ寒波の襲来による降雪に対応するため, 加温機をすぐに稼働できるように準備しておくことも必要となる。加温は, 発芽期(1月下旬~2月上旬)から開始し, 結実判明期(GA2回目処理)の3月下旬から加温終了時(5月上旬)まで夜間の新隔日変温管理を実施する(C)。このとき, 樹勢が悪く, 果粒肥大が劣る場合には通常の温度管理を継続する。さらに, 隔日変温管理開始後に果粒肥大が停滞する場合には通常の温度管理に戻すなど臨機応変に対応することが必要となる。この新栽培法(B, C)は, 生育遅延がほとんどなく, 果実品質を維持しながら, 燃油コストを現行栽培より約38%以上(長期保温法30%以上, 隔日変温管理8%)削減できる省エネ効果の極めて高い技術と考えられる。

大粒系デラを用いたGA1回処理(D)の処理時期は, 展葉8枚期頃で, 200 ppmのGA溶液にCPPU 5 ppmを混用し花穂浸漬する(7枚摘心)。その後は新梢管理を徹底し, 適切な施肥・水分管理によって, 果粒肥大を促進することが重要である。

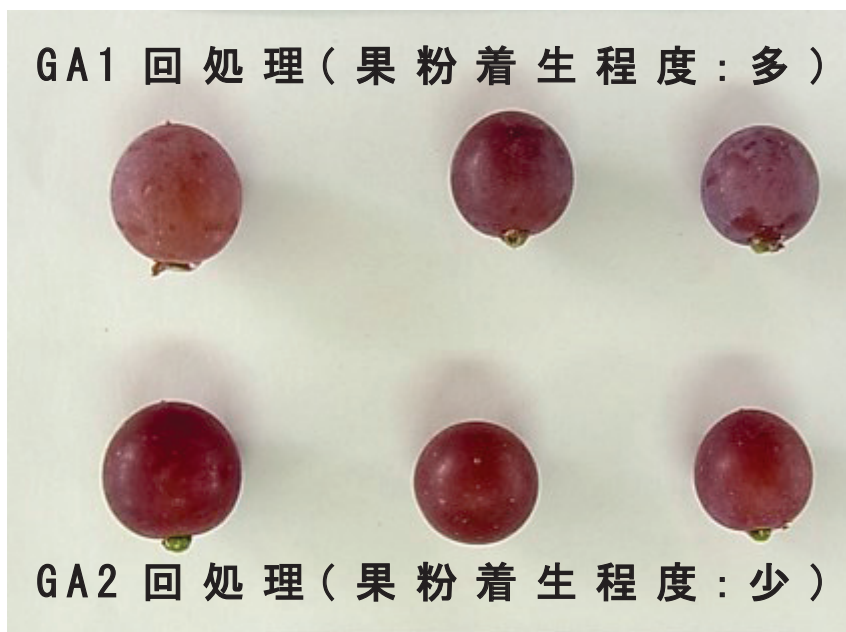
次に, これら新技術を大粒系統‘デラウェア’の早期加温栽培に導入する場合の栽培体系を図5-4に示した。個別技術導入に当たっての要点は, 前述のとおりである。また, GA処理は, 寡日照条件下で新梢生育が劣り, 果粒肥大不足が懸念される時には, 通常のGA2回処理を選択し, 展葉6~8枚期に1回目のGA処理を実施する。また, 果実肥大が比較的安定する普通加温栽培以降の作型では裂果防止対策も加えてGA1回処理を行うなど作型に応じて臨機応変に対応することも必要と考えられる。

GA 200 ppm 1回処理導入時の作業時間とGA費用の比較を図5-5に示した。このGA1回処理技術の確立により, 10 a当たりのGA処理の作業時間が約22% (64 h/10 a →

50 h/10 a) 削減可能になる（島根県農林水産部，2013）．  
また，10 a 当たりの GA 費用は，約 40%（6,400 円）少なくなると考えられる．

以上の結果より，本研究で開発した隔日変温管理と長期保温法の省エネ技術により，早期加温栽培‘デラウェア’の農業所得が約 11% 向上すると試算された（島根県農林水産部，2013）．また，高温処理によって，発芽促進と発芽揃いの向上が期待できるため，作業効率は向上すると考えられる．さらに，大粒系デラの GA1 回処理によって，GA 作業時間の短縮化と GA 費用の削減が可能になる．

今後，本研究で開発した省エネ・省力化技術を JA や普及センター等の関係機関と連携しながら，県内および全国のブドウ農家に普及させていきたい．



‘ デ ラ ウ ェ ア ’

図 5-1 GA1 回 処 理 と 2 回 処 理 の 果 粉 着 生 程 度

GA1 回 処 理 : 1 回 目 GA200ppm+5ppm

GA2 回 処 理 : 1 回 目 GA100ppm+5ppm 2 回 目 GA100ppm

( 2015 年 6 月 15 日 )



图 5-2 マンガン欠乏による‘デラウェア’の混在型着色障害（ゴマシオ型）  
（2015年6月10日）



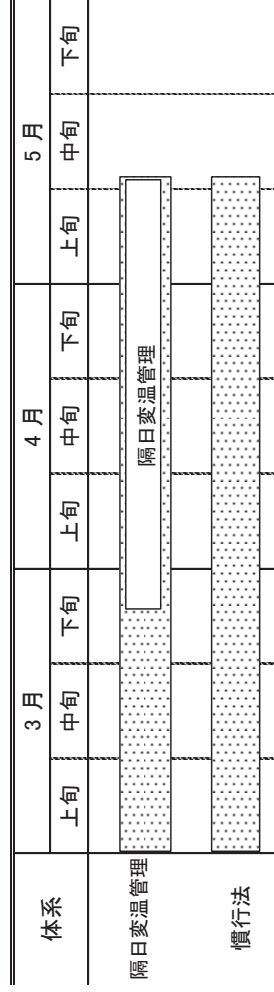
A

第2章 ‘デラウェア’の高温処理を利用した休眠打破法の開発



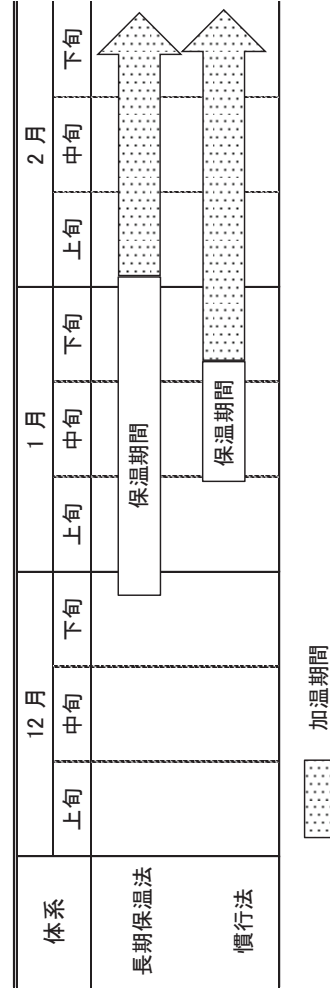
B

第3章 燃油削減を目指した温度管理法の改善(隔日変温管理)



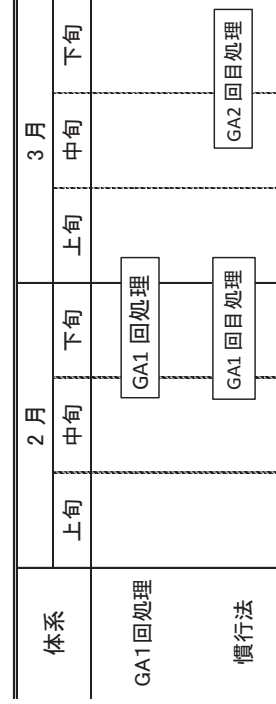
C

第3章 燃油削減を目指した温度管理法の改善(長期保温法)



D

第4章 大粒系統‘デラウェア’の特性とゼベリリン処理法の改善



加温期間

加温期間

図 5-3 各章で開発した加温栽培‘デラウェア’の新技术



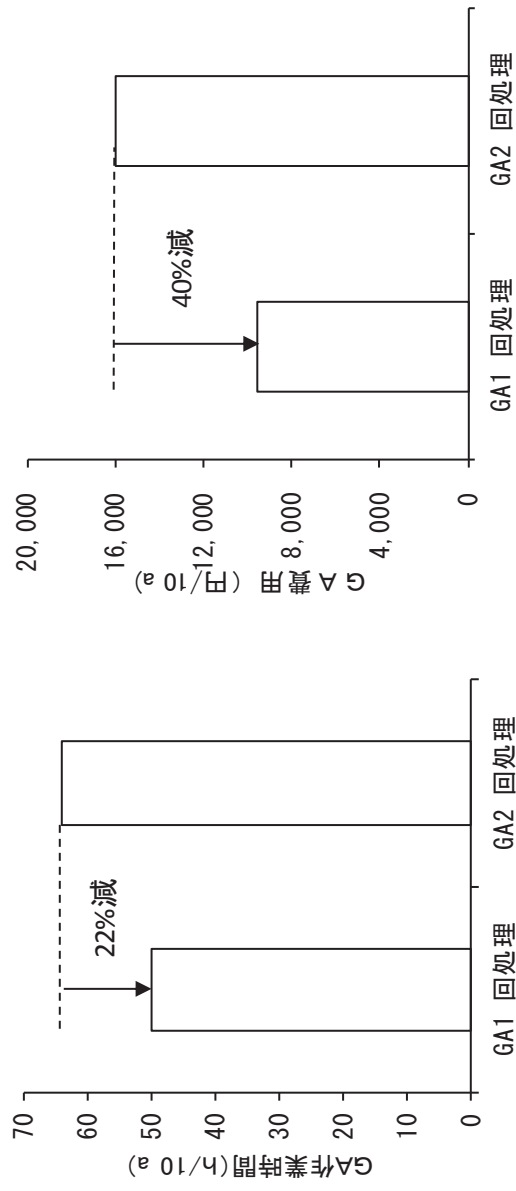


図5-5 GA1 回処理が作業時間とGA費用に及ぼす影響

GA1 回処理: GA200 ppm + CPPU5 ppm (1 回目)

GA2 回処理: GA100 ppm + CPPU5 ppm (1 回目), GA100 ppm (2 回目)

## 総合摘要

島根県特産の‘デラウェア’の栽培面積は著しく減少している。そのため、今後産地を維持していくためには、作業労力を軽減し、加温燃料経費を削減する技術の開発が極めて重要になる。本研究は、加温栽培‘デラウェア’の省エネルギー・省力化技術の開発を目的に行った。

### 1. ‘デラウェア’の高温処理を利用した休眠打破法の開発

本県の加温栽培‘デラウェア’で行われている発芽促進を目的とした高温処理の基礎的知見を得るために、切り枝を用いて処理方式（連続，間欠），処理温度および処理時間が発芽促進に及ぼす影響を調査した。その結果，時期別（11月，12月，1月）に35℃および40℃の高温処理を行ったところ，11月の高温処理では，35℃の48時間および40℃の24,48時間処理で，発芽率が対照区（23℃ 12h明期/18℃ 12h/暗期）より向上した。12月，1月処理では24時間および48時間処理の発芽所要日数が，8時間処理より有意に少なくなった。また，40℃の高温処理における発芽所要日数は，35℃の高温処理より有意に少なくなった。さらに，間欠処理の発芽所要日数は，連続処理より有意に多かった。35℃より低い温度での発芽促進効果を明らかにするため，時期別に25℃，30℃および35℃の高温処理を行った。その結果，11月，12月および1月処理で，25℃の高温処理における発芽所要日数が，30℃および35℃より有意に多くなった。また，11月処理では24時間処理の発芽所要日数が，48時間および68時間処理より有意に多かった。12月処理では処理時間による発芽所要日数に有意な差はなく，92時間の長時間処理で発芽率が低下した。1月処理では24と48時間処理の発芽所要日数に差はなく，68時間と92

時間処理では発芽率が低下した。以上のことから、各時期とも高温処理によって、発芽率向上効果や発芽促進効果のあることが明らかになり、その程度は処理時間や処理温度で異なった。また、10月の35℃、48時間の高温処理による発芽促進効果は、4℃で600時間程度、7℃と10℃では800時間程度の低温積算時間と同等と考えられた。

1月に加温を開始する作型で、35℃、40時間の時期別高温処理（10月、11月）と2回のシアナミド剤を組み合わせた処理を成木樹で実験した。その結果、発芽率の向上や発芽揃いに効果の高い処理は、11月（自発休眠覚醒初期）に高温処理を行い、11月下旬～12月上旬に2回のシアナミド剤を処理する組み合わせであった。

## 2. 燃油削減を目指した温度管理法の改善

早期加温栽培‘デラウェア’（1月加温開始）の燃油消費量を削減するため、隔日で加温機の設定温度を慣行温度基準（慣行区）より5℃低くする隔日変温管理が生育と果実品質に及ぼす影響について調査した。

夜間のみを5℃低下させる夜間隔日処理は、慣行区と比較して生育期（果粒軟化開始期、成熟期）、葉色、果粒肥大および果実品質にほとんど影響を及ぼさなかった。また、その時の加温期間中のA重油削減率は8%程度であった。一方、昼間と夜間を5℃低くする昼夜隔日処理では、生育期と葉色に慣行区と有意な差はなかったが、果径が処理14日後から成熟期まで慣行区より小さく推移した。また、昼夜隔日区の果房重と果粒重は、慣行区より劣った。

以上の結果より、現地へ隔日変温管理を導入する場合、結実判明期から加温終了時までの期間、夜間の設定温度を5℃低くする方式がよいと考えられる。

燃油削減を目的にした加温代替による“長期保温法”を

確立するため，‘デラウェア’の12月下旬から保温を開始する栽培方法について，ハウス内環境条件を調査するとともに生育，果実品質および燃油消費量に及ぼす影響を調査した．

保温期間中における長期保温区のハウス内温度は，慣行区（4日間の保温後加温を開始）より低かった．長期保温区の発芽は，2016年2月4日から認められた．

発芽開始から発芽率75%に達する期間は，長期保温区が8日間で，慣行区より3日短く，発芽揃いが良かった．慣行区の果径は，長期保温区より大きく推移したが，成熟期には差がなくなった．積算温度の少ない長期保温区の糖度は，慣行区より有意に低く，酸度は有意に高かった．長期保温区の10a当たりのA重油消費量は5,658Lで，慣行区の10,688Lに比べて約47%の削減効果が認められた．

以上のことより，12月下旬から保温を開始する“長期保温法”は，慣行法に比べ発芽揃いが良く，燃油削減率が高い加温方法と考えられる．

### 3. 大粒系統‘デラウェア’の特性とジベレリン処理法の改善

本県で発見された果粒の大きい大粒系デラと通常デラについて，SSRとRAPD法で遺伝的差異を調査したところ，両系統に差は認められなかった．また，大粒系デラの葉の上裂刻の深さが，通常デラより深かった．これらのことより，大粒系は実生ではなく，芽条変異の可能性が示唆された．次に，両系統のGA2回処理を行った時の果実品質を比較した．大粒系の果房重と果粒重は，通常デラより有意に大きかった．対照的に，果皮色，果粉着生程度，糖度および酸度は低かった．さらに，両系統の最大荷重（果肉硬度）に有意な差はなかった．

GA2回処理におけるGA1回目の処理適期幅の拡大を目

的に大粒系を用いた GA1 回目の処理時期が果実品質に及ぼす影響について調査した。その結果、果粒が過度に密着していない“ゆる房”を生産する従来の処理適期（展葉 8 枚）よりさらに早い展葉 6, 7 枚処理においても、果房重 150 g 以上、果粒重 2 g 以上の商品性の高い果実を生産できることが明らかになった。

果粒肥大の旺盛な大粒系デラの特性を利用した GA1 回処理の技術の開発を行った。GA1 回処理（100, 200 および 300 ppm）と GA2 回処理の各生育時期、穂軸長および果肉硬度（最大荷重）に有意な差はなかった。さらに、果粉着生程度は、GA1 回処理の大粒系デラが優れた。次年度の調査では、GA 100 ppm1 回処理の果粒肥大が GA 200 ppm1 回処理より劣った。また、大粒系デラを利用した GA 100 ppm1 回処理と通常デラの GA2 回処理の果実品質はほぼ同等であった。

以上の結果より、果粒肥大効果の安定性を考慮すると、大粒系デラを用いた GA1 回処理に適した GA 濃度は 200 ppm と考えられた。この GA1 回処理技術の開発により、通常実施されている GA2 回処理に比べ、作業労力は軽減し、GA の使用量の減少で経費が削減できると考えられる。

## 引用文献

- 小豆沢 齊 . 1989. 養分蓄積・休眠期の生育診断 . p. 286  
の 20-25. 農業技術体系果樹編 2 ブドウ . 追録第 4 号 .  
農文協 . 東京 .
- 小豆沢 齊 . 1995. 施設栽培ブドウにおける土壌肥料学的  
研究 . 島根農試研報 . 29: 1-107.
- 小豆沢 齊・山本孝司 . 2005. 加温栽培‘デラウェア’ブ  
ドウにおける炭酸ガス施用が生育, 果実収量及び品質  
に及ぼす影響 . 島根農試研報 . 36: 37-44.
- 馬場富二夫・石井香奈子・武藤浩志・稲葉善太郎 . 2013a.  
冬季の日没後または日の出前の昇温処理がスプレーカ  
ーネーションの開花, 収量および切り花形質に及ぼす  
影響 . 園学研 . 12: 389-396.
- 馬場富二夫・松田健太郎・稲葉善太郎 . 2013b. 冬季夜温管  
理における日没後の短時間昇温処理時間の違いがスプ  
レーカーネーションの開花, 収量および切り花形質に  
及ぼす影響 . 植物環境工学 . 25: 195-202.
- Bowers, J. E., G. S. Dangl, R. Vignani and C. P. Meredith.  
1996. Isolation and characterization of new polymorphic  
simple sequence repeat loci in grape (*Vitis vinifera* L.).  
Genome 39: 628-633.
- Bowers, J. E., G. S. Dangl and C. P. Meredith. 1999.  
Development and characterization of additional  
microsatellite DNA markers for grape. Amer. J. Enol.  
Vitic. 50: 243-246.
- Casanova, L., R. Casanova, A. Moret and M. Agustí. 2009.  
The application of gibberellic acid increases berry size  
of ‘Emperatriz’ seedless grape. Spanish Journal of  
Agricultural Res. 7: 919-927.
- 段 正幸・奥田義二・西尾隆吉 . 1978. ブドウのハウス促成  
栽培に関する研究 (2) 発芽促進剤石灰窒素のデラウ



- ェアに対する処理時期について．大阪農技セ研報．15: 43-50.
- 段 正幸．1996．第7章特殊栽培技術第1節ジベレリン処理による無核果形成技術．p. 388-395．中川昌一監修．日本ブドウ学．養賢堂．東京．
- Dokoozlian, N. K., L. E. Williams and R. A. Neja. 1995. Chilling exposure and hydrogen cyanamide interact in breaking dormancy of grape buds. HortScience 30: 1244-1247.
- Dokoozlian, N. K. 1999. Chilling temperature and duration interact on the budbreak of 'Perlette' grapevine cuttings. Hortscience. 34(6):1-3.
- (独) 農林水産消費安全技術センター．2016．農薬登録情報システム．  
<<http://www.acis.famic.go.jp/search/vtllg103.do>>
- 道園美弦・久松 完・大宮あけみ・市村一雄・柴田道夫．2012．低温期のスプレーギク施設栽培における EOD-heating の有効性．園学研．11: 505-513.
- Ergül, A., B. Marasali and Y. S. Agaoglu. 2002. Molecular discrimination and identification of some Turkish grape cultivars (*Vitis vinifera* L.) by RAPD markers. Vitis. 41: 159-160.
- 江崎幾朗・高瀬輔久．2002．ブドウ「ロザリオピアンコ」に対する休眠期の石灰窒素とシアナミド処理が発芽，開花と果実品質に及ぼす影響．愛知農総試研報．34: 121-126.
- Formolo, R., L. Rufato, A. A. Kretzschmar, C. Schlemper, M. Mendes, J. L. Marcon Filho and A. P. Lima. 2009. Gibberellic acid and cluster thinning on seedless grape 'Brs Clara' in Caxias do Sul, Rio Grande Do Sul State, Brazil. Acta Hort. 884: 467-470.
- 藤田武夫・倉中将光・竹下 修．1977．ハウスデラウェア

- ブドウの発芽促進に関する研究．島根農試研報．15: 47-57.
- Goto-Yamamoto, N., M. Numata, G. Wan, T. Shimanoto and K. Hashizume. 2009. Characterization of oriental cultivars of grapevine using a reference allele system of microsatellite data and assignment test. J. Japan Soc. Hort. Sci. 78: 175-179.
- Goto-Yamamoto, N., A. Azuma, N. Mitani and S. Kobayashi. 2013. SSR genotyping of wild grape species and grape cultivars of *Vitis vinifera* and *V. vinifera* × *V. labrusca*. J. Japan Soc. Hort. Sci. 82: 125-130.
- 平田克明・柴 寿・三好武満．1970．ブドウ（デラウェア）の裂果と防止方法．農業および園芸．45: 923-927.
- 広瀬正純・加来靖英・藤田義明・渡辺久能・安野智江・小関洋介・中尾茂夫．2000．ブドウ，モモ，ナシの自発休眠完了に必要な低温要求量と休眠打破技術．大分農技セ報告．30: 1-13.
- 本條 均．2007．気候温暖化が落葉果樹の休眠，開花現象に及ぼす影響．園学研．6: 1-5.
- 堀内昭作・加藤彰宏・中川昌一．1971．果樹の休眠に関する研究（第2報）休眠打破について（ブドウ）．園学要旨 昭46春: 132-133.
- 堀内昭作・中川昌一．1972．果樹の休眠に関する研究（第3報）ブドウの休眠打破に及ぼす温度処理の影響．園学要旨 昭47秋: 114-115.
- 堀内昭作・中川昌一・加藤彰宏．1977．ブドウの芽の休眠に関する研究．園学要旨 昭52秋: 82-83.
- 堀内昭作・中川昌一・加藤彰宏．1981．ブドウの芽の休眠の一般的特徴．園学雑．50: 176-184.
- 稲部善博・中田久雄．1986．砂丘地ブドウ園におけるマンガン栄養に関する研究．石川砂丘地農試報．2: 1-23.
- 猪股 趣．1963．「島根ぶどう」の発展と市場．島根農科大

- 研報 . 12: 135-144.
- 一般財団法人日本エネルギー経済研究所 . 2016. 産業用価格 A 重油月次調査 .  
<<https://oil-info.ieej.or.jp/price/price.html>>
- 石川一憲・馬場 正・谷澤貞幸・高橋久光・池田富喜夫 . 2003. ストレプトマイシンにより無核化したブドウ‘藤稔’の果粒肥大と品質に及ぼすジベレリンおよび CPPU 処理の影響 . 園学研 . 2: 209-213.
- 石川一憲・馬場 正 . 2009. ストレプトマイシンにより無核化したブドウ‘藤稔’における CPPU 加用 GA1 回処理時期の検討 . 農作業研究 . 44: 29-34.
- 板倉 勉・小崎 格・町田 裕 . 1965. ブドウに対するジベレリンの作用とその利用法に関する試験 . 園試研報 A . 4: 67-95.
- Iwasaki, K. 1980. Effects of bud scale removal, calcium cyanamide, GA<sub>3</sub>, and ethephon on bud break of ‘Muscat of Alexandria’ grape (*Vitis vinifera* L.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 48: 395-398.
- 岩崎泰永 . 2008. 空気膜二重構造ハウスによるキュウリ栽培における暖房用燃料消費量の削減効果 . 東北農業研究 . 61: 147-148.
- 岩崎泰永・吉田千恵・宍戸良洋 . 2011 . 空気膜二重構造ハウスの利用による施設内環境変化が半促成栽培キュウリの生育および収量に及ぼす影響 . 園学研 . 10: 49-54.
- 出雲農林振興センター農業普及部 . 2005. 密植栽培による早期成園化マニュアル . p. 1-21.
- JA いずも・JA いずもぶどう部会 . 2014. 規格品 kg 単価推移表 (デラウェア) . p. 29-30. 26 年産ぶどう出荷反省会資料 .
- Kaplan, M. 2011. The effect of the method of application of growth regulators on fruit quality of ‘Einset seedless’ grape (*Vitis* sp. L.). Acta Agrobot. 64: 189-196.

- Karatas, H. and Y. S. Agaoglu. 2008. Genetic diversity among Turkish local grape accessions (*Vitis vinifera* L.) using RAPD markers. *Hereditas*. 145: 58-63.
- Karatas, H. and Y. S. Agaoglu. 2010. RAPD analysis of selected local Turkish grape cultivars (*Vitis vinifera*). *Genetics and Molecular Research*. 9: 1980-1986.
- 勝山直樹・福田富幸・越川兼行. 2010. 冬春キュウリ栽培における空気膜利用技術による省エネ効果. 岐阜農技セ研報告. 10: 16-22.
- 川西孝秀・島浩二・林寛子・道園美弦・久松完. 2012. 日没の時間帯からの短時間の昇温処理がスプレーギクの生育, 開花および切り花品質に及ぼす影響. 園学研. 11: 241-249.
- 河瀬健次・松尾平. 1967. ジベレリンによるブドウ・キャンベルアーリーの摘粒省力化に関する研究. 園芸試験場報告. 5: 1-28.
- 河瀬憲次. 1996. 第1章起源・来歴および栽培・品種の歴史第3節日本の品種変遷と育種史. p. 41-55. 中川昌一監修. 日本ブドウ学. 養賢堂. 東京.
- 気象庁. 2013. 地球温暖化予測情報第8巻.  
<<http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/GWP/Vol18/pdf/all.pdf>>
- 岸光夫・田崎三男. 1960. ぶどうに対するジベレリン利用試験(第1報)デラウェアについて. 農業および園芸. 35: 381-384.
- 岸光夫. 1973. ぶどうにおけるジベレリン利用に関する研究. 農林省果樹試験場安芸津支場. 1-124.
- 小林章・岡本五郎. 1973. ブドウ・デラウェアの加温促成における地下部の加温および長日処理の効果. 農業および園芸. 48: 1229-1231.
- Kobayashi, A., N. Nii, K. Harada and K. Kadowaki. 1968a. Effects of a difference of temperature between day and

- night on the berry growth of Delaware grapes. Mem. College Agr., Kyoto Univ. 93: 35-42.
- Kobayashi, A., N. Nii, K. Harada and K. Kadowaki. 1968b. Favorable day and night temperature combination for the fruit growths of Delaware grapes and Satsuma oranges. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 37: 199-204.
- 小林一奈・倉藤祐輝・中島康夫・大塚真史・小野俊朗. 2009. 隔日変夜温管理されたブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’の開花期までの新梢生長および果粒軟化期までの果粒肥大の様相. 近畿中国四国農研. 14: 93-96.
- 小林和司・武井和人・菊島昭子. 2006. ジベレリンとホルククロルフェニユロンの混合液 1 回処理によるブドウ‘ピオーネ’の種なし栽培技術. 山梨果試研報. 11: 35-42.
- Kobayashi, N., T. Horikoshi, H. Katsuyama, T. Handa and K. Takayanagi. 1998. A simple and efficient DNA extraction method for plants, especially woody plants. Plant Tissue Cult. Biotech. 4: 76-80.
- Kocsis, M., L. Jaromi, P. Putnoky, P. Kozma and A. Borhidi. 2005. Genetic diversity among twelve grape cultivars indigenous to the Carpathian Basin revealed by RAPD markers. Vitis. 44: 87-91.
- 高馬 進・松岡 広. 1961. デラウェアぶどうの熟期促進に及ぼすジベレリンの効果について. 島根農科大研報. 9: 40-51.
- 久保田尚浩・木村 剛・島村和夫. 1979. 12月と2月から加温したブドウ, Muscat of Alexandria 幼樹の発芽ならびに新梢生長に及ぼす地温の影響. 岡山大農学報. 53: 1-9.
- 久保田尚浩・島村和夫. 1982. ブドウ“マスカット・オブ・アレキサンドリア”の花穂の発育, 結実及び果粒の発育に及ぼす地温の影響. 岡山大農学報. 59: 11-20.
- 久保田尚浩・島村和夫. 1984. 加温時期の異なるブドウ‘マ

- スカット・オブ・アレキサンドリア’の発芽，新梢生長及び花穂発育に及ぼす地温の影響．園学雑．53: 242-250.
- 久保田尚浩・柳沢穰治・島村和夫．1987．12月から加温したブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’成木の発芽，新梢生長及び花穂発育に及ぼす地中加温の効果．園学雑．56: 16-23.
- 久保田尚浩・小池明・島村和夫．1989．ブドウ“マスカット・オブ・アレキサンドリア”の新梢生長，花穂発育および果粒肥大に及ぼす気温と地温の影響．生物環境調節．27: 39-46.
- Kubota, N. and M. Miyamuki. 1992. Breaking bud dormancy in grapevines with garlic paste. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117: 898-901.
- 倉藤祐輝・北川正史・小林一奈．2011．毎日あるいは隔日に変夜温管理されたブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’の生育期，新梢および果実成長の様相．岡山農業研報．2: 29-37.
- 倉藤祐輝．2012a. 温暖化とブドウの休眠覚醒予測について．果樹．66(1): 12-18.
- 倉藤祐輝．2012b. 加温ブドウ コスト削減に向けた省エネ技術．果樹．66(11): 8-12.
- 倉橋孝夫．2008. ブドウ‘デラウェア’のハウス栽培．P. 33-43. すぐに役立つハウス栽培新技術．農業電化協会．東京．
- 倉橋孝夫．2013a. これからの果樹管理．島根の果樹．36(1): 43-51.
- 倉橋孝夫．2013b. これからの果樹管理．島根の果樹．36(2): 43-51.
- 倉橋孝夫．2013c. これからの果樹管理．島根の果樹．36(3): 34-39.
- 倉橋孝夫．2013d. これからの果樹管理．島根の果樹．36(6): 21-26.
- 黒井伊作・白石義行・今野茂．1963. ブドウ樹の休眠打

- 破に関する研究．第1報．ガラス室栽植樹の自発休眠短縮に及ぼす石灰窒素処理の効果．園学雑．32: 175-180.
- 黒井伊作．1974．ブドウ樹の休眠中の石灰窒素処理による生育促進に関する研究．新潟大農紀要．12. 1-71.
- 黒井伊作．1985．カルシウム・シアナミド及びシアナミドがブドウ‘巨峰’の芽の休眠打破に及ぼす影響．園学雑．51: 301-306.
- Kurooka, H., S. Horiuchi, S. Fukunaga and E. Yuda. 1990. Effects of electric current on breaking bud dormancy in grapes. Bull. Univ. Osaka Pref., Ser. B. 42: 111-119.
- 黒岡 浩・堀内昭作・望岡亮介．1992．ブドウ幼木の休眠打破と萌芽後の新梢発育に及ぼす電気刺激の影響．近畿中国農研．83: 34-37.
- Lisek, J. 2010. Yielding and Healthiness of Selected Grape Cultivars for Processing in Central Poland. J. Fruit. Ornam. Plant. Res. 18: 265-272.
- Matsumoto, T., A. Ishihara, N. Abe, T. Sakurai, S. Mishima and T. Akihiro. 2015. Effects of curtain treatment of white reflection sheet on improving the coloration of berries for wine grape ‘cabernet sauvignon’ and the wine quality. Food Preserv. Sci. 41: 117-120.
- 峯村万貴・泉 克明・山下裕之・塚原一幸．2009．ブドウ新品種‘ナガノパープル’の育成経過とその特性．園学研．8: 115-122.
- 宮川 煦・竹下 修．1980．ブドウの生育に及ぼす温度の影響（第1報）一時的な高温・低温がデラウェアの生育におよぼす影響．島根農試研報．16: 42-55.
- 持田圭介・倉橋孝夫．2010．ブドウ‘デラウェア’におけるジベレリン処理方法の違いが裂果発生に及ぼす影響．園学研．9: 477-484.

- 持田圭介・牧 慎也・大西彩貴・内田吉紀・倉橋孝夫．2013．  
CPPU 処理方法の違いがブドウ‘シャインマスカット’  
の果実品質に及ぼす影響．園学研．12: 155-163．
- 望岡亮介・黒田絵美・高木理美．2012．希少糖がブドウの  
芽の休眠打破に及ぼす影響．農業生産技術管理学会誌．  
19: 19-24．
- 望月 太．1996．ブドウの催芽促進に関する研究．山梨総  
農研報．8: 1-114．
- Mohamed, H. B., M. A. Zrig, J. M. C. Geuns and H. Khemira.2014．  
Near-lethal heat treatment induced metabolic changes associated  
with endodormancy release of Superior Seedless grapevine cv.  
(*Vitis vinifera* L.) buds. Australian.J. Crop. Sci. 8: 486-494．
- Motomura, Y and Y. Hori. 1978. Exogenous gibberellin as  
responsible for the seedless berry development of  
grapes VI. Explanation of GA effects on the induction of  
seedlessness and seedless berry development varying  
with cultivars. Tohoku.J. Agri.Res.29: 111-119．
- 元村佳恵．1982．ブドウの施与したジベレリンの活性変化  
と無核果形成効果．植物の化学調節．17: 53-59．
- 森元福雄・熊代克巳．1978．薬剤処理による落葉果樹の休  
眠打破に関する研究．信州大農学部紀要．15: 1-18．
- 森山衆二．2005．密植栽培によるぶどうの単収向上対策の  
取り組み．近畿中国四国農研．6: 97-98．
- 村西三郎．1968．ブドウの結実に対するジベレリン処理の  
効果について．九州大農学芸雑．23: 225-281．
- 永原美里・持田圭介・倉橋孝夫．2007．ジベレリン前期処  
理期の違いがブドウ‘サニールージュ’の果実品質に  
及ぼす影響．園学研．6(別1): 348．
- 永田賢嗣・栗原昭夫．1982．ブドウにおけるジベレリン処理  
反応の品種間差異について．果樹試報．E4: 7-19．
- 長尾明利・佐藤充克．1999．ジベレリン散布が Riesling の  
果穂伸長に及ぼす影響．ブドウワイン学会．10: 12-19．



- Nakagawa, S. and Y. Nanjo. 1965. A morphological study of Delaware grape Berries. Jour. Jap. Soc. Hort. Sci.
- 中川昌一・堀内昭作・松井弘之・湯田英二・山田省吾・村井泰広・小松春喜. 1991. 日本原産野生ブドウの分布ならびに葉の形態学的特性. 園学雑. 60: 31-39.
- 中村怜之輔・有馬博. 1970. 地温がブドウデラウェアの樹体生長に及ぼす影響. 岡山大農学報. 35: 45-55.
- 中澤孝雄. 2016. 摘心と副梢整理. p. 61-66. 最新農業技術果樹. Vol.9. 農文協. 東京.
- Nii, N. 1986. Effects of gibberellic acid and naphthaleneacetic acid on the growth and development of peduncle and pedicel in grape *Vitis* spp. Sci. Rept. Agr. Meijo Univ. 22: 1-9.
- 農林水産省統計部. 2013. 平成25年産特産果樹生産動態等調査等  
<<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001143671>>
- 尾形凡生. 1996. 第1節生活環. p. 132-136. 中川昌一監修. 日本ブドウ学. 養賢堂. 東京.
- 尾頃敦郎・小野俊朗・村谷恵子. 2003. ブドウの新品種‘オーロラブラック’の育成. 岡山農総研報告. 21: 1-3.
- 小原均・大川克哉・三輪正幸・松井弘之. 2008. ブドウの無種子化技術. 日本ブドウ・ワイン学会. 19: 119-126.
- 岡本五郎・野田雅章. 1990. ウイルスフリーブドウ樹の生育・結実特性. 岡山大農学報. 76: 7-14.
- 奥田義二. 1987. 施設ブドウ栽培の省エネ的溫度管理法と保温法(3) デラウェア栽培の省エネ的溫度管理. 農業および園芸. 62: 1385-1392.
- 奥田義二. 1991. 第4章ブドウ. 3. 環境条件. p. 355-358. 杉浦明編著. 新編果樹園芸ハンドブック. 養賢堂. 東京.

- 奥田義二．1996．第7章特殊栽培技術第2節施設栽培．p. 395-404．中川昌一監修．日本ブドウ学．養賢堂．東京．
- 大野俊雄・佐久間信夫・足立元三．1973．ブドウのハウス栽培（3）．農業および園芸．48: 945-948．
- 大野泰司・倉橋孝夫．2005．ブドウ‘デラウェア’における加温栽培向き台木品種の選抜．園学雑．74(別2): 360．
- 大野泰司．2014．これからの果樹管理．島根の果樹．37(2): 23-30．
- Oh, Y-J. and D. Kim. 2011. Genetic relationship and identification of Korean grape cultivars using SSR markers. XIII Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics. 976: 207-213.
- 長田廣二・大江靖雄．2010．気候温暖化による農作物とその経営的対応-山梨県ブドウ作を対象にして-．農林業問題研究．179: 266-269．
- Palonen, P. and L. Lindén. 2006. Breaking dormancy in red raspberry with hot water treatment and its effects on cold hardiness. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 131: 209-213.
- Pirie, A. and M. G. Mullins. 1977. Interrelationships of sugars, anthocyanins, total phenols and dry weight in the skin of grape berries during ripening. Amer. J. Enol. Viticult. 28: 204-209.
- Potjanapimon, C., F. Fukuda and N. Kubota. 2007. Effects of various chemical and their concentrations on breaking bud dormancy in grapevines. Sci. Fac. Agr. Okayama Univ. 96: 19-24.
- ポジャナピモンチャイワット・福田文夫・久保田尚浩．2008．四倍体ブドウ7品種の芽の休眠打破に及ぼす低温遭遇量と化学物質の影響．園学研．7: 261-268．
- Reynolds, A. G., D. A. Wardle, C. Zurowski and N. E. Looney. 1992. Phenylureas CPPU and thidiazuron affect yield components, fruit composition, and storage potential of

- four seedless grape selections. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 85-89.
- Sato, A., H. Yamane, N. Hirakawa, K. Otake and M. Yamada. 1997. Varietal differences in the texture of grape berries measured by penetration tests. *Vitis* 36: 7-10.
- Sato, A., M. Yamada, H. Iwanami and N. Mitani. 2004. Quantitative and instrumental measurements of grape flesh texture as affected by gibberellic acid application. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 73: 7-11.
- 佐藤 守・岡田初彦・小野勇治・国澤高明・佐久間宣昭・松野英行・山家弘士. 2009. 四倍体無核ブドウ新品種‘あづましずく’. 福島農総研報告. 1: 11-20.
- 嶋 雅康・田村茂之・稲部善博・野島重典・高山典雄. 2006. ブドウ新品種‘ルビーロマン’. 石川農総研報告. 27: 33-36.
- 島根県. 1996. ハウスぶどう（デラウェア）の栽培指針. p. 1-68.
- 島根県・JA全農島根県本部. 2006. 果樹栽培指針. p. 1-49.
- 島根県農業技術センター. 2012. ぶどう養液土耕栽培導入の手引き. p. 1-55.
- 島根県農業協同組合. 2016a. 平成28年産島根ぶどう取引協議会資料. p. 1-35.
- 島根県農業協同組合. 2016b. 島根ぶどう共販60周年記念生産者大会. p. 1-64.
- 島根県農林水産部. 2013. 農業経営指導指針. p. 538.
- 清水 武. 1980. ブドウ（デラウェア）のマンガン欠乏について. 大阪農技セ研報. 17: 59-66.
- 清水 武・平野隆生・段 正幸・奥田義二. 1985. 土壌環境がブドウの養分欠乏の及ぼす影響. 生物環境調節. 23: 67-75.
- Shiozaki, S., X. Zhuo, T. Ogata and S. Horiuchi. 1998. Involvement of polyamines in gibberellin induced

- development of seedless grape berries. *Plant Growth Regul.* 25: 187-193.
- 白石眞一・熊同銓・白石美樹夫・北崎真紀子. 1996. ブドウ栽培品種の光合成速度に及ぼす温度の影響. *九州大農学芸誌*. 51: 9-16.
- Stewart, C. N. and E.V. Laura. 1993. A rapid CTAB DNA isolation technique useful for RAPD fingerprinting and other PCR applications. *Biotechniques*. 14: 748-750.
- Stock, D. and P. J Holloway. 1993. Possible mechanisms for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals. *Pesticide Science*. 38: 165-177.
- 杉浦明. 1969. ジベレリン処理によるブドウ有核品種の無核化作用について. *植物の化学調節*. 4: 63-67.
- Sugiura, A and A. Inaba. 1966. Studies on the mechanism of gibberellin-induced seedlessness of Delaware grapes. I. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 35: 233-241.
- 杉浦俊彦・本條均. 1997. ニホンナシの自発休眠覚醒と温度の関係解明およびそのモデル化. *農業気象*. 53: 285-290.
- 杉浦俊彦・伊藤大雄・黒田治之・本條均. 2003. ニホンナシ混合芽の自発休眠覚醒を抑制する温度条件について. *農業気象*. 59: 43-49.
- Sugiura, T., H. Sugiura and H. Honjo. 2006. A developmental rate model to simulate the endodormancy completion in flower buds of 'Satonishiki' sweet cherry. *Acta Horticulture*. 707: 175-180.
- 杉浦俊彦・黒田治之・杉浦裕義. 2007. 温暖化がわが国の果樹生育に及ぼしている影響の現状. *園学研*. 6: 257-263.
- 杉浦俊彦・杉浦裕義・阪本大輔・朝倉利員. 2009. 温暖化が果樹生産に及ぼす影響と適応技術. *地球環境*. 14: 207-214.

- 杉浦俊彦・阪本大輔・朝倉利員・杉浦裕義．2010．モモ‘白鳳’の花芽における温度と自発休眠覚醒効果との関係．農業気象．66: 173-179．
- 鈴木寛之・菅沼健二．2002．ジベレリン1回処理による「巨峰」の種なし化技術．愛知農総試研報．34: 127-132．
- 高木伸友・井上襄吉．1982．ブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’の生育に及ぼすガラス室内温度条件の影響．園学雑．50: 445-453．
- 高橋国昭．1986．ブドウの適正収量に関する研究．島根農試研報．21: 1-104．
- 高山智子・石川貴之・近藤恵美子．2015．日没後の短時間昇温処理（EOD-heating）による鉢花・花壇苗の省エネ栽培技術の開発．埼玉農総研報告．14; 44-47．
- Takahashi, M., M. Taniwaki., N. Sakurai., T. Ueno and H. Yakushiji. 2010. Changes in berry firmness of various grape cultivars on vines measured by nondestructive method before and after veraison. J. Japan Soc. Hort. Sci. 79: 377-383.
- 竹村圭弘・黒木克翁・間奈月・前田香那子・岸本真幸・田村文男．2014．明期終了時の遠赤色光照射処理および昇温処理がトルコギキョウの生育に及ぼす影響．園学研．13: 255-260．
- 竹下修・沢田真之輔・高橋国昭・村上英行・多久田達雄・梅野利雄・上野良一・石井卓爾・河野良洋．1984．ジベレリン処理デラウェアの着色障害に関する研究．島根農試報告．190: 1-71．
- 多久和雄輔．2016．砂丘地ブドウの現状と課題．日本砂丘学会第62回全国大会要旨集．30-35．
- 田村文男・田辺賢二・伴野潔・池田隆政．1993．ニホンナシ‘二十世紀’の芽の休眠打破に及ぼす高温処理の影響．園学雑．62: 41-47．
- Thomas, M. R. and N. S. Scott. 1993. Microsatellite repeats

in grapevine reveal DNA polymorphisms when analyzed as sequence-tagged sites (STSs). Theor. Appl. Genet. 86: 985-990.

- 梶野 康行・大野 泰司・笹川 悦世・姫宮 雅美． 2010． 加温栽培‘デラウェア’における地表面への空気マルチが燃料節減と新梢生育に及ぼす影響．園学中四国支部．49: 12.
- 梶野 康行・内田 吉紀． 2013． 加温栽培‘デラウェア’における隔日変夜温管理が生育期，果実品質および燃料消費量に及ぼす影響．園学研．12（別1）: 267.
- 梶野 康行． 2016a． 休眠と発芽促進． p. 129-132． 最新農業技術果樹． Vol.9． 農文協． 東京．
- 梶野 康行． 2016b． 結実促進剤の利用． p. 139-142． 最新農業技術果樹． Vol.9． 農文協． 東京．
- 梶野 康行・安田 雄治・松本 敏一・竹村 圭弘・田村 文男． 2016c． EOD加温が早期加温栽培ブドウ‘デラウェア’の生育，果実品質および燃料消費量に及ぼす影響．園学研．15（別2）: 128.
- 東部 光伸・望岡 亮介・堀内 昭作・尾形 凡生・塩崎 修志・黒岡 浩． 1998． ブドウの芽の高温による休眠打破時のACCとグルタチオンの役割．園学雑．67: 897-901.
- 常盤 秀夫・水野 由美子． 2010． 外張，内張空気膜二重構造ハウスによるイチゴ促成栽培の省エネ効果．東北農業研究．63: 155-156.
- 辻村 裕次・埜田 和史・北原 照代． 2011． ブドウ果房管理作業における負担の実態．日農医誌．60: 1-16.
- 宇土 行伸・小林 和司・齋藤 典義・三森 真里子． 2007． ブドウ花穂への早期ジベレリン処理が花穂の伸長と着粒密度に及ぼす影響．園学研．6（別2）: 154.
- 植田 尚文・菅野 繁樹・内藤 隆次． 1978． ジベレリン処理デラウェアの開花前摘心が新しょうの生育，着果および果房の発育に及ぼす影響．島根大農研報告．12: 7-11.
- 植原 宜紘． 2012． 各品種の栽培上の特性． p. 118-118 の 4.

農業技術体系果樹偏 2 ブドウ . 追録第 27 号 . 農文協 . 東京 .

Watanabe, k., E. Nishihara., S. Watanabe., T. Tanaka., k. Takahashi and Y. Takeuchi. 2006. Enhancement of growth and fruit maturity in 2-year-old grapevines cv. Delaware by 5-Aminolevulinic acid. Plant Growth Regul. 49: 35-42

山田昌彦・山根弘康・佐藤明彦・平川信之・岩波 宏・吉永勝一・小澤俊治・三谷宣仁・白石美樹夫・吉岡美加乃・中島育子・中野正明・中畝良二 . 2008 . ブドウ新品種 ‘シャインマスカット’ . 果樹研報 . 7: 21-38 .

山本孝司 . 1988 . 施設ブドウ栽培の省エネ的溫度管理法と保温法 ( 7 ) 山陰地方のブドウ栽培における地中熱および水熱利用 . 農業および園芸 . 63: 537-542 .

山本孝司 . 1994 . ブドウの補光栽培と CO<sub>2</sub> 施用技術 , 巨峰 , デラウェアを中心に . 1994 . 農業および園芸 . 69: 487-492 .

山本孝司・大野泰司 . 2003 . 加温栽培 ‘デラウェア’ の棚上・棚下カーテンによる燃料節減効果 . 園学中四国支部 . 42: 13 .

山本善久 . 2010 . 卸売市場における島根県産デラウェアの動向と農家の対応策 . ぶどう産地再編における課題と今後の展開方向 . p. 3-17 .

Yamamura, H. and R. Naito. 1983. The surface wax of several grapes in Japan. J. Japan Soc. Hort. Sci. 52: 266-272.

安田雄治 , 2016 . 砂丘地ブドウの現状と課題 . 日本砂丘学会第 62 回全国大会要旨集 . 36-37 .

安田雄治・小豆沢 齊 . 2000 . 水気耕栽培における根圏溫度がブドウ ‘巨峰’ の生育に及ぼす影響 . 植物工場誌 . 12: 53-60 .

## Summary

The growing area of 'Delaware' grapes under forced condition has been markedly reduced in Shimane prefecture. Therefore, it is very important to develop technique that reduce work effort and agriculture expense for maintaining production region. The purpose of study is to establish technique for energy/labor-saving on 'Delaware' grapes under forced condition .

### 1. Effect of high temperature on budbreak of 'Delaware' grapevines

The effects of high-temperature treatment for enhancing budbreak in 'Delaware' grapes grown under forced conditions in Shimane Prefecture were investigated. Cuttings (10 cm) with one bud each were treated with high temperature at 35°C and 40°C in November, December, and January. Treatments for 48 h at 35°C and 24-48 h at 40°C led to a significantly higher budbreak rate than in controls (23°C 12 h-L/18°C 12 h-D). Additionally, the number of days required for budbreak (NDRB) increased when treated at 25°C in November and December compared to treatments at 30°C in November and 35°C in December. On the other hand, NDRB for 24 and 48-h treatments in December and January were lower than for 8-h treatments. Treatment at 40°C also resulted in a lower NDRB than that at 35°C, where the NDRB with intermittent treatment (heating for 4 h/d) was higher than that with continuous treatment. The NDRB on treatment at 25°C in November and December was higher than on treatment at 30°C in November or 35°C in December. NDRB with 24-h treatment was also higher than that with 48 and 64-h treatments in November. Lastly, the NDRB was lower if the high-temperature treatment was performed for longer. These results suggest that high-temperature treatments may promote budbreak and may also be dependent on the exposure period and temperature.

Mature trees were treated for 40 hours at 35°C using a gas heater according to the month (November and December) along with two pasting treatments with cyanamide. The most effective treatment to improve the germination rate and uniformity of budbreak was a combination of high- temperature treatment for 40 hours at 35°C in mid-November and two pasting treatments with cyanamide in late-November and early-December.



## 2. Development of new time-dependent temperature management on every other day for the purpose of fuel reduction

I investigated the effect of time-dependent temperature management on every other day (TTMD) on the growth and berry quality of ‘Delaware’ grapes under forcing culture from January to May in order to reduce the fuel consumption. This method involved lowering the standard temperature setting for forcing (control) by 5°C on alternate days. Grapevines that were grown under TTMD at night exhibited no significant differences in development (veraison, maturity), leaf color, or berry growth and quality compared with the control. However, fuel oil consumption was reduced by 8%. Grapevines that were grown under TTMD during the day showed no difference in developmental period of berries and leaf color compared with the control. However, they showed lower levels of berry growth than the control from 14 days after the TTMD treatment to maturity; furthermore, they showed lower cluster and berry weights than the control. Therefore, it was concluded that TTMD is a suitable option for viticulturists if used at night from the time of berry set until the end of forcing.

## 3. Development of long-term heat insulation as substitute for heating for the purpose of fuel reduction

I studied the effects of an indoor method of growing grape (*Vitis labrusca*) cultivar ‘Delaware’ on fruit growth and quality as well as the amount of oil consumed for heating. The method involves insulating the ground with agricultural film starting in late December and continuing for 46 days after budbreak (long-term heat insulation). The average temperature in the plastic greenhouse under long-term heat insulation was lower than that under conventional cultivation, in which heating is begun after 4 days of insulation. Budbreak under long-term heat insulation was observed starting on February 4<sup>th</sup>, 2016, and the rate of budbreak exceeded 75% 8 days later on February 12<sup>th</sup>. In contrast, budbreak under conventional cultivation began on January 28<sup>th</sup>, and the rate of budbreak reached 75% 11 days later on February 8<sup>th</sup>. The average diameter of the berries under conventional cultivation was initially greater than the average of those under long-term heat insulation, but the difference disappeared as the berries reached maturity. Under the long-term heat insulation treatment, which had a lower cumulative temperature, the berries’ sugar content was notably lower and acidity had increased remarkably compared with fruits under conventional cultivation. A-type heavy oil

consumption with the long-term heat insulation was 5,658 L per 1,000 m<sup>2</sup>, which was approximately 47% less than the amount needed with conventional cultivation (10,688 L). These results indicate that long-term heat insulation starting in late December achieves uniform budbreak and consumes less fuel than the conventional method.

#### 4. Characteristics of the big berry strain ‘Delaware’ grapes and improvement of gibberellin application

A comparison study between a big berry strain of *Vitis labruscana* Bailey cv. ‘Delaware’ and normal ‘Delaware’ for fruit quality characteristics with double gibberellin application (GA) was performed. The fruit clusters and berry weights of the big berry strain were significantly higher than those of the normal ‘Delaware’. In contrast, the fruit color chart value, surface wax adhesion level, soluble solids content, and titratable acid contents were lower. However, these characteristics did not pose a problem for shipment. Furthermore, there were no significant difference in the maximum force of berries between the big berry strain and normal ‘Delaware’.

The effects of the timing of the first application of double GA on fruit qualities were investigated at various stages (five, six, seven, and eight-leaf) to determine the possibility of expanding the window during which the first application of GA can be carried out. The results indicated that earlier application times (six and seven-leaf stages) produced almost the same fruit qualities as application at the conventional time (the eight-leaf stage), with clusters that were not excessively tight.

In this work, I investigated the effects of a single GA on the big berry strain. The single GA during grape production instead of the typical double GA resulted in decreased labor time and reduced agrochemical use. I observed no significant difference in the effects of one or two GAs on each growth stage, length of rachis, and maximum force. The quality of the big berry strain with a single GA was similar to that of the normal ‘Delaware’ fruits after double GA. Furthermore, the surface wax adhesion level was significantly higher in the big berry strain. These results indicate that a single GA treatment of big berry strain may produce highly marketable grapes. Based on the stability of the growth effects and the cost of the hormone, I consider 200 ppm to be the ideal concentration for GA.

## 学会誌公表論文リスト

### 第 2 章

梅野康行・小室正夫・倉橋孝夫・松本真悟・内田吉紀・松本敏一．2016．‘デラウェア’休眠芽の発芽促進に及ぼす高温処理の効果．園学研．15巻1号

### 第 3 章

梅野康行・内田吉紀・安田雄治・倉橋孝夫・松本敏一．2016．加温栽培‘デラウェア’の隔日変温管理方法が生育と果実品質に及ぼす影響．園学研．15巻4号

## 謝 辞

本論文の取り纏めに当たり、御多忙中にもかかわらず懇切なるご指導とご校閲を賜った島根大学生物資源科学部教授松本敏一博士に深く感謝申し上げます。終始有益な御助言と御指導を賜りました島根大学生物資源科学部教授松本真悟博士，山口大学大学院創成科学研究科教授山本晴彦博士，鳥取大学農学部教授田村文男博士，島根大学生物資源科学部准教授中務明博士に深く感謝申し上げます。終始有益なご助言を賜りました島根大学生物資源科学部助教城惣吉博士に深く感謝申し上げます。

本研究の遂行に当たり終始適切な御指導と激励をいただいた島根県農業技術センター栽培研究部部長倉橋孝夫博士，同部果樹科科長安田雄治氏，元同科科長内田吉紀氏，同センター資源環境研究部土壌環境科藤本順子博士に厚くお礼申しあげます。島根県農業技術センター栽培研究部果樹科専門研究員大畑和也氏には様々な御助言をいただき，深く感謝申し上げます。

第2章の高温処理については島根県農林大学校企画幹小室正夫氏，第3章の遺伝子解析については島根県農業技術センター資源環境研究部特産開発科専門研究員杉山万里氏に御指導いただき，厚く御礼申し上げます。さらに，研究材料の収集および研究助言について，農林水産部農産園芸課企画員大野泰司氏，島根県東部農林振興センター出雲事務所専門農業普及員持田圭介博士，島根県農業技術センター技術普及部果樹技術普及課専門農業普及員梶谷則之氏に協力いただき，御礼申しあげます。

島根県東部農林振興センター持田守夫所長および島根県農業技術センター吉田政昭所長には御理解と御配慮をいただき，心より感謝申し上げます。

元鳥取大学教授高橋国昭博士，元島根県農業技術センター栽培研究部部長小豆澤 斉博士，元同部部長山本孝司氏

には，ブドウの研究手法について長年御指導いただき深く感謝申し上げます．

本研究実施に当たり，島根県農業技術センター栽培研究部果樹科主任森脇永高氏，同科主任明正吉夫氏，同科主任岩井保治氏、同部花き科主任引野誠治氏には研究施設の準備や栽培管理面で御協力をいただき，御礼申し上げます．

島根県農業技術センター栽培研究部果樹科研究員高橋利幸氏，同科研究員都間三鶴氏，同科研究員川上裕也氏，同科研究員坂本太智氏にはご理解と多くの協力をいただいた．さらに，島根県農業技術センター栽培研究部果樹科の職員や嘱託，日々雇用の皆さんにも調査等の協力をいただいた．これらの方々に深く感謝の意を表します．