

島根農技研報

Bull. Shimane
Agric. Tech. Cent.

ISSN 0388-905X

BULLETIN
OF THE
SHIMANE AGRICULTURAL TECHNOLOGY CENTER
NO. 48
March 2021

島根県農業技術センター研究報告

第 48 号

令和3年3月

SHIMANE AGRICULTURAL TECHNOLOGY CENTER
IZUMO, SHIMANE, 693-0035, JAPAN

島根県農業技術センター

島根県出雲市

島根県農業技術センター研究報告 第48号 (令和3年3月)

目 次

報 文

- 集落営農法人の野菜作導入事例における人材確保手法と経営指標
..... 竹山孝治・山本善久1
- 水生ミミズ類による土壌堆積作用のほ場内評価方法の検討
および雑草発生に及ぼすその影響
..... 安達康弘・角 菜津子・田中 亙
月森 弘・小塚雅弘 17
- ブドウ'シャインマスカット'における環状はく皮,
スコアリング処理時期が糖度上昇に及ぼす影響
..... 持田圭介・都間三鶴・高橋利幸 27
- カキわい性台木'豊楽台'の緑枝挿しによる増殖法の検討
..... 倉橋孝夫・大畑和也 37
- 島根県オリジナルアジサイ'銀河'の育成とその特性
..... 女鹿田博之・加古哲也・清水由佳
春木和久・北川 優・近重克幸
持田耕平・神門卓巳・石井満彦 47

特別研究報告

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
..... 梅野康行 57

他誌掲載論文リスト

島根県農業技術センターに所属する職員が著者となり、他誌に掲載された論文一覧
(2020年4月～2021年3月発行分) 119

CONTENTS

Original Research Articles

- Kouji Takeyama and Yoshihisa Yamamoto :
The Methods of Recruitment of Human Resources and a Business Analysis Index for
Group Farming Corporations in Vegetables Production 1
- Yasuhiro Adachi, Natsuko Kado, Wataru Tanaka,
Hiromu Tsukimori and Masahiro Ozuka :
Evaluation Method for Soil Sedimentation by Aquatic Oligochaetes
and Influence on Reduction of Weeds in Paddy Fields 17
- Keisuke Mochida, Mitsuru Tsuma and Toshiyuki Takahashi :
Influence of Girdling and Scoring Timing on Sugar Content of 'Shine Muscat' Grapes
..... 27
- Takao Kurahashi and Kazuya Ohata :
Investigation of Propagation of Dwarfing Persimmon Rootstocks, 'Hourakudai',
using Softwood Cuttings 37
- Hiroyuki Mekada, Tetsuya Kako, Yuka Shimizu, Kazuhisa Haruki,
Masaru Kitagawa, Katsuyuki Chikashige, Kohei Mochida,
Takumi Kando and Mitsuhiko Ishii :
Breeding and Characteristics of New Hydrangea Cultivar 'Ginga'
..... 47

Special Bulletin

Yasuyuki Togano :

Agro-Physiological studies on the energy/labor-saving technique on

'Delaware' grapevines under forced condition

..... 57

List of papers published in external journals

List of papers published in external journals written by the researchers of Shimane
Agricultural Technology Center (published from April 2020 to March 2021)

..... 119

集落営農法人の野菜作導入事例における人材確保手法と経営指標

竹山孝治¹⁾・山本善久¹⁾

The Methods of Recruitment of Human Resources and a Business Analysis Index for Group Farming Corporations in Vegetables Production

Kouji Takeyama and Yoshihisa Yamamoto

I 緒言

島根県内には2018年3月末で641の集落営農組織が設立され、このうち235組織が法人化されている。しかし、高齢化の進行による農地維持機能の低下が大きな問題となっており、特に中山間地域の集落営農法人においては、構成員の高齢化や不在地主の増加などにより畦畔除草困難水田を抱える法人が増えている。また、2014年の米価の暴落による価格低迷や、2018年の米の直接支払交付金（@7,500円/10a）廃止などにより水稻部門の収益性が悪化している。そのため、地域資源を活用した持続可能な経営体としての多業型集落営農法人の育成と、人材確保手法の提示が大きな課題となっている。

島根県農業技術センターでは、基礎的研究課題「多業型集落営農法人の類型区分と経営指標の提示」（2017~2019年）の中で、園芸品目や農産加工を導入している多業型集落営農法人の人材確保手法に着目し、構成員専従方式の園芸品目導入事例、月給制雇用方式の園芸品目導入事例、雇用就農型法人の農産加工導入事例、餅加工中心の農産加工導入事例、水稻育苗ハウス利用の園芸導入事例の5類型に区分した。そして、類型ごとの取り組み内容の特徴を調査した結果、中山間地域の20ha規模の集落営農法人にお

いて構成員専従方式や月給制雇用方式によって本格的な野菜生産に取り組む動きがみられた。

そこで、60歳代の法人構成員を中心に法人の専従者に据えて野菜生産に取り組む2法人と、月給制雇用方式によって新たな人材を集落内外から確保して野菜生産に取り組む2法人を対象に聞き取り調査を行い、野菜部門の出役状況を明らかにした。また、集落営農評価システム（竹山, 2013a）による経営発展度と地域貢献度を算出するとともに、構成員専従方式と月給制雇用方式の野菜作導入法人における経営指標について検討し、若干の知見を得たので、ここに報告する。

これらの調査の実施に協力頂いた集落営農法人の役員の方々をはじめ、農林振興センター農業普及部の担当者各位に深く感謝の意を表す。

II 調査方法

県内の中山間地域において構成員専従方式や月給制雇用方式によって本格的な野菜生産に取り組んでいる4法人を調査対象とし、2017年12月~2018年3月に各法人の役員へ聞き取り調査を行うとともに、2019年3月~6月にかけて補足調査を行った。

1) 島根県農業技術センター

本調査では、第1に、構成員専従方式と月給制雇用方式の野菜作導入法人の組織概要を含めた法人経営の全体把握を通じて、保有労働力や賃金を明らかにするとともに、構成員専従者と雇用就農者の出役状況や部門別出役比率などを整理した。第2に、集落営農評価システムによる経営発展度と地域貢献度を算出するために、法人売上高や構成員還元額などを把握するとともに、農地維持・経済維持・生活維持・人材維持の取り組みの特徴について検討した。第3に、野菜作を中心とする園芸売上高、経営多角化度合い、出役賃金比率など野菜作導入法人の経営指標の提示に向けた数値を整理した。また、補足調査では、経営指標の提示に向けて、園芸売上高、経営多角化度合い、出役賃金比率などの推移を把握した。

Ⅲ 調査結果

1 調査対象法人の経営概要と保有労働力

構成員専従方式の野菜作導入法人における経営概要と保有労働力は、表1のとおりである。調査対象とした2法人の経営面積は、いずれも20ha前後であり、2017年の野菜部門の栽培面積は、A法人が236a（うちハウス4a）、B法人が60a（うちハウス18a）であった。調査対象の2法人では、いずれも水稲栽培を行っており、農産加工部門や原木シイタケなどにも取り組んでいる。

2法人の野菜部門における主な栽培品目についてみると、A法人では、主力品目の白ネギ・ナ

スのほか、産直市向けのレタス・カリフラワー・ハクサイ・スイートコーン・キャベツ・タマネギ・野菜苗などの多品目野菜の生産に取り組んでいる。このうち、主力品目の白ネギ・ナスはJA出荷が9割近くを占めている。そして、野菜部門売上高のうち産直市での売上は約2割となっている。

B法人では、ハウス野菜のアムスメロン・ピーマン・ホウレンソウ・ミニトマト・アスパラガスなどのほか、露地野菜のトウガラシ・スイートコーン・ニンニク・タマネギ・ダイコン・キュウリ・ナス・サトイモ・ショウガなど多品目野菜の生産に取り組んでおり、20種類近くの野菜をJA直売所や道の駅などで販売している。

構成員専従方式の2法人における野菜部門の専従者については、60歳代の法人構成員を中心にA法人が7名、B法人が6名であった。また、野菜部門における出役賃金単価（平均時給）については、A法人が916円、B法人が945円であった。

A法人における専従者は7名（男性6名、女性1名）であり、男性6名の平均年齢は67歳、女性1名（従業員）は50歳代である。野菜部門の担当については、白ネギが2名、ナスが2名、その他野菜が3名であり、専従者1人当りの年間出役時間は約1,200hrである。A法人における白ネギの収穫・調製作業は、総勢10名（根切り1名、皮むき3名）で行っており、午前中の作業としている。また、ナスの収穫・調製作業は、総勢5～7名で対応している。

B法人における専従者は6名（男性3名、女性

表1 構成員専従方式の野菜作導入法人における経営概要と保有労働力（2017年）

	A法人	B法人
野菜部門	栽培面積236a（うちハウス4a） 白ネギ・ナス：JA出荷9割 多品目野菜：産直市向け	栽培面積60a（うちハウス18a） 多品目野菜：JA直売所・道の駅
水稲部門	うるち米，酒米，もち米	うるち米，酒米，もち米
その他部門	農産加工（餅，弁当，煎餅） 原木シイタケ	農産加工（餅，煎餅，梅干し等） 原木シイタケ，そば
労働力	専従男性6名（平均67歳） 専従女性1名（50歳代） 白ネギ総勢10名，ナス総勢5～7名	専従男性3名（平均68歳） 専従女性3名（平均69歳） 野菜女性2名，研修生2名
賃金単価	平均時給916円	一般作業時給945円
特記事項	専従女性1名は従業員 多品目野菜出荷担当1名	専従男性はオペレーター 野菜女性5名中3名が専従

竹山・山本：集落営農法人の野菜作導入事例における人材確保手法と経営指標

3名)であり、男性の平均年齢は68歳、女性の平均年齢は69歳である。このうち、男性の専従者は、オペレーター8名のうちの3名であり、男性専従者1人当りの年間出役時間は約2,000hrである。一方、女性の専従者は、野菜栽培に従事している女性5名のうちの3名であり、女性専従者1人当りの年間出役時間は約1,200hrである。また、法人では研修生2名の受け入れも行っており、野菜部門は女性5名+男性3名+研修生2名の合計10名体制で多品目野菜の生産に取り組んでいる。

月給制雇用方式の野菜作導入法人における経営概要と保有労働力は、表2のとおりである。調査対象とした2法人の経営面積は、いずれも20ha前後であり、2017年の野菜部門の栽培面積は、C法人が150a、D法人が43aであった。このうち施設園芸用ハウスの面積は、C法人が24a、D法人が43aであり、C法人では露地野菜も栽培している。調査対象の2法人では、いずれも水稲栽培を行っており、C法人では飼料用米、D法人では稲WC Sの生産にも取り組んでいる。また、C法人では各種作業受託、D法人ではそば生産にも取り組んでいる。

野菜部門における主な栽培品目についてみると、C法人の施設園芸では、夏場はトマト・キュウリなどの果菜類、冬場はワサビナ・アイスプラントなどの葉菜類を中心に栽培している。露地野菜では、コリンキー・食用ホオズキなどの珍しい野菜をはじめ、ヤーコン・タラノメのほか、ワラビ・コゴミ・ウルイなどの山菜もあり、施設と露地を含めて約70種類の多品目野菜を栽培して

いる。多品目野菜の販路は、JA直売所が約90%を占めているが、残りの10%は地元の道の駅にあるレストランへ販売している。

D法人では、施設園芸のハウレンソウを中心に、花き(小菊・葉ボタン)の栽培にも取り組んでいる。主力のハウレンソウは、200g入り専用袋(1ケース15袋で3kg)で地元市場へ出荷している。

月給制雇用方式の2法人における雇用就農者については、両法人とも3名であった。月給の水準は、他産業を参考に設定されており、初任給は155千円~175千円ぐらいであったが、経験年数などによって若干差をつけている。また、野菜作に出役している女性の時間給については、800円~900円であった。

C法人における月給制の雇用就農者は、20歳代~30歳代の男性3名である。雇用就農者3名のうち1名が野菜部門を担当し、2名が主に水稲部門を担当している。また、法人の専従理事1名は、主に野菜部門に出役しながら、水稲部門の段取りも行っている。野菜作の労働力については、野菜担当の雇用就農者1名と専従理事1名のほか、補助的労働力の女性3名と主に水稲担当の雇用就農者2名を加えた総勢7名である。

D法人における月給制の雇用就農者は、20歳代~30歳代の男性3名である。D法人では、作物別の生産管理責任者(主担当)を法人理事4名が分担しており、副担当は雇用就農者3名が分担している。雇用就農者3名の業務分担についてみると、1名が水稲とハウレンソウ、1名が稲WC Sと花き、1名がそばの副担当をしている。

表2 月給制雇用方式の野菜作導入法人における経営概要と保有労働力(2017年)

	C法人	D法人
野菜部門	栽培面積150a(うちハウス24a) 多品目野菜:山菜を含めて約70種類 JA直売所・道の駅レストランへ出荷	栽培面積43a(うちハウス43a) ハウレンソウ中心、花き(小菊等) 地元市場へ出荷
水稲部門	うるち米(コシヒカリ) 飼料用米4.3ha	うるち米・酒米・もち米 稲WC S6.1ha
その他部門	各種作業受託	そば
労働力	雇用就農者3名、専従理事1名 野菜作総勢7名	雇用就農者3名、法人理事2名 野菜作総勢9名
賃金単価	雇用就農者:月給 野菜作の女性時給800円	雇用就農者:月給 野菜作の女性時給900円
特記事項	主に野菜担当1名、主に水稲担当2名 専従理事は主に野菜担当	部門別主担当は理事、副担当は雇用就農者 野菜収穫は雇用就農者3名全員

雇用就農者3名は、いずれもオペレーター作業を行うとともに、ハウレンソウの収穫作業も行っている。野菜の労働力は、雇用就農者3名と法人理事2名に臨時雇用の4名を加えた総勢9名である。

2 野菜部門における構成員専従者と雇用就農者の出役状況

1) 構成員専従者の野菜部門における出役状況

A法人の野菜部門における専従者7名(男性6名,女性1名)の年間出役時間は、表3のとおり合計8,440hrであり、1人当たりでは1,205hrであった。専従者7名の年間出役時間を品目別にみると、白ネギが3,656hr、ナスが2,425hr、その他野菜が2,059hr、畦畔除草が300hrであり、主力の白ネギとナスで72%を占めている。なお、A法人の野菜部門における専従者以外の出役時間は1,597hrであり、専従者7名の出役時間を加えた総出役時間は10,037hrとなり、専従者7名の出役時間比率は84%であった。

B法人における専従者6名(男性3名,女性3名)の部門別出役比率は、表4のとおりであ

た。このうち、男性専従者1人当たりの年間出役時間は2,000hrであり、部門別出役比率は野菜50%、水稲40%、加工10%と見込まれ、野菜部門における男性3名の出役時間合計は3,000hrとなった。また、女性専従者1人当たりの年間出役時間は1,200hrであり、部門別出役比率は野菜90%、加工10%と見込まれ、野菜部門における女性3名の出役時間合計は3,240hrとなった。その結果、B法人の野菜部門における専従者6名の出役時間は6,240hrに達し、野菜部門の比率は65%であった。

2) 月給制の雇用就農者の部門別出役状況

C法人における月給制の雇用就農者3名のうち1名が主に野菜部門を担当し、2名が主に水稲部門を担当しており、部門別出役比率については、表5のとおりである。

C法人における野菜担当の1名は、野菜部門の比率が95%と高く、水稲部門は播種作業(4回×半日)のみの1%であった。野菜部門の中では、春・夏・秋がハウスと露地が50%ずつであるのに対し、冬場はハウスが中心であり、年間

表3 A法人の野菜部門における専従者7名の年間出役時間(2017年)

	出役時間	出役比率	備考
白ネギ	3,656hr	43.3%	栽培面積70.9a
ナス	2,425hr	28.7%	栽培面積48.5a
その他野菜	2,059hr	24.4%	多品目野菜, 原木シイタケ・花き(アスター)を含む
畦畔除草	300hr	3.6%	畦畔除草困難水田の早朝(午前6時~9時)一斉草刈
(合計)	8,440hr	100.0%	

表4 B法人における専従者6名の部門別出役比率(2017年)

	男性専従者3名	女性専従者3名	専従者6名	備考
	出役時間(比率)	出役時間(比率)	出役時間(比率)	
野菜部門	3,000hr(50%)	3,240hr(90%)	6,240hr(65%)	ハウス野菜+露地野菜
水稲部門	2,400hr(40%)	-(-)	2,400hr(25%)	
加工部門	600hr(10%)	360hr(10%)	960hr(10%)	餅の実演販売を含む
(合計)	6,000hr(100%)	3,600hr(100%)	9,600hr(100%)	

表5 C法人における月給制の雇用就農者の部門別出役比率(2017年)

	C1	C2	C3	3名平均	備考
	野菜担当	水稲担当	水稲担当		
野菜部門	95.0%	12.0%	12.0%	39.7%	C1は通年, C2・C3は収穫など一斉作業
水稲部門	1.0%	60.0%	60.0%	40.3%	3月上旬~10月上旬, C1は播種作業のみ
農地等維持	4.0%	28.0%	28.0%	20.0%	草刈・陰切り・落葉収集など
(合計)	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

竹山・山本：集落営農法人の野菜作導入事例における人材確保手法と経営指標

ではハウスが約6割、露地が約4割と見込まれる。また、草刈・陰切り・落葉収集などの農地等維持（環境整備）が4%であった。

C法人における水稲担当2名の水稲部門の比率は60%（約150日）と見込まれる。水稲作業終了後の10月中旬～2月下旬にかけては、草刈・陰切り・落葉収集などの農地等維持（環境整備）が28%（約70日）、野菜部門での一斉作業（収穫など）が12%（約30日）と見込まれる。その結果、C法人における月給制の雇用就農者3名の平均でみると、野菜部門が39.7%、水稲部門が40.3%、農地等維持が20.0%となった。

D法人における月給制の雇用就農者3名は、水稲・稲WC S・そばのオペレーター作業を行うとともに、野菜（ハウレンソウ）の収穫作業も行っており、部門別出役比率については、表6のとおりである。

D法人における部門別出役比率については、3名とも大差はなく、平均値でみると、野菜部門が35.0%、水稲部門が30.6%、農地等維持が11.2%、稲WC Sが6.7%、そばが4.5%、その他が12.0%となった。このうち、野菜部門については、ハウレンソウの収穫作業が中心であるが、月給制の雇用就農者3名が一緒になって一気に作業することによって作業効率が高まるとしている。農地等維持については、地主が畦畔除草への対応が困難となった水田6.7ha分の畦畔除草を年4回行っており、地主に支払っていた10,000円/10a（6.7haで67万円）の再委託費が雇用就農者の賃金部分に回っている。また、農地等維持では、イノシシ対策の電気柵や防護柵の設置なども行っている。さらに、稲WC Sとそばについては、近隣の集落営農との連携組織で導入した機械のオペレーター作業に雇用就農

者3名が出役しており、連携組織の機械作業への出役は合計11.2%であった。

3 野菜作導入法人における経営発展度と地域貢献度

1) 構成員専従方式と月給制雇用方式の法人における経営発展度

集落営農評価システムによる経営発展度の評価指標（竹山、2013a）は、①経営面積、②10a当り売上高、③10a当り総収入、④10a当り構成員還元額、⑤構成員還元率、⑥売上高営業利益率、⑦総資本回転率、⑧自己資本比率、⑨オペレーター時間給、⑩経営多角化度合いの10項目としている。経営発展度指標10項目の配点は、1～5点の合計50点満点として経営発展度を算出しており、経営発展度の配点区分は、表7に示したとおりである。

調査対象とした4法人における経営発展度は、表8のとおりであり、「白ネギ・ナス+多品目野菜」のA法人が44点、「ハウスと露地の少量多品目野菜」のB法人が46点であり、構成員専従方式の2法人における経営発展度は平均45.0点と非常に高い水準であった。また、「山菜を含めて約70種類の多品目野菜」のC法人が34点、「ハウレンソウ中心」のD法人が36点であり、月給制雇用方式の2法人における経営発展度は平均35.0点であった。

①経営面積については、4法人とも概ね20ha規模であるが、A法人とC法人では20haをやや下回っている。

②10a当り売上高については、構成員専従方式の2法人がいずれも15万円以上で平均20.6万円と高い水準であったのに対し、月給制雇用方式の2法人はいずれも11万円台であった。

表6 D法人における月給制の雇用就農者の部門別出役比率（2017年）

	D 1	D 2	D 3	3名平均	備考
	野菜水稲	野菜水稲	野菜水稲		
野菜部門	37.9%	30.5%	36.6%	35.0%	ハウレンソウ中心、花き(4.1%)を含む
水稲部門	28.4%	30.0%	33.4%	30.6%	オペレーター作業+肥培管理作業
農地等維持	10.0%	13.7%	9.8%	11.2%	畦畔除草困難水田の草刈、鳥獣害対策
稲WC S	7.7%	8.2%	4.3%	6.7%	連携組織の機械作業
そば	5.4%	3.6%	4.4%	4.5%	連携組織の機械作業
その他	10.6%	14.0%	11.5%	12.0%	機械整備、その他業務
(合計)	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	

③10a 当り総収入(売上高+営業外収入)については、4法人のうち3法人が18万円以上であり、構成員専従方式の2法人が平均で23.8万円、月給制雇用方式の2法人が平均16.7万円であった。

④10a 当り構成員還元額(地代・畦畔管理手当・従事分量配当・労務費・役員報酬などの合計金額)については、4法人とも5万円以上となっており、非常に高い水準であった。

⑤構成員還元率(構成員還元額÷総収入)につ

いては、構成員専従方式の2法人が平均35.7%であったのに対し、月給制雇用方式の2法人は平均47.0%と高い水準であった。

⑥売上高営業利益率(営業利益÷売上高)については、構成員専従方式の2法人が平均17.0%と高い水準であったのに対し、月給制雇用方式の2法人では、従事分量配当以外の給料や法定福利費の負担が大きいためマイナスとなった。

⑦総資本回転率(売上高÷総資本)について

表7 集落営農評価システムにおける経営発展度の配点区分

	1点	2点	3点	4点	5点
①経営面積 (経営受託+作業受託)	4ha未満	4ha～	10ha～	15ha～	20ha以上
②10a 当り売上高 (売上高÷経営面積)	6万円未満	6万円～	9万円～	12万円～	15万円以上
③10a 当り総収入 (総収入÷経営面積)	9万円未満	9万円～	12万円～	15万円～	18万円以上
④10a 当り構成員還元額 (還元額÷経営面積)	2万円未満	2万円～	3万円～	4万円～	5万円以上
⑤構成員還元率 (還元額÷総収入)	28%未満	28%～	32%～	36%～	40%以上
⑥売上高営業利益率 (営業利益÷売上高)	▲10%未満	▲10%～	▲5%～	0%～	5%以上
⑦総資本回転率 (売上高÷総資本)	0.5回未満	0.5回～	0.7回～	0.8回～	1.1回以上
⑧自己資本比率 (自己資本÷総資本)	30%未満	30%～	40%～	50%～	60%以上
⑨オペレーター時間給 (オペレーター賃金)	800円未満	800円～	1000円～	1200円～	1400円以上
⑩経営多角化度合い (水稲以外の売上比率)	0%	10%未満	10%～	30%～	50%以上

表8 構成員専従方式と月給制雇用方式の野菜作導入法人における経営発展度(2017年)

	構成員専従方式			月給制雇用方式		
	A法人	B法人	平均(実数)	C法人	D法人	平均(実数)
①経営面積	4	5	20ha規模	4	5	20ha規模
②10a 当り売上高	5	5	206,962円	3	3	113,554円
③10a 当り総収入	5	5	238,637円	4	5	167,523円
④10a 当り構成員還元額	5	5	84,851円	5	5	78,081円
⑤構成員還元率	3	4	35.7%	5	5	47.0%
⑥売上高営業利益率	5	5	17.0%	1	1	▲39.0%
⑦総資本回転率	4	4	1.00回	4	2	0.73回
⑧自己資本比率	5	5	83.6%	2	3	38.3%
⑨オペレーター時間給	3	4	1,160円	2	4	1,000円
⑩経営多角化度合い	5	4	44.6%	4	3	29.8%
合計(50点満点)	44	46		34	36	

竹山・山本：集落営農法人の野菜作導入事例における人材確保手法と経営指標

は、構成員専従方式の2法人が平均1.00回、月給制雇用方式の2法人が平均0.73回であった。

⑧自己資本比率(自己資本÷総資本)については、構成員専従方式の2法人が平均83.6%と非常に高い水準であったのに対し、月給制雇用方式の2法人は平均38.3%であった。

⑨オペレーター時間給については、B法人とD法人が1,200円以上であったのに対し、A法人とC法人では1,000円以下であった。

⑩経営多角化度合い(水稲部門以外の売上高比率)は、構成員専従方式の2法人が平均44.6%、月給制雇用方式の2法人が平均29.8%であった。

2) 構成員専従方式と月給制雇用方式の法人における地域貢献度

集落営農評価システムによる地域貢献度の評価指標は、①耕作放棄地低減、②耕作放棄防止、③限界集落農地維持、④雇用創出、⑤農業継続支援、⑥エコロジー農業実施、⑦集落活動活性化、

⑧高齢者の生活利便、⑨居住空間維持、⑩集落の担い手確保、⑪オペレーター育成、⑫人材補完の12項目としている。このうち、①～③は農地維持に、④～⑥は経済維持に、⑦～⑨は生活維持に、⑩～⑫は人材維持につながる項目である。

地域貢献度指標12項目の配点は、①・④・⑤・⑥・⑦・⑨・⑪の7項目を1～5点とし、残り5項目の配点を1～3点の合計50点満点として地域貢献度を算出しており、地域貢献度の配点区分は、表9に示したとおりである。

調査対象とした4法人における地域貢献度は、表10のとおりであり、「白ネギ・ナス+多品目野菜」のA法人が44点、「ハウスと露地の少量多品目野菜」のB法人が47点であり、構成員専従方式の2法人における地域貢献度は、平均45.5点と総じて高い水準であった。また、「山菜を含めて約70種類の多品目野菜」のC法人が50点、「ハウレンソウ中心」のD法人が50点であり、月給制雇用方式の2法人における地域貢献度は、いずれも50点満点の最高水準であった。

表9 集落営農評価システムにおける地域貢献度の配点区分

	1点	2点	3点	4点	5点
①耕作放棄地低減機能 (耕境外を除く放棄地率)	18%以上	18%未満	10%未満	5%未満	0%
②耕作放棄防止機能 (システム確立の有無)	無し		有り		
③限界集落農地維持機能 (限界集落での受託の有無)	無し		有り		
④雇用創出機能 (水稲作以外の売上高)	10万未満	10万～	100万～	300万～	500万以上
⑤農業継続支援機能 (継続支援項目数)	0項目	1項目	2項目	3項目	4項目以上
⑥エコロジー農業実施機能 (エコ農業作付面積率)	0%	10%未満	10%～	30%～	50%以上
⑦集落活動活性化機能 (収穫祭等開催回数)	0回	1回	2～3回	4～5回	6回以上
⑧高齢者の生活利便機能 (除雪作業等取組の有無)	無し		有り		
⑨居住空間維持機能 (鳥獣害防止等活動数)	0項目	1～2項目	3項目	4項目	5項目以上
⑩集落の担い手確保機能 (UIターン者の有無)	無し		有り		
⑪オペレーター育成機能 (新たなオペレーター育成数)	0人	育成中	1人	2人	3人以上
⑫人材補完機能 (補完的作業支援システムの有無)	無し		有り		

表10 構成員専従方式と月給制雇用方式の野菜作導入法人における地域貢献度 (2017年)

	構成員専従方式			月給制雇用方式		
	A法人	B法人	平均(実数)	C法人	D法人	平均(実数)
①耕作放棄地低減機能	5	5	0%	5	5	0%
②耕作放棄防止機能	3	3	有り	3	3	有り
③限界集落農地維持機能	3	3	有り	3	3	有り
④雇用創出機能	5	5	2,005万円	5	5	697万円
⑤農業継続支援機能	5	5	4項目以上	5	5	4項目以上
⑥エコロジー農業実施機能	2	5	37.3%	5	5	84.9%
⑦集落活動活性化機能	5	5	6回以上	5	5	6回以上
⑧高齢者の生活利便機能	1	1	無し	3	3	有り
⑨居住空間維持機能	5	5	5項目以上	5	5	5項目以上
⑩集落の担い手確保機能	3	3	有り	3	3	有り
⑪オペレーター育成機能	4	4	2人	5	5	3人以上
⑫人材補完機能	3	3	有り	3	3	有り
合計 (50点満点)	44	47		50	50	

そして、農地維持、経済維持、生活維持、人材維持に関する取組概要は以下のとおりであった。

(1) 農地維持の項目について

①耕作放棄地低減機能(耕境外を除いた耕作放棄地率)は、4法人とも0%であった。

②耕作放棄防止機能(所有者や耕作者がいなくなった農地の耕作放棄の防止に向けたシステム確立の有無)については、A法人が「ブロック別割当の手当支給」、B法人が「管理水田割当による手当支給」、C法人が「月給制の雇用就農者による全面直営」、D法人が「再委託+月給制の雇用就農者による直営」によってシステムを確立している。

③限界集落農地維持機能については、4法人とも高齢化率50%以上の限界集落での受託を行っている。

(2) 経済維持の項目について

④雇用創出機能(水稻部門以外の売上高)は、4法人とも500万円以上であった。このうち、露地野菜やハウス野菜など野菜部門の売上高は、構成員専従方式の2法人が平均1,220万円、月給制雇用方式の2法人が平均537万円であった。

⑤農業継続支援機能(継続支援項目数)については、水稻・野菜での機械作業をはじめ、野菜苗生産や堆肥散布などの取り組みがみられ、4法人とも4項目以上となっている。

⑥エコロジー農業実施機能(環境にやさしい有機無農薬米、エコロジー米などの作付面積比

率)については、4法人のうち3法人が50%以上となっており、構成員専従方式の2法人が平均37.3%、月給制雇用方式の2法人が平均84.9%に達している。

(3) 生活維持の項目について

⑦集落活動活性化機能(収穫祭・体験農園・都市交流・伝統行事などの開催回数)については、2法人とも年間6回以上となっており、A法人では県外旅行、B法人では稲ハデづくり体験、C法人では農家レストランとの連携、D法人ではそば打ちなども行っている。

⑧高齢者の生活利便機能(除雪作業・外出支援等取組の有無)については、月給制雇用方式の2法人で取り組みがみられ、C法人では高齢者宅の雑木伐採や除雪、D法人では法人所有トラクターにバケットを装着しての除雪などが行われている。

⑨居住空間維持機能(鳥獣害防止等活動数)については、4法人とも5項目以上となっており、電気牧柵やワイヤーメッシュの設置をはじめ、水路掃除、農道補修、山側法面除草、環境美化、花壇設置などの活動がみられる。

(4) 人材維持の項目について

⑩集落の担い手確保機能(U I ターン者有無)については、A法人とC法人でUターン者、B法人でIターン者、D法人でU I ターン者の受け入れ事例がみられる。

⑪オペレーター育成機能(新たなオペレーター育成数)については、構成員専従方式の2法人

竹山・山本：集落営農法人の野菜作導入事例における人材確保手法と経営指標

で2人ずつ、月給制雇用方式の2法人で3人以上育成されている。

⑫人材補完機能（補完的作業支援システムの有無）については、4法人とも支援システムが構築されており、野菜作においては専従者や雇的就農者の他に補助的作業者の出役もみられる。

4 野菜作導入法人における経営多角化度合いと出役賃金比率

1) 構成員専従方式の野菜作導入法人における経営多角化度合いと出役賃金比率の推移

A法人における経営多角化度合いと出役賃金比率の推移については、表11のとおりである。このうち、野菜部門の栽培面積については2016年の330aから2018年には240aに減らし、作業にゆとりを持たせ、栽培管理が後手に回らないようにしている。

A法人における野菜部門の10a当り売上高は、3カ年平均で770千円であったが、作業にゆとりを持たせて栽培管理が行き届くようになった2018年には859千円へ上昇している。2018年の野菜部門の売上高比率は46.4%であり、2016年に比べて4.0%下がっている。また、2018年の経営多角化度合いは60.1%となり、2016年に比べて3.0%下がっているが、依然として高い水準にある。

A法人における年間の出役賃金（野菜＋水稲＋その他部門）を経営面積10a当りで見ると、3カ年平均で93千円、野菜部門の栽培面積を減らした2017年以降の2カ年平均では84千円であった。なお、出役賃金については、従事分量配当、役員報酬、給料、法定福利費、その他賃金などのほか、畦畔除草・水管理委託料を含めたものである。

A法人の売上高に占める出役賃金比率は、3カ年平均で37.7%、2017年以降の2カ年平均では35.9%であった。また、売上高に各種交付金などの営業外収入を加えた総収入に占める出役賃金の比率は、3カ年平均で34.0%、2017年以降の2カ年平均では33.3%であった。

B法人における経営多角化度合いと出役賃金比率の推移については、表12のとおりである。このうち、野菜部門の10a当り売上高は、3カ年平均で1,259千円であり、野菜部門の売上高比率は平均15.5%であった。また、農産加工やそばなどを含む水稲部門以外の売上高比率でみた経営多角化度合いは、3カ年平均で35.0%であった。

B法人における年間の出役賃金（野菜＋水稲＋その他部門）を経営面積10a当りで見ると、3カ年平均で79千円であり、比較的高い水準で安定している。

表11 A法人における経営多角化度合いと出役賃金比率の推移

	2016年	2017年	2018年	平均	備考
野菜栽培面積	330 a	236 a	240 a	269 a	
10 a 当り野菜売上高	732千円	718千円	859千円	770千円	白ネギ・ナス＋多品目野菜
野菜売上高比率	50.4%	40.8%	46.4%	45.9%	野菜売上高÷法人売上高
経営多角化度合い	63.1%	53.6%	60.1%	58.9%	水稲部門以外の売上高比率
10 a 当り年間出役賃金	112千円	84千円	84千円	93千円	畦畔除草委託料を含む
出役賃金÷売上高	41.2%	37.1%	34.7%	37.7%	
出役賃金÷総収入	35.6%	33.7%	32.8%	34.0%	

表12 B法人における経営多角化度合いと出役賃金比率の推移

	2016年	2017年	2018年	平均	備考
野菜栽培面積	60 a	60 a	60 a	60 a	
10 a 当り野菜売上高	1,233千円	1,242千円	1,301千円	1,259千円	ハウスと露地の少量多品目野菜
野菜売上高比率	15.4%	14.9%	16.3%	15.5%	野菜売上高÷法人売上高
経営多角化度合い	35.0%	35.6%	34.3%	35.0%	水稲部門以外の売上高比率
10 a 当り年間出役賃金	81千円	80千円	75千円	79千円	畦畔除草委託料を含む
出役賃金÷売上高	45.2%	42.8%	42.0%	43.3%	
出役賃金÷総収入	34.0%	35.2%	33.4%	34.2%	

B法人の売上高に占める出役賃金比率は、3カ年平均で43.3%であった。また、売上高に各種交付金などの営業外収入を加えた総収入に占める出役賃金の比率は、3カ年平均で34.2%であった。

構成員専従方式の2法人における野菜部門の10a当り売上高を2016年～2018年の3カ年平均でみると、表13のとおりであり、「白ネギ・ナス+多品目野菜」のA法人が770千円、「ハウスと露地の多品目野菜」のB法人が1,259千円で、ハウス面積が多いB法人の方が高くなっている。

法人の売上高に占める野菜部門の売上高比率は、A法人が45.9%、B法人が15.5%であった。また、A法人とB法人では、農産加工部門や原木シイタケなどにも取り組んでおり、水稲部門以外の売上高比率でみた経営多角化度合いは、A法人が58.9%、B法人が35.0%であった。

2法人における年間の出役賃金（野菜+水稲

+その他部門）を経営面積10a当りでみると、A法人が93千円、B法人が79千円であった。

各法人の売上高に占める出役賃金比率は、A法人が37.7%、B法人が43.3%であった。また、売上高に各種交付金などの営業外収入を加えた総収入に占める出役賃金の比率は、A法人が34.0%、B法人が34.2%で、ほぼ同水準であった。

構成員専従方式の2法人における総資本回転率と自己資本比率の推移は、表14のとおりである。このうち、総資本回転率については、2016年～2018年の3カ年平均でみると、A法人が1.07回、B法人が0.90回であった。自己資本比率については、2016年～2018年の3カ年平均でみると、A法人が84.3%、B法人が85.9%であり、いずれも非常に高い水準であった。

2) 月給制雇用方式の野菜作導入法人における経営多角化度合いと出役賃金比率の推移

表13 構成員専従方式の野菜作導入法人における経営多角化度合いと出役賃金比率（3カ年平均）

	A法人	B法人	備考
野菜栽培面積	269 a	60 a	うちハウス面積：A法人4a，B法人18a
10a当り野菜売上高	770千円	1,259千円	
野菜売上高比率	45.9%	15.5%	野菜売上高÷法人売上高
経営多角化度合い	58.9%	35.0%	水稲部門以外の売上高比率
10a当り年間出役賃金	93千円	79千円	従事分量配当，役員報酬，畦畔除草委託料など
出役賃金÷売上高	37.7%	43.3%	
出役賃金÷総収入	34.0%	34.2%	売上高+営業外収入=総収入

表14 構成員専従方式の野菜作導入法人における総資本回転率と自己資本比率の推移

		2016年	2017年	2018年	平均	備考
総資本回転率	A法人	1.10回	1.04回	1.06回	1.07回	売上高÷総資本
	B法人	0.89回	0.96回	0.86回	0.90回	
自己資本比率	A法人	81.9%	83.3%	87.6%	84.3%	自己資本÷総資本
	B法人	85.4%	83.9%	88.5%	85.9%	

表15 C法人における経営多角化度合いと出役賃金比率の推移

	2016年	2017年	2018年	平均	備考
野菜栽培面積	150 a	150 a	150 a	150 a	
野菜売上高	5,906千円	4,969千円	5,541千円	5,472千円	多品目野菜
10a当り野菜売上高	393千円	331千円	369千円	364千円	
野菜売上高比率	26.6%	22.8%	25.5%	25.0%	野菜売上高÷法人売上高
経営多角化度合い	34.0%	30.3%	33.7%	32.7%	水稲部門以外の売上高比率
10a当り年間出役賃金	71千円	77千円	74千円	74千円	
出役賃金÷売上高	62.4%	69.0%	66.6%	66.0%	
出役賃金÷総収入	46.1%	50.0%	54.2%	50.1%	

竹山・山本：集落営農法人の野菜作導入事例における人材確保手法と経営指標

C法人における経営多角化度合いと出役賃金比率の推移については、表15のとおりである。このうち、野菜部門の売上高は、3カ年平均で5,472千円であり、10a当りでは364千円であった。

C法人の売上高に占める野菜部門の売上高比率は、3カ年平均で25.0%であった。また、各種作業受託などを含む水稲部門以外の売上高比率でみた経営多角化度合いは、3カ年平均で32.7%であった。

C法人における年間の出役賃金（野菜＋水稲＋その他部門）を経営面積10a当りでみると、3カ年平均で74千円であった。なお、出役賃金については、従事分量配当、役員報酬、給料、法定福利費、その他賃金などのほか、畦畔除草・水管理委託料を含めたものである。

C法人の売上高に占める出役賃金比率は、3カ年平均で66.0%であった。また、売上高に各種交付金などの営業外収入を加えた総収入に占める出役賃金の比率は50.1%であった。

D法人における経営多角化度合いと出役賃金比率の推移については、表16のとおりである。このうち、野菜部門の売上高は、3カ年平均で5,260千円であり、10a当りでは1,223千円であった。

D法人の売上高に占める野菜部門の売上高比率は、3カ年平均で20.9%であった。また、各種作業受託などを含む水稲部門以外の売上高比率でみた経営多角化度合いは、3カ年平均で27.2%であった。

D法人における年間の出役賃金（野菜＋水稲＋その他部門）を経営面積10a当りでみると、3カ年平均で77千円であった。D法人の売上高に占める出役賃金比率は、3カ年平均で66.6%であった。また、売上高に各種交付金などの営業外収入を加えた総収入に占める出役賃金の比率は、3カ年平均で36.8%であった。

月給制雇用方式の2法人における野菜部門の10a当り売上高を2016年～2018年の3カ年平均でみると、表17のとおりであり、「山菜を含めて約70種類の多品目野菜」のC法人が364千円、「ホウレンソウ中心」のD法人が1,223千円であった。

法人の売上高に占める野菜部門の売上高比率は、C法人が25.0%、D法人が20.9%であった。また、C法人では各種作業受託、D法人ではそば生産などにも取り組んでおり、水稲部門以外の売上高比率でみた経営多角化度合いは、C法人が32.7%、D法人が27.2%であった。

2法人における年間の出役賃金（野菜＋水稲

表16 D法人における経営多角化度合いと出役賃金比率の推移

	2016年	2017年	2018年	平均	備考
野菜栽培面積	43.0a	43.0a	43.0a	43.0a	
野菜売上高	5,402千円	5,781千円	4,597千円	5,260千円	ホウレンソウ中心
10a当り野菜売上高	1,256千円	1,344千円	1,069千円	1,223千円	
野菜売上高比率	22.9%	23.0%	16.8%	20.9%	野菜売上高÷法人売上高
経営多角化度合い	30.6%	29.2%	21.9%	27.2%	水稲部門以外の売上高比率
10a当り年間出役賃金	79千円	76千円	75千円	77千円	
出役賃金÷売上高	71.6%	66.7%	61.6%	66.6%	
出役賃金÷総収入	30.2%	42.5%	37.8%	36.8%	

表17 月給制雇用方式の野菜作導入法人における経営多角化度合いと出役賃金比率（3カ年平均）

	C法人	D法人	備考
野菜栽培面積	150a	43a	うちハウス面積：C法人24a，D法人43a
野菜売上高	5,472千円	5,260千円	
10a当り野菜売上高	364千円	1,223千円	
野菜売上高比率	25.0%	20.9%	野菜売上高÷法人売上高
経営多角化度合い	32.7%	27.2%	水稲部門以外の売上高比率
10a当り年間出役賃金	74千円	77千円	従事分量配当、役員報酬、給料、畦畔除草委託料など
出役賃金÷売上高	66.0%	66.6%	
出役賃金÷総収入	50.1%	36.8%	売上高＋営業外収入＝総収入

+その他部門) を経営面積 10 a 当りでみると、C 法人が 74 千円、D 法人が 77 千円であり、2 法人の平均では 76 千円であった。

各法人の売上高に占める出役賃金比率は、C 法人が 66.0%、D 法人が 66.6%であり、ほぼ同水準であった。また、売上高に各種交付金などの営業外収入を加えた総収入に占める出役賃金の比率は、C 法人が 50.1%、D 法人が 36.8%であり、法人間の開きがやや大きかった。

調査対象とした 2 法人における総資本回転率と自己資本比率の推移は、表 18 のとおりである。このうち、総資本回転率について、2016 年～2018 年の 3 カ年平均でみると、C 法人が 0.82 回、D 法人が 0.68 回であった。自己資本比率については、2016 年～2018 年の 3 カ年平均でみると、C 法人が 36.0%、D 法人が 41.3%であった。

5 構成員専従方式と月給制雇用方式の野菜作導入法人における経営指標

1) 構成員専従方式の野菜作導入法人における

経営指標

調査対象とした 2 法人の野菜部門における専従者については、60 歳代の法人構成員を中心に A 法人が 7 名、B 法人が 6 名であった。2017 年の専従者 1 人当りの年間出役時間は、表 19 のとおりであり、A 法人が 1,205hr、B 法人が 1,600hr であった。このうち、野菜部門の出役時間は、A 法人が 1,162hr、B 法人が 1,040hr であり、2 法人の平均では 1,101hr であった。

また、専従者 1 人当りの野菜部門売上高は、A 法人が 2,420 千円、B 法人が 1,241 千円であり、2 倍近い開きがあったが、専従者 1 人当りの経営多角化部門売上高は、A 法人が 3,181 千円、B 法人が 2,971 千円であり、2 法人の平均は 3,076 千円となり、ほぼ同水準であった。

構成員専従方式の野菜作導入法人における経営指標については、調査対象とした 2 法人の 2016 年～2018 年までの経営実績をもとに検討し、表 20 のとおり作成した。

専従者 1 人当り年間出役時間については、A

表18 月給制雇用方式の野菜作導入法人における総資本回転率と自己資本比率の推移

		2016年	2017年	2018年	平均	備考
総資本回転率	C 法人	0.85回	0.81回	0.81回	0.82回	売上高÷総資本
	D 法人	0.62回	0.65回	0.76回	0.68回	
自己資本比率	C 法人	38.1%	35.9%	34.0%	36.0%	自己資本÷総資本
	D 法人	42.4%	40.7%	40.9%	41.3%	

表19 専従者 1 人当りの年間出役時間と経営多角化部門売上高 (2017年)

	A 法人	B 法人	備考
1 人当り年間出役時間	1,205hr	1,600hr	A 法人8,440hr÷7名, B 法人9,600hr÷6名
1 人当り野菜部門出役時間	1,162hr	1,040hr	
1 人当り野菜部門売上高	2,420千円	1,241千円	多品目野菜, 原木シイタケ・花きを含む
1 人当り多角化部門売上高	3,181千円	2,971千円	野菜, 農産加工, そば

表20 構成員専従方式の野菜作導入法人における経営指標

経営指標	指標値	備考
専従者 1 人当り年間出役時間	1,400hr	2017年, A 法人1,205hr, B 法人1,600hr
専従者 1 人当り野菜部門出役時間	1,100hr	2017年, A 法人1,162hr, B 法人1,040hr
専従者 1 人当り野菜部門売上高	1,800千円	2017年, A 法人2,420千円, B 法人1,241千円
専従者 1 人当り多角化部門売上高	3,000千円	2017年, A 法人3,181千円, B 法人2,971千円
経営多角化度合い	35～57%	A 法人2カ年平均56.9%, B 法人3カ年平均35.0%
10 a 当り年間出役賃金	79～84千円	A 法人2カ年平均84千円, B 法人3カ年平均79千円
総資本回転率	0.9～1.1回	A 法人3カ年平均1.07回, B 法人3カ年平均0.90回
自己資本比率	60～85%	経営発展度の評価指標60%以上, 3カ年平均85%前後
出役賃金÷売上高	36～43%	A 法人2カ年平均35.9%, B 法人3カ年平均43.3%
出役賃金÷総収入	33～34%	A 法人2カ年平均33.3%, B 法人3カ年平均34.2%

竹山・山本：集落営農法人の野菜作導入事例における人材確保手法と経営指標

法人が1,205hr、B法人が1,600hrであり、指標値は2法人の平均値をもとに1,400hrとした。このうち、専従者1人当り野菜部門出役時間の指標値は、2法人の平均値をもとに1,100hrとした。

専従者1人当りの経営多角化部門売上高については、A法人が3,181千円、B法人が2,971千円であり、指標値は2法人の平均値をもとに3,000千円とした。このうち、専従者1人当り野菜部門売上高の指標値は、2法人の平均値をもとに1,800千円とした。

経営多角化度合いについては、A法人の2017年以降の2カ年平均とB法人の3カ年平均をもとに35%~57%とした。また、10a当り年間出役賃金については、A法人の2カ年平均とB法人の3カ年平均をもとに79千円~84千円とした。

収益性の指標である総資本回転率については、A法人が1.07回であり、経営発展度の評価指標（1.1回以上で満点）に近い水準であった。一方、B法人の総資本回転率は0.90回であり、指標値は2法人の経営実績をもとに0.9~1.1回とした。

安全性の指標である自己資本比率については、A法人が84.3%、B法人が85.9%であり、いずれも経営発展度の評価指標（60%以上で満

点）を大きく上回っていた。そのため、自己資本比率の指標値は、経営発展度の評価指標も考慮して60~85%とした。

利益還元の指標である出役賃金比率については、売上高に占める出役賃金比率と、総収入に占める出役賃金比率について検討した。売上高に占める出役賃金比率については、A法人の2カ年平均とB法人の3カ年平均をもとに36~43%とした。また、総収入に占める出役賃金比率については、A法人の2カ年平均とB法人の3カ年平均をもとに33~34%とした。

2) 月給制雇用方式の野菜作導入法人における経営指標

調査対象とした2法人における月給制の雇用就農者は、C法人・D法人とも3名であり、2017年の1人当り年間出役時間は、表21のとおり約2,000hrであった。このうち、野菜部門の出役時間比率は、C法人が39.7%、D法人が35.0%であり、雇用就農者1人当りの野菜部門の出役時間は、C法人が794hr、D法人が700hrとなり、2法人の平均では747hrであった。

月給制の雇用就農者1人当りの野菜部門売上高は、C法人が1,656千円、D法人が1,927千円であり、平均1,792千円であった。なお、野菜部門売上高には山菜なども含まれている。ま

表21 月給制の雇用就農者1人当り野菜部門出役時間と経営多角化部門売上高（2017年）

	C法人	D法人	備考
1人当り年間出役時間	2,000hr	2,000hr	
1人当り野菜部門出役時間	794hr	700hr	野菜部門比率、C法人39.7%、D法人35.0%
1人当り野菜部門売上高	1,656千円	1,927千円	野菜、山菜・花きを含む
1人当り多角化部門売上高	2,206千円	2,442千円	野菜、山菜・花き、各種作業受託、そば

表22 月給制雇用方式の野菜作導入法人における経営指標

経営指標	指標値	備考
月給制1人当り年間出役時間	2,000hr	
月給制1人当り野菜部門出役時間	750hr	2017年、野菜部門比率、C法人39.7%、D法人35.0%
月給制1人当り野菜部門売上高	1,800千円	2017年、C法人1,656千円、D法人1,927千円
月給制1人当り多角化部門売上高	2,300千円	2017年、C法人2,206千円、D法人2,442千円
経営多角化度合い	27~33%	C法人3カ年平均32.7%、D法人3カ年平均27.2%
10a当り年間出役賃金	74~77千円	C法人3カ年平均74千円、D法人3カ年平均77千円
総資本回転率	0.7~0.8回	C法人3カ年平均0.82回、D法人3カ年平均0.68回
自己資本比率	36~41%	C法人3カ年平均36.0%、D法人3カ年平均41.3%
出役賃金÷売上高	66~67%	C法人3カ年平均66.0%、D法人3カ年平均66.6%
出役賃金÷総収入	37~50%	C法人3カ年平均50.1%、D法人3カ年平均36.8%

た、専従者1人当りの経営多角化部門売上高は、C法人が2,206千円、D法人が2,442千円であり、2法人の平均は2,342千円となった。

月給制雇用方式の野菜作導入法人における経営指標については、調査対象とした2法人の2016年～2018年までの経営実績をもとに検討し、表22のとおり作成した。

月給制の雇用就農者1人当りの年間出役時間は、C法人・D法人とも約2,000hrであり、指標値は2,000hrとした。このうち、2017年の野菜部門の出役時間比率は35.0%～39.7%であり、雇用就農者1人当りの野菜部門出役時間の指標値は、2法人の平均値をもとに750hrとした。

月給制の雇用就農者1人当りの2017年の経営多角化部門売上高は、C法人が2,206千円、D法人が2,442千円であり、指標値は2法人の平均値をもとに2,300千円とした。このうち野菜部門売上高の指標値は、2法人の平均値をもとに1,800千円とした。

経営多角化度合いについては、2法人の3カ年平均をもとに27%～33%とした。また、10a当り年間出役賃金については、2法人の3カ年平均をもとに74千円～77千円とした。

収益性の指標である総資本回転率については、2法人の3カ年平均をもとに0.7回～0.8回とした。

安全性の指標である自己資本比率については、やや低い水準であるが、2法人の3カ年平均をもとに36%～41%とした。

利益還元の指標である出役賃金比率については、売上高に占める出役賃金比率と、総収入に占める出役賃金比率について検討した。売上高に占める出役賃金比率については、2法人の3カ年平均をもとに66%～67%とした。また、総収入に占める出役賃金比率については、2法人の3カ年平均をもとに37%～50%とした。

IV 考察

構成員専従方式や月給制雇用方式によって本格的な野菜生産に取り組んでいる中山間地域の集落営農法人における出役状況を調査した結果、構成員専従方式の2法人では集落内で6～

7名の専従者を確保し、月給制雇用方式の2法人では3名ずつの雇用就農者を確保していた。

集落営農法人の設立によって水稻部門の効率化が進む一方で、集落営農にかかわる人々は少数化し、集落営農に預け放しの関係になる土地持ち非農家(小林, 2016)の増加が問題となっているが、一旦非農家化した構成員が作業管理担当者、あるいは役員やオペレーターとして機能することは極めて困難である(伊庭, 2012)ことが指摘されている。こうした中で、調査事例では60歳代の法人構成員を法人の専従者に据えて本格的な野菜生産に取り組み、集落営農にかかわる人々を増やし、専従者1人当りの野菜部門出役時間は平均1,101hrに達していた。

また、集落営農法人の設立が地域農業の存続手段となっている地域では、将来的に人材不足に陥ることが強く懸念される(倉岡, 2012)中で、月給制雇用方式によって20～30歳代の新たな人材を集落内外から確保して野菜生産に取り組み、雇用就農者1人当りの野菜部門出役時間は平均747hrとなり、年間出役2,000hrの37.4%を占めていた。

集落営農評価システムによって算出した経営発展度は、構成員専従方式の2法人が平均45.0点、月給制雇用方式の2法人が平均35.0点であり、構成員専従方式の2法人における経営発展度は非常に高い水準であった。構成員専従方式の2法人における経営発展度を項目別にみると、10a当り売上高、10a当り総収入、10a当り構成員還元額、売上高営業利益率、自己資本比率などの5項目で評価値が高い傾向がみられた。このうち、10a当り構成員還元額については、2法人平均で84,851円に達し、県内の集落営農組織の平均値41,367円(竹山, 2013a)をはるかに上回っており、野菜作導入の効果は非常に大きいといえる。

一方、集落営農評価システムによって算出した地域貢献度は、構成員専従方式の2法人が平均45.5点、月給制雇用方式の2法人がいずれも50点満点の最高水準であった。このうち、月給制雇用方式の2法人における耕作放棄防止システムについてみると、C法人が「月給制の雇用就農者による全面直営」、D法人が「再委託+月給制の雇用就農者による直営」によって所有者や

耕作者がいなくなった農地の耕作放棄を防いでいる。

集落営農法人における畦畔除草の対応可能年齢は平均 76.7 歳（竹山，2013b）であり，畦畔除草への対応が可能な法人構成員はさらに減少すると見込まれる中で，月給制の雇用就農型の法人では，雇用就農者による直営方式の畦畔除草（竹山，2018）に踏み切ることによって農地維持に貢献しているといえる。また，構成員専従方式の法人においては，構成員の高齢化に伴って月給制の雇用就農者が新たに加わる展開方向も考えられる。

月給制雇用方式の野菜作導入法人における雇用就農者の 1 人当り野菜部門売上高の指標値は 1,800 千円であり，集落営農法人が新たに雇用就農者を確保して野菜作を導入する場合の一つの目安になると考えられる。

年間の出役賃金（水稻＋野菜＋その他部門）を経営面積 10a 当りでみると，従事分量配当，役員報酬，給料，法定福利費，その他賃金，畦畔除草・水管理委託料などを含めた 10a 当り年間出役賃金の指標値については，構成員専従方式の法人が 79～84 千円，月給制雇用方式の法人が 74～77 千円となった。また，法人の総収入に占める出役賃金の比率については，構成員専従方式の法人が 33～34%，月給制雇用方式の法人が 37～50% となり，給料や法定福利費の負担が大きい月給制雇用方式の法人がやや高くなっているが，50% ぐらいが上限と考えられる。

V 摘要

構成員専従方式や月給制雇用方式によって野菜生産に取り組んでいる集落営農法人の実態調査を行い，野菜部門の出役時間，経営発展度，地域貢献度，経営指標について検討した。

1 構成員専従者 1 人当りの野菜部門出役時間

は平均 1,101hr，月給制雇用就農者 1 人当りの野菜部門出役時間は平均 747hr であった。

- 2 構成員専従方式の法人における経営発展度は平均 45.0 点と高く，10a 当り構成員還元額は平均 84,851 円であった。
- 3 月給制雇用方式の法人における地域貢献度は 50 点満点であり，雇用就農者による直営方式の畦畔除草が農地維持につながっている。
- 4 月給制雇用方式の法人における雇用就農者 1 人当り野菜部門売上高の指標値は 1,800 千円となった。
- 5 10a 当り年間出役賃金の指標値は，構成員専従方式の法人が 79～84 千円，月給制雇用方式の法人が 74～77 千円となった。
- 6 法人の総収入に占める出役賃金比率の指標値は，構成員専従方式の法人が 33～34%，月給制雇用方式の法人が 37～50% となった。

引用文献

- 伊庭治彦（2012）集落営農のジレンマ—世代交代の停滞と組織の維持—。農業と経済 4，46-54。
- 小林元（2016）土地持ち非農家のコミットメントを確保するために。農業と経済 1・2，40-49。
- 倉岡孝賢・井上憲一（2012）集落営農法人における従業員の常時雇用。農業と経済 4，55-64。
- 竹山孝治・山本善久（2013a）集落営農組織における経営発展度と地域貢献度の評価システムに関する研究。島根農技研報 41，1-18。
- 竹山孝治・山本善久・安部聖（2013b）集落営農型法人における畦畔除草の対応可能年齢と作業再委託方式。島根農技研報 41，19-33。
- 竹山孝治・山本善久（2018）集落営農法人における新たな人材確保による地域資源管理と経営展開に関する研究。島根農技研報 45，1-10。

Summary

We investigated working hours for vegetable production, extent of business development, beneficial contribution to local community, and an index of business analysis for the vegetable-producing group farming corporations, comparing the full-time member working system and monthly salary system.

1. The yearly working hours for vegetable production per worker was 1,101 hours for the two full-time member working system corporations, and 747 hours for the two monthly salary system corporations.

2. In the two full-time member working system corporations, average business development rate was 45 of 50 possible points, and average net income per worker per 10 ares was ¥84,851.

3. In the two monthly salary system corporations, beneficial contribution to the local community was 50 of 50 possible points, because weeding work on the tall border ridges contributed to maintaining an appealing maintenance of the rice paddy fields.

4. For the two monthly salary system corporations, the index of vegetable sales per worker was ¥1,800,000.

5. An index of yearly net income per 10 ares was ¥79,000 to ¥84,000 for the two full-time member working system corporations, and was ¥74,000 to ¥77,000 for the two monthly salary system corporations.

6. The employment wage ratio to net income index for the corporations was 33% to 34% for the two full-time member working system corporations, and 37% to 50% for the two monthly salary system corporations.

水生ミミズ類による土壌堆積作用のほ場内評価方法の検討

および雑草発生に及ぼすその影響

安達康弘¹⁾・角 菜津子¹⁾・田中 亙¹⁾・月森 弘¹⁾・小塚雅弘¹⁾Evaluation Method for Soil Sedimentation by Aquatic Oligochaetes
and Influence on Reduction of Weeds in Paddy FieldsYasuhiro Adachi, Natsuko Kado, Wataru Tanaka,
Hiromu Tsukimori and Masahiro Ozuka

I 緒 言

我が国では環境保全や食の安全に対する意識が高まる中、2006年に「有機農業の推進に関する法律」(2006年12月法律第112号)が制定され、有機農業が推進されている。島根県では2007年に「しまね食と農の県民条例」を制定し、「島根県有機農業推進計画」(島根県農林水産部, 2008, 2013改訂)に基づき有機農業の拡大を進めており、「島根県農林水産基本計画」(島根県農林水産部, 2020)の中で、耕地面積に対する有機JAS認証ほ場の割合を2019年の0.4%から2024年に1%まで引き上げる目標を掲げている。これを達成するためには、本県の農作物作付延べ面積のうち60.8%(2018年)を占める水稲での拡大が重要である。

水稲の有機栽培は、慣行栽培で用いる除草剤を使用しないため、雑草の繁茂による減収が大きな課題である。その対策として、機械除草(宮原, 2007; 吉田, 2015)や再生紙マルチ(津野, 2005)などの機械的・物理的除草法は効率的な作業が可能であるが、専用機械や資材などのコストが高いことが課題である。また、米ぬか散布

(稲葉, 2007)などの耕種的防除法は資材の入手は比較的容易だが、条件によっては抑草効果が安定しない。

一方、高価な専用機械や資材を必要としない方法として、ユリミミズ(*Limnodrilus hoffmeisteri*)やエラミミズ(*Branchiura sowerbyi*)などの水生ミミズ類(以下、水生ミミズ類)の摂食排泄活動により、雑草発生を抑制する生物的防除法がある(栗原, 1983; 古川, 2011他)。この方法の抑草機作は、水生ミミズ類による土壌の鉛直方向上向きへのベルトコンベア的移送による種子の還元層への埋め込み、および土壌表層の攪拌による芽生え初期の雑草の倒伏によって起こると報告されている(栗原, 1983)。言い換えれば、前者は、土壌(排泄物)の堆積による種子の埋め込みと表現できる。この作用は、塊茎で繁殖する雑草に対しては効果が期待できないため(古川, 2011)、主に種子で繁殖する雑草が対象になる。小荒井・芝山(2001)は、水田における数種の一年生雑草を対象に出芽深度を調査した結果、主として土壌表層の5.0mmまでに限られたと報告している。つまり、種子繁殖雑草が出芽するまでに、堆積土壌の深さ(以下、土

1) 島根県農業技術センター

壤堆積深)が芽深度以上になれば、発生を抑制できると考えられる。

しかし、この土壤堆積深は、水生ミミズ類の密度などの生物的要素に影響を受けるため、機械除草などに比べて、雑草抑制効果の確実性が低いことが課題である。このため、生産者としては追加の雑草対策の要否を判断したいが、土壤堆積作用は外見では評価しにくく、実際の水田でリアルタイムに把握する方法は見当たらない。

本研究では、水生ミミズ類の摂食排泄活動による抑草効果を推定する手法として、実際の水田における土壤堆積深の測定方法を考案し、土壤堆積速度と種子繁殖雑草の発生量との関係を検討した。

II 材料および方法

試験場所は、島根県農業技術センター(島根県出雲市芦渡町)内の標高8m、土壤タイプが低地造成土、細粒質黄色土/湿性相の水田A、B、CおよびDで行った。

1 土壤堆積深の評価方法の検討(試験1)

2014年に、水田ほ場内における水生ミミズ類の摂食排泄活動による土壤堆積深を簡易に計測する器具(図1)(以下、土壤堆積深測定器具)を製作した。この器具は、古川(2011)が試験管内で仕切り網(以下、網)の上に堆積した土壤(水生ミミズ類の糞)の厚みを計測した室内実験の手法を参考に、網が風や水の流れにより水平方向へ移動しないよう、網を支柱に通す方式

に改良した(図1b)。製作材料のうち、網は水に浮くプラスチック素材の園芸・盆栽用鉢底ネット細目(約2.3mm目、厚さ1.0mm、八木光製作所)を約30×30mmに切断し、中央に直径6mm程度の穴を空けた(図1a)。支柱はFRP製、直径5.5mmのダンポール(早瀬工業(株))を長さ50cmに切断し、下端から20cm部分にビニルテープを巻いて網の浮き止めとした(図1a)。

調査方法は、調査開始日に網を設置し、測定日に竹物差しを用いて、網の上に堆積した土壤の厚みを計測した。設置は、網を支柱に通した状態で(図1b)、網が土壤表面の高さになるように支柱を土壤に差し込んだ(図1c)。竹物差しは幅4mm、長さ15cmを用いた(図1a)。田面水が濁った場合は、アクリルケースを水中に沈めて内側面から見ることにより、視界を確保して計測を行った(図1a)。

測定方法の評価は2014年に水田Aにおいて行った。耕起は前年10月21日にロータリを用いて、荒代は同10月28日に耕うん機を用いて行い、その後は水深5~10cmで管理した。測定器具は4月26日に設置し、その14日後の5月10日に土壤堆積深の測定を試みた。

2 単一ほ場における土壤堆積速度と雑草発生量との関係(試験2)

試験は、2014~2016年に水田Aにおいて3ヵ年同一ほ場で行った。試験を実施した3ヵ年は化学合成農薬および肥料不使用栽培3~5年目に該当した。

耕起は、米ぬかを10a当たり50kg散布した数



図1 土壤堆積深測定器具

安達・角・田中・月森・小塚：水生ミミズ類による土壌堆積作用のほ場内評価方法の検討
および雑草発生に及ぼすその影響

日後の前年10月21～22日に、ロータリを用いて行った。荒代は、事前に畦波シートでは場を3分割し、前年10月28日～11月5日あるいは3月24～25日に実施した各1区画、実施しなかった1区画の計3区画とした。植代は全区画ともに6月9～12日に行い、荒代から植代までの水深は5～10cmで管理した。植代後3日目の6月12～15日に、水稻‘きぬむすめ’の5.3～5.8葉苗を栽植密度18.6～18.8株/m²で機械移植した。基肥は有機アグレット666号(N-P₂O₅-K₂O=6-6-6, 朝日アグリア(株))により、2014年は10a当たり各成分量2kgを植代当日に全層施用し、2015および2016年は無施用とした。

調査は、3ヵ年とも9ヵ所(3区画×3地点)で行った。土壌堆積深は、移植当日に試験1で製作した器具を設置し、移植後15日目に試験1の方法で測定した。1日当たりの土壌堆積速度は、測定した堆積深を設置日から調査日までの日数で除して算出した。種子繁殖雑草の乾物重は移植後43～46日目にコドラート枠30×30cmを用いて全雑草を抜き取った後に、草種毎に仕分けて72時間以上80℃で乾燥した後、根部を含む重さを調査した。水生ミミズ類の密度は、移植後15日目に球根植え器((株)高儀)を用いて土壌を地表から10cmの深さまで採取し、1mm目のふるいを用いて選別した後、実体顕微鏡下で調査した個体数を球根植え器の内面積35.3cm²で除して1m²当たり密度を算出した。

土壌堆積速度と雑草発生量、水生ミミズ類の密度と土壌堆積速度の関係は、統計ソフトウェアR(Ver3.4.1)を用いて、それぞれ対数、累乗関数曲線による回帰式を求めた。

3 複数ほ場における土壌堆積速度と雑草発生量との関係(試験3)

試験は、2019および2020年に水田B、CおよびDの3筆で行った。各ほ場の栽培概要を表1に示し、水田毎または水田内の区画毎に異なる栽培管理を以下に記した。

試験年次は水田BおよびCが化学合成農薬および肥料不使用栽培2～3年目、水田Dが同9～10年目に該当した。米ぬかは耕起の数日前に、水田Bでは10a当たり50kg散布し、水田Dでは無散布とした。なお、水田Cは、畦波シートでは場を11分割し、3区画では10a当たり100kg、別の3区画では同50kg、5区画では無散布とした。荒代は水田BおよびCでは3月25～28日に、水田Dでは植代2～3日目の5月18～19日に行った。水稻品種は2020年水田Cの‘ハナエチゼン’を除いて、すべて‘きぬむすめ’を用いた。基肥は水田CおよびDでは試験2と同様の肥料を用いて10a当たりN、P₂O₅、K₂O各成分量1.5～2.0kgを散布した。なお、水田Bは畦波シートでは場を10分割し、6区画では同2.0kgを施用し、4区画では無施用とした。

両年次とも調査地点は、水田B、C、Dそれぞれ

表1 試験ほ場の栽培概要

ほ場	試験年次(年)	継続年数 ²⁾ (年目)	米ぬか散布量 ³⁾ (kg/10a)	耕起日(月/日)	荒代日(月/日)	植代日(月/日)	移植日(月/日)	水稻品種	苗の葉齢 ⁴⁾ (葉)	栽植密度(株/m ²)	基肥の施肥量 ⁵⁾ (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O, 成分量kg/10a)
B	2019	2	50	前年11/13	3/27	5/28	5/31	きぬむすめ	5.0	18.5	2-2-2(6区画), 0-0-0(4区画)
	2020	3	〃	前年11/6	3/27	5/26	5/29	〃	4.6	18.1	〃
C	2019	2	100(3区画), 50(3区画), 0(5区画)	前年11/2	3/28	6/4	6/7	きぬむすめ	5.5	18.5	2-2-2
	2020	3	〃	前年11/6	3/25	6/2	6/5	ハナ エチゼン	5.5	18.2	〃
D	2019	9	0	前年11/2	5/19	5/22	5/24	きぬむすめ	5.0	18.2	1.5-1.5-1.5
	2020	10	〃	前年11/1	5/18	5/20	5/22	〃	4.4	18.4	2-2-2

²⁾ 化学合成農薬および肥料不使用栽培の継続年数を示す。

³⁾ 米ぬかは耕起の数日前に散布した。水田Cは畦波シートでは場を11分割し、米ぬか散布量3水準を3、3および5区画に割り当てた。

⁴⁾ 不完全葉を含む。

⁵⁾ 有機アグレット666号(N-P₂O₅-K₂O=6-6-6, 朝日アグリア(株))を植代当日に全層施用した。水田Bは畦波シートでは場を10分割し、基肥施肥量2水準を6および4区画に割り当てた。

れ10, 11, 3ヵ所とし, 水田BおよびCではそれぞれ基肥施用量, 米ぬか散布量が異なる区画毎に設けた. 土壌堆積深は移植後14~16日目に, 種子繁殖雑草の乾物重は移植後38~41日目に, 水生ミズ類の密度は移植後11~27日目に, いずれも試験2と同様の方法で調査した. また, 土壌堆積速度の算出および統計処理も試験2と同様に行った.

Ⅲ 結果

1 土壌堆積深の評価方法の検討 (試験1)

本研究で製作した器具を用いて, 設置後14日目に土壌堆積深を測定した状況を図2に示した. 土壌堆積深は物差しを用いて測定可能であり, 測定値は11mmであった.



図2 土壌堆積深の測定状況 (測定値は11mm)

z) 物差しは測定用の竹製ではなく, 写真撮影のために目盛り数字が記載された樹脂製を用いた.

2 単一ほ場における土壌堆積速度と雑草発生量との関係 (試験2)

水田Aで3ヵ年調査した, 土壌堆積速度と種子繁殖雑草の発生量との関係を図3に示した. 移植後43~46日の雑草発生量は, 同15日間の土壌堆積速度が速くなるにつれて減少する傾向が認められた. その関係は対数関数曲線 ($y = -39.6 * \ln(x) + 27.0$) で近似され, 高い相関 ($R^2 = 0.846$) が認められた. その回帰式で土壌堆積速度と雑草発生量の関係を見ると, 1mm/日

は約 $27\text{g}/\text{m}^2$, 1.5mm/日では約 $11\text{g}/\text{m}^2$, 2mm/日では $0\text{g}/\text{m}^2$ であった.

水生ミズ類の密度と土壌堆積速度との関係を図4に示した. 土壌堆積速度は水生ミズ類の密度との間に明確な関係が認められなかった. いずれの年次も水生ミズ類の密度が高くなると, 土壌堆積速度の変動幅が大きくなった.

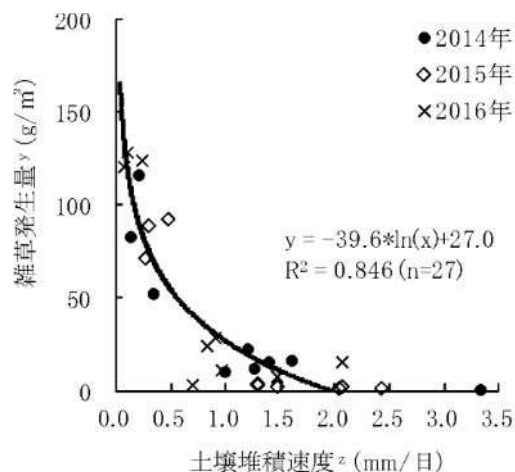


図3 単一ほ場における土壌堆積速度と雑草発生量との関係

z) 移植日に測定器具を設置し, 移植後15日目に田面から網までの深さを測定し速度を算出した.
y) 移植後43~46日目に種子繁殖雑草を対象に乾物重を調査した.

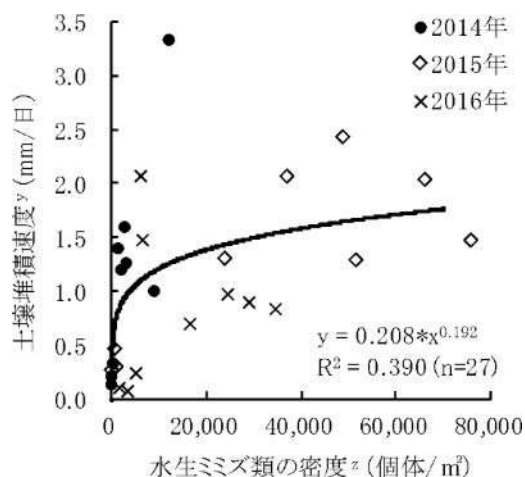


図4 単一ほ場における水生ミズ類の密度と土壌堆積速度との関係

z) 移植後15日目に球根植え器を用いて土壌深さ10cmを採取し調査した.
y) 図3に準ずる.

安達・角・田中・月森・小塚：水生ミミズ類による土壌堆積作用のほ場内評価方法の検討
および雑草発生に及ぼすその影響

3 複数ほ場における土壌堆積速度と雑草発生量との関係（試験3）

水田B, CおよびDにおける土壌堆積速度と種子繁殖雑草の発生量との関係を図5に示した。移植後38～41日の雑草発生量は、同14～16日間の土壌堆積速度が速くなるほど、減少する傾向が認められた。その関係は対数関数曲線 ($y = -41.4 \cdot \ln(x) + 30.8$) で近似され、決定係数は0.428 (n=48)であった。ほ場3筆で行ったこの試験は、1筆の試験2に比べて決定係数が低くなった(図3, 5)。前出の回帰式で土壌堆積速度と雑草発生量の関係を見ると、1mm/日では約31g/m², 1.5mm/日では約14g/m², 2mm/日では約2g/m²であった。

水生ミミズ類の密度と土壌堆積速度との関係を図6に示した。土壌堆積速度は、水生ミミズ類の密度が高くなるにつれて、速くなる傾向が認められた。その関係は累乗関数曲線 ($y = 1.35 \cdot x^{0.227}$) で近似され、決定係数は0.672 (n=48)であった。ただし、水生ミミズ類の密度が高くなると、土壌堆積速度の変動幅が大きく、その傾向は2020年に顕著であった。

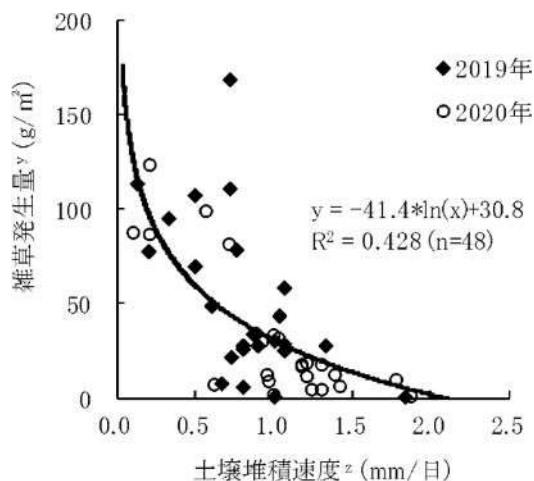


図5 複数ほ場における土壌堆積速度と雑草発生量との関係

- ① 移植日に測定器具を設置し、移植後14～16日目に田面から網までの深さを測定し速度を算出した。
② 移植後38～41日目に種子繁殖雑草を対象に乾物重を調査した。

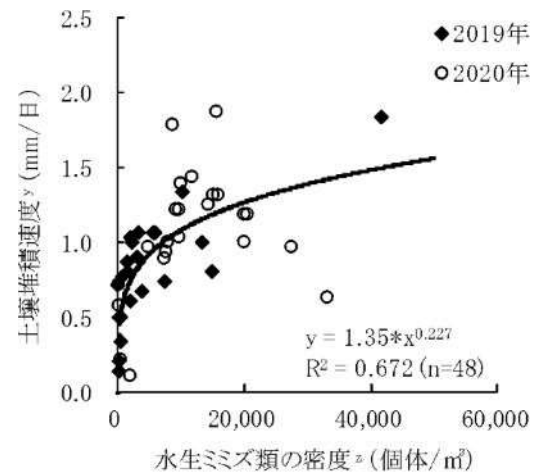


図6 複数ほ場における水生ミミズ類の密度と土壌堆積速度との関係

- ① 移植後11～27日目に球根植え器を用いて土壌深さ10cmを採取し調査した。
② 図5に準ずる。

IV 考察

本研究では、水生ミミズ類の摂食排泄活動による土壌堆積深を実際の水田で評価するため、網上に堆積した土壌の厚みを計測する方式による土壌堆積深測定器具(図1)を新たに製作し試験に用いた。既往の実験方法では、ガラス管内において細孔をあけたアクリル板を用いて水生ミミズ類の糞を採取する方法(栗原, 1983)や前出の古川(2011)による室内実験の報告があるものの、実際の水田で実験を行った報告は見当たらない。本研究で製作した器具は、試験水田において土壌堆積深を測定できることが明らかになったことから(図2)、実際の水田における土壌堆積深の評価手法として有効であると考えられた。本器具の材料はホームセンター等で安価に入手可能で、製作方法が容易であり、また、目盛り付きに改良することで(図7)、物差しを用いなくてもリアルタイムに目視でおよその堆積深を把握できるため、生産者が活用しやすい。

土壌堆積速度と雑草発生量との関係を単一ほ場で調査した結果でみると、移植後15日間の土壌堆積速度は、同43～46日目に雑草発生量との間に高い負の相関が認められ、対数関数曲線 ($y = -39.6 \cdot \ln(x) + 27.0$) で回帰された(図3)。このことから、本器具により測定した土壌



図7 目盛り付きの土壌堆積深測定器具

堆積速度をこの回帰式に当てはめることにより、種子繁殖雑草の発生量を推定できると考えられた。次に、複数ほ場において検討した結果、土壌堆積速度が速くなると、雑草発生量は減少する傾向が認められた（図5）。単一ほ場、複数ほ場の試験で調査した土壌堆積速度と雑草発生量の関係を回帰式でみると、1mm/日ではそれぞれ27, 31g/m²、1.5mm/日では11, 14g/m²、2mm/日では0, 2g/m²となり、両試験の推定値は近い値であった（図3, 5）。このことから、前出の回帰式による雑草発生量の推定方法は、近接した異なるほ場においても適応可能であると推測された。ただし、複数ほ場の試験では回帰式の決定係数が、単一ほ場に比べて低くなった（図3, 5）。この原因として、ほ場毎の元々の雑草発生量、すなわち土壌堆積作用がなかった場合の発生量に差があった可能性がある。このため、過去の雑草発生量や埋土種子量が極端に多いまたは少ないほ場においては、ほ場毎の発生条件に応じた推定値の補正方法を検討する余地がある。

植木・松中（1972）は、水稻の収量に影響を及ぼさない雑草発生量の許容限界について、草種や調査時期によって異なるため厄介と前置きした上で、移植水稻では風乾重で10~20g/m²が限界としている。この限界値は本研究で用いた乾物重に置き換えるとより小さい値になるが、風乾重と乾物重との差は新鮮重ほどではない。そこで、この限界値10~20g/m²を本研究で求めた

回帰式に当てはめると、種子繁殖雑草の発生量を許容限界以下に抑えるには、移植後約15日間の土壌堆積速度が1.5mm/日以上になる必要があると推定された（図3, 5）。

なお、本研究では移植後15日頃に測定した土壌堆積深を用いて雑草発生量を推定したが、推定値が許容限界値を上回り、追加の雑草対策が必要と判断された場合、その後に適用可能な除草技術は移植後15日頃以降の機械除草や手取り除草などに限定される。追加対策で現在普及している乗用型除草機（高精度水田用除草機）を用いたい場合、標準的な1回目の除草時期は移植後7~10日とされているため（宮原, 2007）、今後はこの1回目の時期までに雑草発生量を推定できる方法が求められる。また、本研究は平坦部（標高8m）における同一土壌タイプ（低地造成土、細粒質黄色土/湿性相）の4ほ場において行った。このため、標高や土壌タイプが異なる水田においても本推定方法の適応性を確認する必要がある。

水生ミミズ類の密度と土壌堆積速度との関係を検討した。その結果、移植後の水生ミミズ類の密度と同約15日間の土壌堆積速度との間に明確な関係が認められない（図4）、または一定の相関は認められたものの高密度では堆積速度の変動が大きかった（図6）。土壌堆積深は地温や土壌の酸化還元電位、水生ミミズ類の種類に影響されることから（古川, 2011）、水生ミミズ類が

安達・角・田中・月森・小塚：水生ミミズ類による土壌堆積作用のほ場内評価方法の検討
および雑草発生に及ぼすその影響

同密度であっても、土壌堆積速度が条件によって変動する可能性が示唆された。また、水生ミミズ類の密度は調査日の一時的な値であるのに対し、土壌堆積速度は器具の設置日から調査日までの積算値から求めた値であり、両者の関係に調査期間中における水生ミミズ類の水平方向への移動等が影響を及ぼした可能性がある。つまり、土壌堆積速度は土壌条件あるいは水生ミミズ類の種類や水田内での密度分布の違いに影響され、雑草抑制の不均一化または不安定化の原因になることが推察される。

水生ミミズ類の密度を高める方法として、冬期湛水（伊藤，2007）や有機物施用（Simpson, et. al, 1993）が知られている。雑草発生量を許容限界以下に抑制するためには、土壌堆積速度 1.5mm/日以上が必要であり、水生ミミズ類の高密度化だけでなく、摂食排泄活動による土壌堆積作用の活性化および均一化させる条件を揃えることが重要になる。

今後は、水生ミミズ類の活動による土壌堆積深をより均一かつ安定的に確保できる水田管理方法を検討するとともに、その診断手法の精度向上を図ることにより、雑草抑制効果の確実性を高める栽培技術の確立が望まれる。これを実現できれば、低コストで種子繁殖雑草の制御が可能になり、さらに塊茎等で繁殖する雑草の抑制技術を加えた栽培体系として普及を図ることにより、本県の水稲有機栽培の面積拡大が期待できる。

V 摘要

水生ミミズ類による雑草抑制効果を推定するために、実際の水田において、摂食排泄活動により堆積した土壌の厚みを計測する器具を考案・製作し、水稲移植後の土壌堆積速度と種子繁殖雑草の発生量との関係を検討した。その結果、本器具を用いて求めた移植後約15日間の土壌堆積速度は、同40日頃の雑草発生量との間に負の関係が認められ、対数関数曲線で回帰された。このことから、本器具は実際の水田における、水生ミミズ類による土壌堆積作用の評価手法として有効であると考えられた。また、その回帰式によ

り、移植後15日間の土壌堆積速度から雑草発生量を推定できる可能性が示された。種子繁殖雑草の発生量を許容限界以下に抑えるためには、移植後約15日間の土壌堆積速度が1.5mm/日以上になる必要があると推定された。

引用文献

- 古川勇一郎 (2011) 田んぼの雑草を少なくするイトミミズ。ミミズのはたらき (中村好男編著)。創森社, 94-104.
- 稲葉光國 (2007) 無農薬・有機の稲づくり。農山漁村文化協会, 189.
- 伊藤豊彰 (2007) 冬期湛水水田の土壌、大気、水質への影響。環境省環境技術開発等推進費研究開発成果報告書「水鳥と共生する冬期湛水水田の多面的機能の解明と自然共生型水田農業モデルの構築に関する研究 (平成17年度～18年度)」(研究代表者:伊藤豊彰), 76-127.
- 小荒井 晃・芝山秀次郎 (2001) 水田の代かき後における数種一年生雑草の発生消長と出芽深度。雑草研究 46 (1), 5-12.
- 栗原 康 (1983) イトミミズと雑草 1. 水田生態系解析への試み。化学と生物 21, 243-249.
- 宮原佳彦 (2007) 機械除草技術開発の動向。東北の雑草 7, 1-6.
- 島根県農林水産部 (2008, 2013 改訂) 島根県有機農業推進計画。
- 島根県農林水産部 (2020) 島根県農林水産基本計画令和2年度 (2020) ~令和6年度 (2024)。43-46.
- Simpson, I. C., I. F. Grant, P. A. Roger and R. Oficial (1993) Impact of agricultural practices on aquatic oligochaete populations in ricefields. Biol. Fertil. Soils 16, 27-33.
- 津野幸人 (2005) 再生紙ならびに不織布のマルチングによる雑草制御技術の開発とその背景 新しい農業技術論へのアプローチ (その2)。雑草研究 50 (4), 300-309.
- 植木邦一・松中昭一 (1972) 第4章 雑草害, 第3節 雑草害の診断。雑草防除大要。養賢堂, 65-68.

吉田隆延(2015)ーミッドマウント型高能率水田
用除草機の開発ー確認しながら除草作業が可
能. 機械化農業 2015・10, 17ー20.

安達・角・田中・月森・小塚：水生ミミズ類による土壌堆積作用のほ場内評価方法の検討
および雑草発生に及ぼすその影響

Summary

To estimate weed-control effects in paddy fields of the eating and excretion activities of aquatic oligochaetes, we devised a measurement tool to measure soil sedimentation depth, and investigated the relationship between soil sedimentation rate and the amount of weeds grown by seeding. Our results indicated a negative correlation between soil sedimentation rate during the 15 days after rice transplanting and the amount of weeds at approximately 40 days after rice transplanting, which could be regressed by a logarithmic function curve. This finding suggests that the measurement tool was effective for evaluating soil sedimentation depth in paddy fields. Further, the regression equation appears to allow estimation of the amount of weeds based on the soil sedimentation rate during the 15 days after rice transplanting. To reduce the amount of weeds to an acceptable range, the soil sedimentation rate should be 1.5 mm or higher.

ブドウ‘シャインマスカット’における環状はく皮、 スコアリング処理時期が糖度上昇に及ぼす影響

持田圭介¹⁾・都間三鶴²⁾・高橋利幸¹⁾

Influence of Girdling and Scoring Timing on Sugar Content of 'Shine Muscat' Grapes

Keisuke Mochida, Mitsuru Tsuma and Toshiyuki Takahashi

I 緒言

ブドウ‘シャインマスカット’ (*V. labruscana* Bailey × *V. vinifera* L.) は、国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 (以下農研機構) 果樹研究所がブドウ‘安芸津 21 号’に‘白南’を交雑して育成した黄緑色品種であり、2017 年現在全国での栽培面積は 1,379ha に達し、‘巨峰’、‘ピオーネ’、‘デラウェア’に次ぐ第 4 位の品種となっている (農林水産省生産局生産流通振興課, 2020)。

島根県では‘シャインマスカット’の導入を、2009 年以降‘デラウェア’の補完品種として進めているが、栽培面積は平成 29 年現在 30.7ha で全国第 7 位と少ないことから (農林水産省生産局生産流通振興課, 2020)、主産県との出荷時期の競合を避けて有利販売するため、高単価の期待できる 6 月下旬～8 月上旬の出荷割合の目標を 35%としている (JA しまね出雲ぶどう部会, 2019)。そのため、1 月以降ハウスを閉めきり、加温機を用いて一定の温度を維持する加温栽培、もしくは 1 月中旬～2 月上旬以降ハウスを閉めきって保温する無加温栽培の導入を推進している。

しかし、これらの作型ではベレゾーン期以降の成熟期が梅雨の寡日照期と重なる場合が多く、その期間の糖度上昇の停滞が顕著であり、その後天候が回復しても果実糖度 16° 程度から上昇せず、満開後 120 日以上経過しても出荷基準である 18° に満たないことが多い。そのため、最終的に下位等級での出荷、さらには出荷できない事例がみられ、大幅な収益減少の主要因となっている。

ブドウの糖度上昇には、葉果比 (松井ら, 1979)、着果量 (高橋, 1986; 佐藤ら, 1997)、成熟期のかん水量 (倉橋ら, 2015)、窒素を中心とした無機成分施用量 (西川ら, 2010) など多くの要因が関与しているが、積極的な糖度上昇手段としては反射シートマルチ (井門ら, 2009)、炭酸ガス施用 (小豆澤・山本, 2005) があげられる。

一方、ブドウでの環状はく皮処理は時期により効果の発現が異なり、満開期～結実直後の処理は果粒肥大促進効果を示し (宇土ら, 2019; Williams ら, 2000)、ベレゾーン期前後の満開後 30～40 日頃の処理は着色促進効果が認められており (藤島ら, 2005; 山本ら, 1992)、全国の生産者に利用されている。さらに、多くの品種に

1) 島根県農業技術センター

2) 島根県農業技術センター (現在、愛知県尾張農林水産事務所農業改良普及課稲沢駐在室)

において満開後 30～48 日に環状はく皮することで糖度上昇効果が認められているが(藤島ら, 2005; 藤島ら, 2010; 石川ら, 2016; 山根・柴山, 2007; 安田・江崎, 2014), 着色向上処理に準じた処理時期での試験がほとんどである。

また、環状はく皮処理は処理幅が広くなるほど効果が高まるものの、新根の発生が抑えられ(Yamane・Shibayama, 2006), 樹勢低下を招くおそれがある。そのため、効果が同等であれば、はく皮部分のゆ合は早いほど好ましく 3～5 mm 程度の狭い幅での処理が有効とされている(山根・柴山, 2007)。

一方で、旧枝部分に形成層まで至るナイフ傷を施すスコアリング(環状切皮)は、環状はく皮と比較すると効果は劣るものの(Jensenら, 1981), 樹勢への影響が少なく、さらに処理自体が容易であることから、より取り組みやすい処理と考えられる(図1)。

そこで、‘シャインマスカット’において、環状はく皮の処理時期と、1回処理では環状はく皮と比較し効果が出にくいと考えられるスコアリングの複数回処理時期が糖度上昇に及ぼす効果について検討した。

II 材料および方法

1 環状はく皮の処理時期が糖度上昇に及ぼす影響(試験1)

果実の糖度上昇に効果的な環状はく皮の処理時期を明らかにするため、2014年に島根県農業技術センター果樹園栽植の準加温栽培8年生H字型短梢せん定仕立て樹(テレキ5BB台)



図1 ‘シャインマスカット’における環状はく皮処理(A-1)およびスコアリング(B-1)処理直後とそれぞれの処理後20日のゆ合状況(A-2, B-2)

4樹を供試して試験を行った。栽植密度は、樹間12m, 列間4m(20.8樹/10a)であった。外張りフィルムは周年被覆で、内張りの棚上およびサイドビニルは2月17日に被覆し、その後霜よけ程度の加温(加温機設定温度5℃)を行った。開花盛期は5月5日であった。

処理区は、環状はく皮処理時期により満開後30日(以下G30), 満開後50日(以下G50), 満開後70日(以下G70)および対照(無処理)とし、各区を主枝単位で設定した。環状はく皮処理は1cm幅で主枝基部に行い、処理部位を速やかに養生テープで保護し、ゆ合確認後除去した。各処理区の果実糖度の推移を明らかにするため、各区1樹当たり平均的な5果房を選出し、満開後62日の7月6日以降10日程度の間隔で果房肩部の標準的な大きさ、果皮色の1果粒について携帯型糖度計(Atago製, PAL-1)を用いて測定した。

果房管理について、花穂充実処理は展葉8枚期にホルクロルフェニユロン(以下CPPU)2ppmを花穂散布処理し、同時に展葉部で摘心を行った。無核化処理は満開約10日前にストレプトマイシン200ppm溶液を花穂に散布し、満開期にジベレリン(以下GA₃)25ppmとCPPU3ppmとの混合溶液に、満開約15日後に25ppmGA₃溶液にそれぞれ花(果)房を浸漬することにより行った。着果管理は新梢の着房率を約50%とし(約2,500房/10a), GA₃2回目処理直後に1果房当たりの着粒数が約40粒になるように摘粒した。その他の栽培管理は、島根県シャインマスカット栽培暦に準じて行った。

2 環状はく皮、もしくはスコアリング処理時期が糖度上昇に及ぼす影響(試験2)

環状はく皮もしくはスコアリング処理による、糖度上昇効果を明らかにするため、2017年から2019年に島根県農業技術センター果樹園内60Lポット栽植の片側一文字短梢仕立て樹を供試して試験を行った。樹齢は、2017年が3年生であった。栽植密度は、樹間1m, 列間1.7m(588樹/10a)であった。作型は、2017年が2月15日以降最低気温15℃に保温する加温栽培、2018および2019年がそれぞれ1月15日および1月16日に棚上およびサイドビニルを被覆す

持田・都間・高橋：ブドウ‘シャインマスカット’における環状はく皮、スコアリング処理時期が糖度上昇に及ぼす影響

る二重被覆無加温栽培であり、開花盛期は2017年が4月20日、2018年が5月7日、2019年が5月2日であった。

各研究年次における、処理区、供試樹数および使用台木については以下のとおりであった。2017年の処理は、満開後50日環状はく皮（以下G50）、満開後75日環状はく皮（以下G75）、満開後50日および70日スコアリング（以下S50・70）、満開後60日および75日スコアリング（以下S60・75）および対照（無処理）とした。各区5樹反復とし、全て‘101-14’台樹を用いた。2018年の処理は、満開後65日環状はく皮（以下G65）、満開後50日および65日スコアリング（以下S50・65）、満開後60日および75日スコアリング（以下S60・75）および対照（無処理）とした。各区8樹反復とし、そのうち4樹が‘101-14’台樹、他の4樹が自根樹であった。2019年の処理は、満開後50日環状はく皮（以下G50）、満開後70日環状はく皮（以下G70）、満開後50日および70日スコアリング（以下S50・70）、満開後60日、80日および90日スコアリング（以下S60・80・90）および対照（無処理）とした。各区5樹反復とし、全て‘101-14’台樹を用いた。

各研究年次とも、環状はく皮およびスコアリング処理は、接ぎ木ナイフを用いて主幹中間部に処理した。スコアリング重複処理を施す場合、2回目以降主幹部における処理位置を1回目から3cm程度上下にずらして行った。環状はく皮処理は、供試樹が60Lポット栽植で主幹径が約25mmと細く、ゆ合速度が緩やかになると想定されたことから、試験1の半分の5mm幅で行い、スコアリングともに処理部位を速やかに養生テープで保護し、ゆ合確認後除去した。各処理区の果実糖度の推移を明らかにするため、各区1樹当たり平均的な2果房を選出し、満開後50日以降10日程度の間隔で果房肩部の標準的な大きさ、果皮色の2果粒について、携帯型糖度計を用いて測定した。

1樹当たり新梢数は6～8本、着房数は3～5果房に制限し、1果房当たりの着粒数が30～40粒になるように摘粒した。いずれの研究年次においても植物成長調節剤処理、その他の栽培

管理は試験1と同様に行った。

3 枝の太さが環状はく皮、スコアリング処理時間に及ぼす影響（試験3）

処理を施す枝の太さと、環状はく皮およびスコアリング処理に要する時間との関係を明らかにするため、2020年に島根県農業技術センター果樹園栽植の無加温栽培6年生12樹(5BB台)を供試した。5月5日に各樹の主枝基部径を測定後、5mm幅での環状はく皮処理もしくはスコアリング処理を行い、処理時間を計測した。なお、処理位置は地上約180cmであった。

III 結果および考察

1 環状はく皮の処理時期が糖度上昇に及ぼす影響（試験1）

環状はく皮の処理時期が糖度上昇に及ぼす影響を図2に示した。G30区は、満開後62日および72日には対照区より有意に高い値を示したものの、その後は停滞し満開後90日には有意差はみられなかった。それに対し、G50およびG70区は満開後91日以降対照区より有意に高く推移し、特にG50区で顕著であり、満開後91日には出荷基準である18°に達した。なお、果粒重は各処理区間に差はみられなかった（表1）。

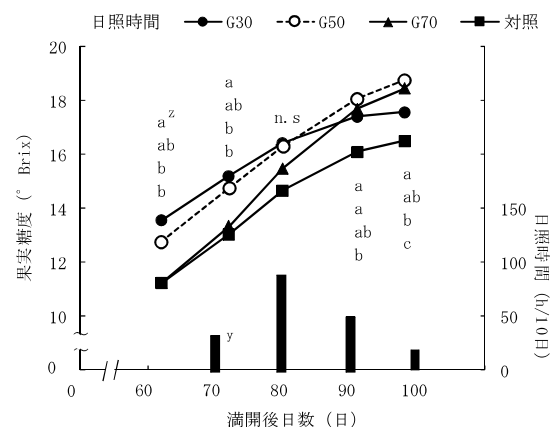


図2 無加温栽培‘シャインマスカット’における環状はく皮処理時期が果実糖度の推移に及ぼす影響

^{z)} Tukeyの多重検定により同一満開後日数の異符号間に5%水準で有意差有り
検定結果を示す符号は、プロットの位置に対応しており、処理区の順には対応していない

^{y)} 日照時間は、各満開後日数到達日前まで10日間の積算値（アメダス出雲データ）

表1 ‘シャインマスカット’における環状はく皮もしくはスコアリング処理を行った試験年次および処理区別の成熟期果粒重 (g)

年次	処理区										有意性 ²⁾	
	環状はく皮					スコアリング						対照
	G30	G50	G65	G70	G75	S50・65	S50・70	S60・75	S60・80・90			
2014 (試験1)	17.4	17.1		16.4							16.9	n. s.
2017 (試験2)		14.5			13.2		13.3	13.7			14.5	n. s.
2018 (試験2)			11.7			11.2		11.5			11.7	n. s.
2019 (試験2)		13.1		14.0			14.2			13.9	13.6	n. s.

²⁾一元配置の分散分析により, n. s. ; 同一年次内の処理区間に有意差なし

これまで、ブドウの着色系品種での環状はく皮処理適期は、ベレゾーン期直前の満開後30～40日頃とされている(Winklerら, 1974)。果皮中のアントシアニンレベルは、可溶性糖の蓄積開始1週間後から急速に増加し、糖蓄積が着色をコントロールする大きな要因とされることから(Pirie・Mullins, 1980)、満開後30～40日の環状はく皮処理により、着色開始期以降の果粒中糖含量が増加することで着色が促進されるものと考えられる。しかし、黄緑色品種である‘シャインマスカット’は、果皮中のアントシアニン蓄積がないことから、収穫期を判断する果実成分は糖度および酸度に限定される。さらに、減酸が極めて早い‘シャインマスカット’では収穫時の酸度が問題になることはなく、糖度が唯一の基準となる。

環状はく皮処理による果実糖度の上昇は、葉で生産された同化養分の地下部への転流が一時的に遮断され、果実への転流量が増加することによりみられる現象である(藤島ら, 2005)。したがって、‘シャインマスカット’における環状はく皮適期は着色促進の時期とは異なり、糖度が成熟に伴って急激に上昇するベレゾーン期以降の果実発育第Ⅲ期の期間中であれば、処理時期に関わらず効果が現れるものと推測される。

児玉ら(2009)は、‘シャインマスカット’と同じ黄緑色品種である‘ロザリオビアンコ’を用いて、環状はく皮処理時期による糖度上昇効果について報告している。それによると、処理時期を満開後35日、45日および60日とした場合、硬核期にあたる満開後35日処理は、ベレゾーン期直後の満開後54日における糖度が最も高かったものの、その後の上昇速度は鈍化し、最終的に45日および60日処理より劣ったとし

ており、本試験の‘シャインマスカット’での結果はこれと一致した。

‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’では、結果過多の場合、果実糖度14°程度のタイミングで果面の「冴え」がなくなり、果実品質の低下を招くとしている(林, 1996)。「シャインマスカット’においても、果実糖度が概ね14°に達する満開後60日以降に、着果過多や日照不足条件に遭遇すると糖度上昇速度の鈍化が顕著であり、生理障害の発生も助長され、果実品質の低下を招き収益減少の要因となる。従って、‘シャインマスカット’における満開後60日以降での糖度停滞を回避し、糖度上昇を速やかにさせるためにも、硬核期よりも遅いベレゾーン以降、満開後50日頃の環状はく皮が適当と考えられる。

2 環状はく皮、もしくはスコアリング処理時期が糖度上昇に及ぼす影響(試験2)

環状はく皮もしくはスコアリング処理時期が果実糖度の推移に及ぼす影響について図3に示した。2017年は、G50区において、処理直後から高く推移し、満開後60～80日に対照区より有意に高い値を示した。次いで、S50・70区が満開後60～70日に対照区より有意に高かった。両処理区とも、満開後90日に概ね出荷基準となる18.0°に達した。2018年は、S50・65区が処理直後から明らかに高く推移し、満開後80日には19.4°に達し、対照区との間に有意差が認められた。また、S60・75区も満開後90日には対照区より有意に高くなったものの、S50・65区より有意に低かった。G65区は、対照区との間に有意差はみられなかった。2019年は、G50区が処理直後から明らかに高く推移し、次いでS50・70区が満開後80日以降G50区とほぼ同様

持田・都間・高橋：ブドウ‘シャインマスカット’における環状はく皮，スコアリング処理時期が糖度上昇に及ぼす影響

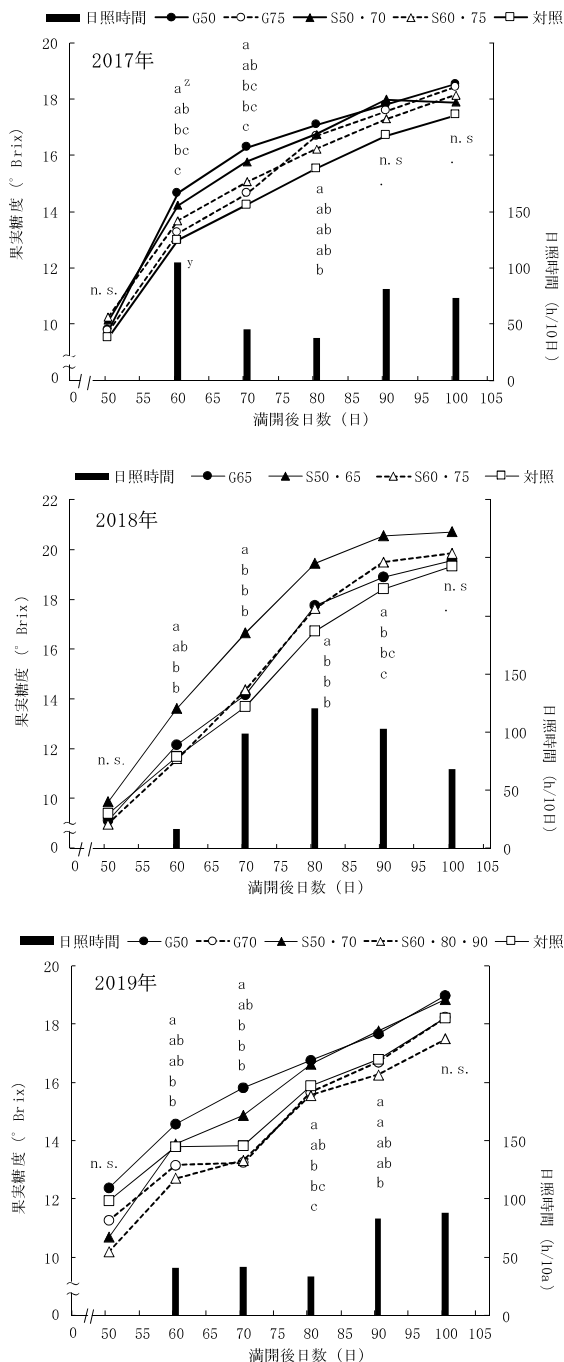


図3 加温および無加温栽培‘シャインマスカット’における環状はく皮もしくはスコアリング処理が果実糖度の推移に及ぼす影響 (2017~2019)

2) Tukeyの多重検定により同一満開後日数の異符号間に5%水準で有意差有り
 検定結果を示す符号は、プロットの位置に対応しており、処理区の順には対応していない
 3) 日照時間は、各満開後日数到達日前まで10日間の積算値(アメダス出雲データ)

に推移した。両区とも、満開後90日にはそれぞれ約17.7°および約17.8°と対照区の16.8°より有意に高くなった。なお、果粒重は各処理区間に差はみられなかった(表1)。

3カ年の調査から、満開後50日の環状はく

皮、もしくは満開後50日および65日ないしは70日のスコアリング重複処理により、糖度上昇が対照より速やかになり、出荷基準である18°に到達する満開後日数が短縮された。とくに、満開後60~90日の平均日照時間が概ね1日10時間に達した2018年は、果粒重が11g/台と小さかったことと相まって、満開後80日には19°を超えた。それに対し、満開後60~80日の平均日照時間が概ね1日4時間程度と少なかった2017年および2019年は、対照および満開後60日以降の環状はく皮もしくはスコアリング処理区では糖度上昇の停滞がみられたものの、満開後50日の環状はく皮もしくはスコアリング処理区ではスムーズに糖度が上昇し、糖度18°に到達する満開後日数が短かった。このように、試験1で糖度上昇効果のみみられた満開後70日前後の環状はく皮やスコアリング処理は、試験2では明確な効果がみられなかった。これは、試験1の処理幅が1cmと広がったことや、処理後10日間の日照時間が約90時間と多かったことが相乗的に働き、速やかな糖度上昇をもたらしたものと考えられる。

2017~2019年の環状はく皮、もしくはスコアリング処理のタイミング(満開後日数)と、処理後10日間の糖度上昇との関係を図4に示した。年次により処理時期が異なり、また各処理後10日間の日照時間には年次間差があることから、ややばらつきがみられたものの、処理時期とその後の糖度上昇との間には負の有意な

環状はく皮 : $y = -0.0769x + 7.58$ $r = 0.600^{***}$
 スコアリング : $y = -0.0745x + 7.03$ $r = 0.650^{**}$
 対照(無処理) : $y = -0.0344x + 3.98$ $r = 0.404^*$

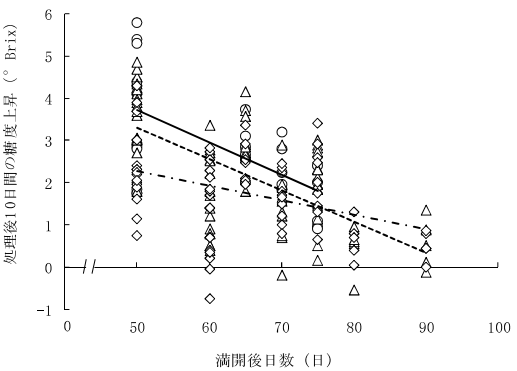


図4 加温および無加温栽培‘シャインマスカット’における環状はく皮もしくはスコアリング処理時期と処理後10日間の糖度上昇との関係 (2017~2019)

2) ピアソンの相関係数により、** : 1%水準で、* : 5%水準で有意

相関関係が認められた。環状はく皮、もしくはスコアリング処理による、処理後 10 日間の糖度上昇は、満開後 50 日処理では対照区が約 2.3° であるのに対し、スコアリング区は約 3.3° 、環状はく皮区では約 3.7° と処理による効果が顕著であった。満開後 75 日処理では、環状はく皮はわずかに効果がみられたものの、スコアリングでは対照と差がみられなくなった。2019 年の試験において、満開後 60 および 80 日におけるスコアリング処理で糖度上昇効果が判然としなかったことから、満開後 90 日に追加で処理を施したが、効果はみられなかった。従って、処理時期が満開後 70 日頃まで遅れた場合、試験 1 のように処理幅 1 cm 程度の環状はく皮処理であれば効果が期待され、試験 2 の結果から遅くとも満開後 75 日までには処理を行う必要がある。ただし、樹勢への影響が懸念されることから、着果負担を基準より少なくする等の配慮が必要と考えられる。

以上のことから、‘シャインマスカット’における糖度上昇を目的とした環状はく皮処理適期は満開後 50 日頃であり、樹勢への影響を考慮してスコアリング処理とする場合、満開後 50 日処理に加え、満開後 65~70 日に再度処理する重複処理により環状はく皮と同等の効果が期待できると考えられた。

3 枝の太さが環状はく皮、スコアリング処理時間に及ぼす影響 (試験 3)

スコアリング処理の処理時間は、環状はく皮処理に対して処理対象の枝径が太いほどより

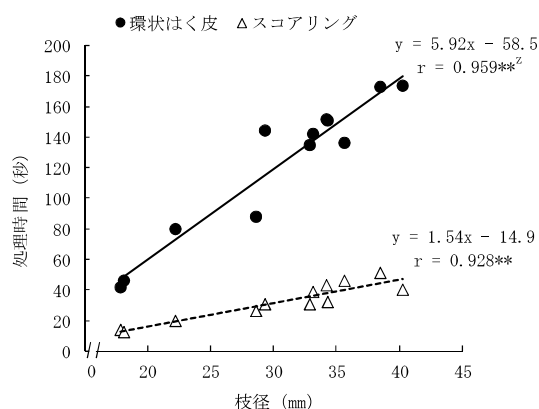


図5 無加温栽培‘シャインマスカット’における主枝基部径と環状はく皮もしくはスコアリング処理時間との関係

²⁾ピアソンの相関係数により、** : 1%水準で有意

短いことから (図 5), 処理能率の面からも導入しやすい技術であると考えられる。

しかし、地植えの成木 (8 年生樹) での主幹部への満開後 50 および 70 日のスコアリング重複処理では、明確な糖度上昇効果がみられない場合もあり (高橋・持田, 2019), 処理部位の太さや、樹勢により効果が現れにくいことも考えられる。山根・柴山 (2007) は、満開後 35 日に環状はく皮処理幅の違いとゆ合速度との関係を調査した結果、いずれの処理幅においてもはく皮後 1 週間ではカサの発達はほとんど認められず、その後いずれの処理幅とも 1 週間で約 2mm の速度でカサが発達したとしており、5mm 幅処理でははく皮後 3~4 週間目にゆ合したとしている。本試験では、スコアリング処理樹におけるカサの発達速度は調査していないものの、山根・柴山 (2007) の調査から推測すると、処理後 1 週間でのカサの発達に伴い、比較的速やかにゆ合したものと考えられ、今後確認の必要がある。

また、山根・柴山 (2007) は環状はく皮処理を主幹や主枝に行った場合、結果枝よりもゆ合速度が速くなることを確認しており、主幹に環状はく皮を行う場合は、ゆ合速度を考慮する必要があるとしている。今回の試験に用いたポット栽植樹の主幹径は平均で約 25mm と比較的細かったことから、スコアリング処理でも効果が現れ易かったと考えられる。逆に、高橋・持田 (2019) で用いた地植え成木の主幹径は約 90mm と太かったことから、ゆ合が処理後 1 週間よりも速かった可能性が推測され、それにより効果が現れなかったものと思われる。従って、成木での主幹部へのスコアリング処理で安定した効果を得るには、今回の重複処理の間隔である 15~20 日より短くしたうえで、3 回以上 (例えば満開後 50, 60, 70 日) の処理を行う必要があると考えられ、今後検討を要する。

IV 摘要

‘シャインマスカット’における、糖度上昇を目的とした環状はく皮もしくはスコアリング処理の処理適期と、スコアリング重複処理効果について検討した。

持田・都間・高橋：ブドウ‘シャインマスカット’における環状はく皮、
スコアリング処理時期が糖度上昇に及ぼす影響

糖度上昇を目的とした環状はく皮の処理適期は満開後 50 日であり、次いで満開後 70 日で、満開後 30 日の処理効果が最も劣った。

環状はく皮もしくはスコアリング処理時期が糖度上昇に及ぼす影響について検討した結果、満開後 50 日の環状はく皮処理、もしくは満開後 50 日と満開後 65 日ないしは 70 日のスコアリング重複処理効果が高かった。満開後 50～90 日の間で、環状はく皮もしくはスコアリング処理時期と処理後 10 日間の糖度上昇との関係をみた結果、処理時期が早いほどその後の糖度上昇が顕著であり、満開後 75～80 日以降での処理効果はみられなかった。

スコアリング処理は環状はく皮処理と比較し処理時間が短く、対象枝径が太いほど顕著であったことから、スコアリングの重複処理により環状はく皮処理と同等の効果がより能率的に得られると考えられた。

引用文献

小豆澤 斉・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.

藤島宏之・松田和也・牛島孝策・矢羽田第二郎 (2010) ブドウ「巨峰」の無核栽培における着色向上のための環状はく皮処理時期の拡大。福岡農総試研報 29, 70-73.

藤島宏之・白石美樹夫・下村昌二・堀江裕一郎 (2005) 環状はく皮処理がブドウ‘ピオーネ’の果実品質に及ぼす影響。園学研 4, 313-318.

林 修吾 (1996) 〈マスカット・オブ・アレキサンドリア〉短梢剪定、根域制限栽培。精農家のブドウ栽培技術。農業技術大系ブドウ編。農文協, 1-33.

井門健太・松本秀幸・宮田信輝・矢野 隆 (2009) 光環境の改善が‘安芸クイーン’の着色に及ぼす影響。愛媛農水研果研セ研報 1, 43-51.

石川一憲・馬場 正・藤澤弘幸・篠原 卓・関達哉・山口正己 (2016) 花穂整形方法を異に

するブドウ‘藤稔’の摘心と環状剥皮が果粒肥大、品質に及ぼす影響。農作業研究 168, 101-107.

JA しまね出雲ぶどう部会 (2019) 2019 年産ぶどう出荷総会資料。JA しまね出雲地区本部, 25-27.

Jensen, F., H. Andris and R. Beede (1981) A Comparison of Normal Girdles and Knife-Line Girdles on Thompson Seedless and Cardinal Grapes. Amer. J. Enol. Viticult. 32, 206-207.

児玉龍彦・稲富和弘・加藤 恵・福田浩幸 (2009) ブドウ黄緑色系品種「ロザリオピアンコ」の環状はく皮の処理時期の拡大。佐賀県研究成果情報, 9-10.

倉橋孝夫・梶野康行・大畑和也・門脇 稔 (2015) 点滴かん水方法と水量が無加温栽培ブドウ‘デラウェア’の生育と果実品質に及ぼす影響。島根農技研報 43, 1-12.

松井弘之・湯田英二・中川昌一 (1979) ブドウ‘デラウェア’果実の成熟生理に関する研究 (第 1 報) 果粒中の糖蓄積に及ぼす新梢上の葉数及び果粒中の多糖類、有機酸の変化。園学雑 48, 9-18.

西川 豊・近藤宏哉・伊藤 寿・北村八祥・輪田健二 (2010) 小型反射式光度計で測定したブドウ樹‘巨峰’の葉柄汁液中硝酸イオン濃度と樹体生育および果実品質との関係。園学研 9, 73-79.

農林水産省生産局生産流通振興課 (2020) 平成 29 年産特産果樹生産動態等調査。http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tokusan_kazyu/index.html.

Pirie, A and M. G. Mullins (1980) Concentration of Phenolics in the Skin of Grape Berries during Fruit Development and Ripening. Amer. Jor. Enol. Vitic. 31, 34-36.

佐藤孝宣・佐々木恵美・佐藤昌宏・高瀬紘一 (1997) ブドウ‘安芸クイーン’、‘ハニーブラック’の適正着果量と適正収量。山形園試研報 12, 1-9.

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.

- 高橋利幸・持田圭介 (2019) 加温栽培 ‘シャインマスカット’ における糖度上昇促進技術の複合処理の検討. 園学研 18(別2), 100.
- 宇土幸伸・里吉友貴・小林和司 (2019) 満開期の環状はく皮処理がブドウ ‘シャインマスカット’ の果粒肥大に及ぼす影響. 山梨果試研報 16, 15-19.
- Williams, L. E., W. A. Retzlaff, W. Yang, P. J. Biscay and N. Ebisuda (2000) Effect of Girdling on Leaf Gas Exchange, Water Status, and Non-structural Carbohydrates of Field-grown *Vitis vinifera* L. (cv. Flame Seedless). *Amer. Jor. Enol. Vitic.* 51, 49-54.
- Winkler, A. J., J. A. Cook, W. M. Kliever and L. A. Lider (1974) Girdling. Means of Improving Grape Quality. *General viticulture*. Univ. California Press, 345-354.
- 山本孝司・高橋国昭・高田 光 (1992) 環状はく皮によるブドウの品質向上技術. 近畿中国農研 83, 38-42.
- 山根崇嘉・柴山勝利 (2007) ブドウ結果枝における環状はく皮処理の時期, 幅および果粒数が果皮の着色に及ぼす影響. 園学研 6, 233-239.
- Yamane, T. and K. Shibayama (2006) Effects of Trunk Girdling and Crop Load Levels on Fruit Quality and Root Elongation in Aki Queen Grapevines. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 75, 439-444.
- 安田喜一・江崎 浩 (2014) ブドウ ‘シャインマスカット’ における環状剥皮が果実成熟に及ぼす影響. 園学研 13(別2), 358.

持田・都間・高橋：ブドウ‘シャインマスカット’における環状はく皮，
スコアリング処理時期が糖度上昇に及ぼす影響

Summary

We examined the appropriate timing of girdling or scoring treatments and the effect of repeated scoring treatments for the purpose of increasing sugar content in 'Shine Muscat' (*Vitis labruscana* Bailey × *V. vinifera* L.) grapes.

The optimal timing of the girdling treatment to obtain high sugar content was 50 days after full bloom (DAFB), followed by 70 DAFB, while the timing was least effective at 30 DAFB.

Regarding the treatment timing, one-time girdling treatment at 50 DAFB, and twice scoring treatments at 50 and 65 or 70 DAFB were effective. A comparison of the relationship of girdling or scoring treatment effect on sugar content measured at 10 days after treatment, during the period from 50 to 90 DAFD, showed that sugar content increased more with the earlier treatment timing. Treatments after 75-80 DAFB caused no increase in sugar content.

The twice scoring treatment could be done more easily and faster than the girdling treatment, and this tendency was more noticeable with larger target-branch diameters. Thus, a similar effect can be obtained more efficiently by twice scoring treatments compared with one-time girdling treatment.

カキわい性台木‘豊楽台’の緑枝挿しによる増殖法の検討

倉橋孝夫¹⁾・大畑和也¹⁾

Investigation of Propagation of Dwarfing Persimmon Rootstocks, ‘Hourakudai’, using Softwood Cuttings

Takao Kurahashi and Kazuya Ohata

I 緒言

カキは挿し木発根性が極めて低い樹種であることから、苗木は栽培品種やヤマガキなどの実生台木に接ぎ木して育成されてきた。育成した苗木が成木になると、樹高が4 m程度に高くなるため摘果や収穫等の作業に脚立が必要となり、作業効率が低下し作業に危険が伴った。さらに、遺伝的に不均一で個体間のばらつきが大きいことも問題となっている。

これまで、わい性台木を利用した苗木の育成は、実用的な中間台木方式で行われ、‘平核無’では‘伊豆’（伊藤, 1988）で、‘富有’では‘西村早生’（後藤ら, 1997）、‘前川次郎’ではしだれ柿（真子ら, 2000）で、‘西条’では‘豊楽台’（大畑ら, 2018）の中間台木でわい化効果が認められている。

しかし、わい性台木の形質をそのまま遺伝させた苗木を作るためには、台木をクローン繁殖させる必要があり、大量に増殖するために組織培養法（松本ら, 1993；加々美ら, 1995；東ら, 2011；服部ら, 2015；橋本ら, 2018）や挿し木繁殖法（鉄村ら, 1998；鉄村ら, 1999；薬師寺ら, 2011）が開発されてきた。

カキの挿し木繁殖法は、塚本ら（1959）が挿し穂採取用母樹に黄化处理することで初めて成功したが、煩雑な方法のため実用化に至らな

かった。簡単な緑枝挿し法として、鉄村（2013）がひこばえ由来のわい性台木‘MKR 1’を1芽1節の挿し穂に調整後、オーキシンの発根促進剤で処理し、ミスト室で管理することで高い発根率が得られることを明らかにした。薬師寺ら（2011）は、それを応用して‘豊楽台’における緑枝挿し法を開発した。

一般に、挿し木による発根が困難なカキなどの樹種は、不定根の形成が難しく、外側からオーキシンを処理することで不定根が形成されて発根が促進される（河合, 1999）。これまで行われてきた緑枝挿し法では、発根促進剤としてオーキシンのインドール酪酸（商品名：IBA液剤）が試験レベルで使用されてきたが、カキでは農薬登録がないため実用化に至っていない。

このため、薬師寺ら（2018）は、オーキシン系発根促進剤のNAA水溶剤（1-ナフタリン酢酸ナトリウム, 22%含有, 商品名：ターム水溶剤）が‘豊楽台’の緑枝挿しに有効であり、発根することを明らかにし、2021年にはカキでの農薬登録が行われる予定である。しかしながら、これまでの方法（薬師寺ら, 2011）では苗木を大量生産するまでには至らなかった。そこで、本報では‘豊楽台’苗木の大量生産を目指して、緑枝挿しの発根率を高めるための採穂時期や挿し木容器などを検討したので報告する。

1) 島根県農業技術センター

II 材料および方法

1 培土, 挿し穂の採取時期, NAA 水溶液濃度の比較 (試験1)

挿し穂に用いた供試樹は, 島根県農業技術センターカキほ場植栽の露地栽培高接ぎ7年生カキ‘豊楽台’ (中間台木: ‘西条’) である. 2019年2月に結果母枝の基部を1~2芽残す強せん定を行い, 良く充実した新梢を6月14日, 6月27日, 7月11日および7月23日の4回採取し, 挿し穂の採取時期の比較試験に用いた.

挿し穂は, 直射日光の当たらない場所で, 採取した新梢を直ちに長さ10cm程度で2葉残るように切り, 葉を半分程度に切除して調整した. 挿し穂の基部2~3cmへ発根促進剤としてNAA水溶剤の40倍および60倍液に5~10秒浸漬する区と対照として水を同様に処理する無処理区 (各処理区25~105本) を設けた.

浸漬処理した挿し穂は, 培土を比較するためにメトロミックス350J培土とピートモスと鹿沼土を1対1の比率で混合した培土を充填したジフィートレー (40穴/トレー, 培土量100mL/穴) に挿した (図1). 挿し木後すぐにトレーをビニルハウス内に設置した遮光ミスト室 (周囲



図1 カキ‘豊楽台’の挿し木直後 (2019年6月27日)

を遮光率55~60%の寒冷紗で被覆し, ミスト噴霧装置を設置) に入れて管理した. ミスト噴霧装置はマイクロスプリンクラー (マサル工業 (株), EM101K, 1.50L/分噴霧) を8.25㎡の部屋に6本設置し, 昼間の6~19時が10分間隔で, 夜間の19時~6時は2時間間隔で20秒間 (0.36L/㎡) 噴霧するように設定し, 高温乾燥を回避した. 11月1日に挿し穂の未落葉数, 発根数 (図2) を調査した.



図2 カキ‘豊楽台’の発根状況 (2019年11月1日)

2 挿し穂の採取時期, 挿し木容器, ミストかん水量の比較 (試験2)

挿し穂は, 試験1と同じ高接ぎ8年生カキ‘豊楽台’ (中間台木: ‘西条’) から良く充実した新梢を2020年7月6日, 7月21日および8月6日の3回採取した. 挿し穂は試験1と同様に調整し, すべての挿し穂の基部に発根促進剤としてNAA水溶剤40倍液を5~10秒浸漬処理した.

挿し木容器の比較試験には, 図3のジフィートレー100 (40穴/トレー, 培土量100mL/穴), キャビティコンテナ150 (40穴/コンテナ, 培土量150mL/穴, JFA150, 全国山林種苗共同連合会), キャビティコンテナ300 (24穴/コンテナ, 培土量300mL/穴, JFA300, 全国山林種苗共同連合会), プラスチックポット500 (4号, 培土量500mL/鉢) およびプラスチックポット1,000 (5号, 培土量1,000mL/鉢) を用いた. すべての容器にメトロミックス350J培土を充填した.

挿し穂は, 直ちに各容器に挿し木を行い, 速やかに試験1と同様の遮光ミスト室に入れて



図3 試験に用いた挿し木容器, 左からジフィートレー (40穴, 土量100mL/穴), キャビティコンテナ150 (土量150mL, JFA150), キャビティコンテナ300 (土量300mL, JFA300), プラスチックポット4号 (土量500mL/鉢), プラスチックポット5号 (土量1,000mL/鉢)



図4 遮光ミスト室内でのミスト散水状況 (2020年7月7日)

管理した。ミスト処理は昼間の6～19時が10分間隔で、夜間の19時～6時は2時間間隔で10秒間 ($0.180/m^2$) 噴霧する部屋と20秒間 ($0.360/m^2$) の噴霧する部屋を設定した (図4)。10月15日に挿し穂の未落葉数、発根数を調査した。

III 結果

1 培土、挿し穂の採取時期、NAA水溶液濃度の比較 (試験1)

‘豊楽台’の緑枝挿しにおける培土、挿し穂の採取時期、NAA水溶液濃度が落葉と発根状況に及ぼす影響をみたのが表1である。

落葉状況についてみると、メトロミックス350J培土、ピートモスと鹿沼土1対1混合培土とも、採穂時期の6月14日区の未落葉率は、NAA40倍区で24.0%と32.0%であったが、60倍区、無処理区では8.0%以下であった。6月27日区では、NAA希釈倍率による差はなく、26.7%と45.7%であった。7月処理区は6月処理区に比べ未落葉率が各濃度区とも高かったが、処理濃度区間の差はなかった。また、培土間の差も認められなかった。

発根状況についてみると、各培土および採穂時期の平均の発根率は、40倍区が37.4%と最

表1 カキ台木‘豊楽台’の緑枝挿しにおける培土、挿し穂の採取時期とNAA水溶液濃度の違いが落葉と発根状況に及ぼす影響 (2019)

培土	処理区 採穂時期	NAA希 釈倍率	処理 本数 (本)	落葉状況		発根状況	
				未落葉数 (本)	未落葉率 (%)	発根数 (本)	発根率 (%)
メトロ ミックス 350J	6月14日	40倍	25	8	32.0	9	36.0
		60倍	25	0	0.0	5	20.0
		無処理	25	0	0.0	0	0.0
	6月27日	40倍	105	48	45.7	23	21.9
		60倍	25	8	32.0	2	8.0
		無処理	25	7	28.0	1	4.0
	7月11日	40倍	65	42	64.6	33	50.8
		60倍	25	16	64.0	10	40.0
		無処理	25	15	60.0	1	4.0
7月23日	40倍	30	22	73.3	19	63.3	
	60倍	25	18	72.0	10	40.0	
	無処理	25	21	84.0	3	12.0	
ピートモ ス・鹿沼 土1対1混 合土	6月14日	40倍	25	6	24.0	9	36.0
		60倍	25	2	8.0	3	12.0
		無処理	25	2	8.0	0	0.0
	6月27日	40倍	105	28	26.7	12	11.4
		60倍	25	12	48.0	5	20.0
		無処理	25	10	40.0	3	12.0
	7月11日	40倍	45	24	53.3	21	46.7
		60倍	25	15	60.0	8	32.0
		無処理	25	19	76.0	6	24.0
7月23日	40倍	30	14	46.7	10	33.3	
	60倍	25	18	72.0	9	36.0	
	無処理	25	16	64.0	2	8.0	
平均 値	6月14日				12.0a ^y		17.3a
	6月27日				36.7b		12.9a
	7月11日				63.0c		32.9b
	7月23日				68.7c		32.1b
		40倍			45.8a		37.4a
	60倍			44.5a		26.0b	
	無処理			45.0a		8.0c	
分散 分析 ^z	培土 (A)				ns		ns
	採穂時期 (B)				**		**
	NAA希釈倍率 (C)				ns		*
	(A) × (B)				ns		ns
	(A) × (C)				ns		ns
	(B) × (C)				ns		ns
	(A) × (B) × (C)				ns		ns

^z 三元配置の分散分析により**；1%水準，*；5%水準で有意差あり，ns；有意差なし，未落葉率および発根率については逆正弦変換後検定を行った

^y Tukey法により異なる英文字間に5%水準で有意差あり

も高く、次いで60倍区が26.0%であり、無処理区は8.0%と最も低かった。採穂時期で比較すると、6月の発根率は40倍区で11.4~36.0%であったのに対し、7月になると33.3~63.3%と高くなった。その傾向は60倍区、無処理区でも同様であった。無処理区の6月14日区では発根しなかったが、6月27日区では4.0%と12.0%、7月11日区で4.0%と24.0%、7月23日区は8.0%と12.0%と7月になるほど発根率が高くなった。また、培土の間では、発根率に有意差は認められなかった。

以上から、カキ‘豊楽台’における緑枝挿しの最適な処理方法は、メトロミックス350Jまたはピートモスと鹿沼土1対1混合培土を用い、7月に挿し穂を採取し、発根促進剤のNAA水溶剤40倍液剤を新梢基部に浸漬処理して挿し木を行うと良いことが明らかとなった。

2 挿し穂の採取時期、挿し木容器、ミストかん水量の比較 (試験2)

‘豊楽台’の緑枝挿しにおける挿し穂の採取時期、挿し木容器、ミストかん水量が落葉と発根状況に及ぼす影響をみたのが表2である。

採穂時期ごとの未落葉率についてプラスチックポットを除いたジフィートレーとキャビティコンテナで比較してみると、7月21日区が56.8%と最も高く、次いで7月6日区が33.6%で、8月6日区が12.9%と低くなった。また、ミストかん水時間20秒区は10秒区に比べ未落葉率が高かった。容器ごとの未落葉率について8月6日処理区を除いた7月6日処理区と7月21日処理区で比較すると、プラスチックポット1,000区が70%と最も高く、次いで、キャビティコンテナ300区が59.4%、プラスチックポット500区で52.4%、と続き、キャビティコンテナ150区が45.6%、ジフィートレー100区が30.6%と低下した。

次に、採穂時期ごとの発根率についてプラスチックポットを除いたジフィートレーとキャビティコンテナで比較すると、7月21日区が54.3%と最も高く、次いで7月6日区が34.8%であり、8月6日区は13.6%と極端に低かった。容器ごとの発根率について8月6日処理区を除いた7月6日処理区と7月21日処理区で比

較すると、プラスチックポット1,000区が72.5%と最も高く、キャビティコンテナ300区が67.7%と続き、次いで、キャビティコンテナ150区が40.9%、プラスチックポット500区が37.5%で、ジフィートレー100区は25.0%と低かった。同じ種類の容器で比較すると、キャビティコンテナ、プラスチックポットとも容器が大きいほうが発根率は高かった。

また、キャビティコンテナ300区は土量が3倍以上あるプラスチックポット1,000区と同等の発根率となりプラスチックポット500区より発根率が高かった。

ミストかん水量間では有意差がなかったが、培土量の少ないジフィートレー区では、梅雨明け後の8月6日採穂の10秒区が発根率2.5%で20秒区の22.5%と比較して大きく低下した。梅雨期の7月21日採穂の発根率は、かん水量の少ない10秒区が30.0%とかん水量の多い20秒区の37.5%と比較してやや低くなる程度であった。培土量の多いキャビティコンテナ300やプラスチックポット1,000では、かん水量による発根率の差は少なかった。

IV 考察

島根県農業試験場(現島根県農業技術センター)では、中国地方に自生するヤマガキを採取し、ほ場に播種後数年間育成し、根ざし繁殖させた台木の中でわい性を示す系統を一次選抜した。その中で組織培養と緑枝挿し繁殖性を有し、‘富有’、‘西条’でわい化が確認できた系統を‘豊楽台’として2016年に品種登録した(大畑, 2019)。

カキは挿し木発根が難しい樹種のため、‘豊楽台’も当初は苗木生産の実用性の高い中間台木方式を検討した。‘豊楽台’を中間台木とした開心形の‘西条’の樹高は、268~282cmと通常の台木に比べ36cm低くなり、作業時間も30%程度削減された(大畑, 2019)。しかしながら、中間台方式はわい化程度が約11%と低いうえに、実生台木の影響を受けることから個体間差が大きく、さらに苗木生産に1年多く期間を要することから実用化に至っていない。このため、わい性台木の普及に向けては‘豊楽

倉橋・大畑：カキわい性台木‘豊楽台’の緑枝挿しによる増殖法の検討

表2 カキ台木‘豊楽台’の緑枝挿しにおける挿し穂の採取時期、挿し木容器、ミストかん水量の違いが落葉と発根状況に及ぼす影響 (2020)

採穂時期	処理区			処理木数 (本)	落葉状況		発根状況	
	挿し木容器	培土容量 (mL)	ミストかん水時間 (秒)		未落葉数 (本)	未落葉率 (%)	発根数 (本)	発根率 (%)
7月6日	ジフイートレー100	100	10	40	7	17.5	4	10.0
			20	40	10	25.0	9	22.5
	キャビティコンテナ150	150	10	80	25	31.3	22	27.5
			20	80	29	36.3	29	36.3
	キャビティコンテナ300	300	10	24	12	50.0	12	50.0
			20	24	10	41.7	15	62.5
プラスチックポット500	500	10	10	1	10.0	1	10.0	
		20	10	4	40.0	2	20.0	
プラスチックポット1,000	1,000	10	10	7	70.0	7	70.0	
		20	10	7	70.0	7	70.0	
7月21日	ジフイートレー100	100	10	40	11	27.5	12	30.0
			20	40	21	52.5	15	37.5
	キャビティコンテナ150	150	10	80	44	55.0	39	48.8
			20	80	48	60.0	41	51.3
	キャビティコンテナ300	300	10	24	17	70.8	17	70.8
			20	24	18	75.0	21	87.5
プラスチックポット500	500	10	10	8	80.0	7	70.0	
		20	10	8	80.0	5	50.0	
プラスチックポット1,000	1,000	10	10	7	70.0	7	70.0	
		20	10	7	70.0	8	80.0	
8月6日	ジフイートレー100	100	10	40	0	0.0	1	2.5
			20	40	10	25.0	9	22.5
	キャビティコンテナ150	150	10	80	3	3.8	4	5.0
			20	160	18	11.3	13	8.1
	キャビティコンテナ300	300	10	48	11	22.9	12	25.0
			20	48	7	14.6	9	18.8
7月6日					33.6a ^y		34.8a	
7月21日					56.8b		54.3b	
8月6日					12.9c		13.6c	
プラスチックポット処理区を除いた平均値	ジフイートレー100				24.6a		20.8a	
	キャビティコンテナ150				32.9a		29.5a	
	キャビティコンテナ300				45.8b		52.4b	
	10				31.0a		30.0a	
	20				37.9b		38.5a	
プラスチックポット処理区を除いた分散分析 ^z	採穂時期 (A)				**		**	
	挿し木容器 (B)				**		**	
	かん水時間 (C)				*		ns	
	(A) × (B)				*		ns	
	(A) × (C)				*		ns	
	(B) × (C)				ns		ns	
	(A) × (B) × (C)				*		ns	
8月6日処理区を除いた平均値	7月6日				39.2a		37.9a	
	7月21日				64.1b		59.6b	
	ジフイートレー100				30.6 a		25.0a	
	キャビティコンテナ150				45.6ab		41.0a	
	キャビティコンテナ300				59.4ab		67.7b	
	プラスチックポット500				52.5ab		37.5a	
	プラスチックポット1,000				70.0 b		72.5b	
	10				48.2a		45.7a	
	20				55.0a		51.8a	
	8月6日処理区を除いた分散分析 ^z	採穂時期 (A)				**		**
挿し木容器 (B)				*		**		
かん水時間 (C)				ns		ns		
(A) × (B)				ns		ns		
(A) × (C)				ns		ns		
(B) × (C)				ns		ns		
(A) × (B) × (C)				ns		ns		

^z) 三元配置の分散分析により**；1%水準，*；5%水準で有意差あり，ns；有意差なし，未落葉率および発根率については逆正弦変換後検定を行った

^y) Tukey法により異なる英文字間に5%水準で有意差あり

台’の自根苗の増殖が重要となる。

遺伝的にわい性の形質を持つ‘豊楽台’を台木とした苗木を大量に増殖するには、実生を使った種子繁殖ではなく、栄養繁殖方法を用いてクローン台木として増やす必要がある。カキのクローン繁殖として橋本ら(2018)が茎頂培養で増殖、発根できることを明らかにしたが、効率的な順化方法については未確立で実用まで至らなかった。緑枝挿しについては、薬師寺ら(2011)が、6月下旬に新梢を採取後、2葉2芽に調節し、発根促進剤としてIBA2,000~4,000倍を新梢基部に浸漬処理し、鹿沼土とピートモス1対1混合土に挿し、ミスト室で管理することにより80%程度の個体が発根することを明らかにした。しかし、IBAはカキにおいて植物生長調節剤としての農薬登録がないため実用場面で使用ができなかった。

様々なオーキシン系の発根促進剤があるなかで、薬師寺ら(2018)は‘豊楽台’の緑枝挿しにNAA水溶剤により発根促進効果があることを明らかにした。しかし、著者らはNAA水溶剤を処理し6月挿しで苗木を大量繁殖するまで発根率を高めることができなかった。

わい性台木によるカキ栽培を生産者に普及するには、苗木の発根率を高め効率的に苗木を生産する必要がある。このため、‘豊楽台’の緑枝挿しにおいて発根率を高めるためのNAA濃度、採穂時期や挿し木容器などを検討した。

‘豊楽台’の挿し木繁殖に用いるNAA水溶剤の希釈濃度についてみると、薬師寺ら(2018)は、6月上旬から下旬に新梢を採取し20~60倍で処理すると、20倍液は葉害が発生し45%が枯死したが、40~60倍では枯死率も20%と少なく、発根率は75~85%と高いと報告している。本報告でも6~7月の各処理時期とも、40倍区が最も発根率が高く、次いで60倍区で、無処理区が最も低かった。このように、NAA水溶剤の濃度については、薬師寺ら(2018)の報告と同様に40~60倍液を挿し穂に浸漬処理する方法が良いと考えられる。

挿し木用穂木の採取時期は、鉄村(2013)によると、わい性台木の‘MKR1’は6月に採取するのが望ましく、‘豊楽台’も薬師寺ら(2018)は、6月に新梢を採取するのがよいと

報告している。しかし、本報告で2019年、2020年と採穂時期を変えて試験を行うと、2019年にNAA水溶剤40倍処理で各培土に挿し木した発根率は、6月14日および6月27日処理区では11.4%と36.0%と低かったのに対し、7月11日処理区が46.7%と50.8%、7月23日処理区は33.3%と63.3%と高くなった。また、発根促進剤を用いない水のみでの処理でも、6月14日処理区で発根がなかったが、6月27日区で4.0%と12.0%、7月11日区が4.0%と24.0%、7月23日区は8.0%と12.0%となり、6月処理より7月処理で高くなった。2020年には、7月6日、7月21日処理区に加え、さらに遅い8月6日に挿し木を試みたところ、ジフィートレー、キャビティコンテナとも7月21日処理区が最も高く、次いで7月6日処理区で8月6日処理区が最も低下した。これらのことから‘豊楽台’の挿し穂の発根率を高くするには7月に新梢を採取して挿し木するのが良いと考えられた。また、新梢の生育から検討すると、カキの新梢は4月上旬に発芽し、6~7月に伸長が停止する。6月は枝が緑色で軟らかく枝の充実も不十分であるが、7月になると新梢の基部から茶色に登熟が進み徐々に硬く充実してくるため、挿し木に適すると考えられる。また、気象条件をみると、試験を行った年の梅雨時期は2019年が7月24日、2020年は7月29日まで続き、最高気温が30℃以下と低かったことから挿し木には最適な環境であった。しかし、2020年8月6日処理時には梅雨が明けて最高気温が34.1℃まで上がり、その後33日間最高気温が30℃以上となり挿し木環境として劣悪となった。このため、挿し穂としては充実しているが、挿し木環境として条件が悪くなり、8月の挿し木発根率が低下したものと考えられる。したがって、‘豊楽台’の挿し木適期は、挿し穂が充実してきた7月中で、厳しい高温にならない最高気温が30℃以下の梅雨期間中が適期と考えられた。

挿し木培地については、ピートモスと鹿沼土の1対1混合培土とメトロミックス培土を比較したが有意な差はなかった。これについては、鉄村(2013)がメトロミックス培土は‘MKR1’の挿し木に水がしみ込みやすく、発根した

苗の生育が優れているとしている。また、薬師寺ら(2018)は、‘豊楽台’でピートモスと鹿沼土の1対1混合培土でも高い発根率を示していることから、カキの挿し木には、どちらの培土を用いても良いと考えられた。

挿し木容器についてみると、挿し木の効率を上げるために、単位面積当たり多くの挿し木ができるジフイートレーや育苗ポットが用いられているが、発根後により大きなポットや苗畑に移植する必要があり、植え傷み等で生育不良や枯死する場合が多かった。

そこで、スギやヒノキなどの樹木の苗木育成に用いられる縦長の多孔容器で根巻きが少なく、植え付け後の生育が良好なキャビティコンテナ(陶山, 2015)や培土量の多いプラスチックポット1,000mLに挿し木をして発根率を比較検討した。発根率は、培土量の多いプラスチックポット1,000mL区が72.5%、キャビティコンテナ300mL区が67.7%と高く、ジフイートレー100区は25.0%と低かった。また、同じ種類のキャビティコンテナ、プラスチックポットとも培土量の多いほうが発根率は高く、挿し木後の発根率を高めるためには培土量の多い容器を用いるほうが良いことが示された。しかし、プラスチックポット1,000mLは容器が大きく土地面積当たりの苗木生産本数が低下するうえに、重くなるために取り扱いが大変になる。それに対し、キャビティコンテナは、300mLの培土量でもプラスチックポット1,000mLとほぼ同様の高い発根率を示すうえに、形状が縦長で根巻きもないことから移植せずに挿し木から苗木まで育成することができ、‘豊楽台’の緑枝挿しによる苗木育成に適していると考えられる。

挿し木後の高温乾燥条件を回避し、発根を促すためにミスト装置が必須である。ミスト装置はビニルで完全に覆い、寒冷紗などで遮光を行い、挿し木床を高湿度に保って、真夏の日中でも葉が常に濡れた状態に保つ必要がある。‘MKR1’の挿し木では、朝8時から夕方6時まで15分間隔で30秒間ミストかん水を行うとよいとしている(鉄村, 2013)。本報告では、10分間隔で10秒および20秒間ミストかん水を行ったところ、8月6日処理のジフイートレーでは、かん水量が少ない10秒区で極端に発根率が低

下したが、培土量の大きいポットではミストかん水時間による発根率の差は少なかった。このように、小さい容器ほどミストかん水量の影響が大きく発根率の低下がみられた。容量の大きい容器はかん水量の影響が小さく、夏季の高温時でも保湿性が高く維持されることにより発根率が高まるものと考えられる。

以上のことから、わい性台木‘豊楽台’の緑枝挿しの発根率を高め、効率的に苗木を育成するためには、充実した新梢から7月の梅雨が明けるとの最高気温が30°C以下の時期に挿し穂を採穂する。発根促進剤としてNAA水溶剤40倍液を用い、さし穂に浸漬処理を行う。さらに、挿し木に用いる容器は挿し木苗を移植せずに育成できるキャビティコンテナ300mLやプラスチックポット1,000mLを使用し、培地は水持ちの良いメトロミックス培土またはピートモスと鹿沼土の1対1混合培土を用いて挿し木を行う。挿し木した容器は遮光したミスト室内に置き、ミストかん水を10分間隔で20秒(0.36l/m²)程度行って育成すると良いと考えられた。

V 摘要

カキわい性台木‘豊楽台’の緑枝挿しの発根率を高めて苗木を効率的に養成するために、挿し木時期(挿し穂採取時期)、発根促進剤のNAA水溶剤濃度、挿し木培土、挿し木容器、ミストかん水量について検討した。

挿し木時期は、充実した新梢が得られる7月初めから7月の梅雨が明けるとの期間に行う。

挿し穂には発根促進剤としてNAA水溶剤40倍液に浸漬処理を行い、メトロミックス培土またはピートモスと鹿沼土の1対1混合培土を充填したキャビティコンテナ300mLやプラスチックポット1,000mL容器に挿し木する。

挿し木後は容器をミスト室内に置き、ミストかん水量は昼間10分間隔で20秒(0.36L/m²)程度行う。

これらにより70~80%の発根率となり、効率的なわい性台木の養成が可能となると考えられる。

引用文献

- 東 暁史・薬師寺 博・児玉佳子・山崎安津 (2011) 組織培養によるカキわい性台木系統の大量増殖. 園学研 10 (別), 349.
- 後藤光憲・松村博行・尾関 健 (1997) カキ‘富有’のわい化に関する研究 (第2報) 中間台木の効果. 園学雑 18 (別2), 4-5.
- 橋本 望・内山仁志・村上 覚・山口和希・荒木勇二 (2018) カキわい性台木3品種の組織培養における品種間差異. 園学研 17 (別1), 45.
- 服部憲明・鎌田憲昭・支部卓史・安間貞夫・加々美 裕・荒木勇二・種石始弘 (2015) カキわい性台木新品種‘静カ台1号’及び‘静カ台2号’の育成とその特性. 静岡農林研研報 第8号, 61-67.
- 伊藤四郎 (1988) 果樹のわい化栽培 (9) 平核無のわい化栽培による早期多収法②. 農及園 63, 450-458.
- 加々美 裕・鹿野栄士・荒木勇二・安間貞夫 (1995) 茎頂培養によるカキ台木の増殖. 静岡柑橘研報 26, 7-26.
- 河合義隆 (1999) 挿し木発根におけるサイトカイニンとジベレリンの影響を考える. 根の研究 8, 128-132.
- 真子伸生・吉田安伸・本美善央・坂野 満・木村伸人・榊原正義 (2000) 中間台木利用によるカキの生育抑制. 愛知農総試研報 32, 129-133.
- 松本敏一・山田員人 (1993) 茎頂培養によるカキ台木の大量増殖. 島根農試研報 27, 41-46.
- 大畑和也 (2019) 豊楽台の開発. 農業技術体系果樹編 4, p116 の2-116 の8.
- 大畑和也・高橋洋靖・神田巳樹夫・高橋利幸・薬師寺 博・倉橋孝夫・持田圭介 (2018) カキ‘豊楽台’を中間台木として利用した‘西条’の生育特性. 園学研 18 (別2), 96.
- 陶山大志 (2015) スギ・ヒノキのコンテナ苗生産の手引き. 島根県中山間地研究センター, 1-26.
- 鉄村琢哉・田尾龍太郎・杉浦 明 (1998) カキの挿し木繁殖に関する研究 (第1報) 休眠枝挿し園学雑 67 (別2), 186.
- 鉄村琢哉・田尾龍太郎・杉浦 明 (1999) カキの挿し木繁殖に関する研究 (第2報) 緑枝挿し園学雑 68 (別1), 179.
- 鉄村琢哉 (2013) わい性台木の繁殖方法. 農業技術体系果樹編 4, 117-119.
- 塚本正美・一井隆夫・沢野 実・尾崎 武 (1959) カキ樹の挿し木発根に関する研究 第1報 柿樹の挿し木発根に及ぼす黄化处理の効果について. 兵庫農大研報農化編 4, 60-64.
- 薬師寺 博・東 暁史・児玉佳子・山崎安津 (2011) 緑枝挿し木における IBA 処理回数および葉数がカキわい性台木の繁殖性に及ぼす影響. 園学研 10 (別2), 358.
- 薬師寺 博 (2013) わい性台木. 農業技術体系果樹編 4, 113-116.
- 薬師寺 博・西村遼太郎・山崎安津・杉浦裕義 (2018) NAA 浸漬処理によるカキ‘豊楽台’の緑枝挿しにおける発根促進効果. 園学研 17 (別2), 405.

Summary

To increase the rooting rate for softwood cuttings of ‘Hourakudai’ dwarfing persimmon rootstocks, we examined optimum softwood cutting time, concentrations of NAA (1-naphthylacetic acid sodium) water-soluble powder as a rooting promoter, rooting medium, types of propagation container, and the amount of mist irrigation.

The cuttings survived and rooted when planted between the beginning of July, when shoots are in a firm state, and the late July at the end of the rainy season.

The cuttings were dipped for 5 to 10 seconds in an NAA water-soluble powder diluted 40-fold, and then planted in an upright position in either a 300-mL cavity container or a 1,000-mL plastic pot filled with Metro-Mix350J soil or mixture of peat moss and Kanuma soil (1:1, v:v).

The cavity containers and plastic pots with cuttings were placed in a mist room and irrigated by misting for about 20 seconds (0.36 L/m²) every 10 minutes during daylight hours.

As a result, the rooting rate of the softwood cuttings of ‘Hourakudai’ ranged from 70 to 80%, and it was thought that dwarf rootstock nursery can be cultivated efficiently.

島根県オリジナルアジサイ‘銀河’の育成とその特性

女鹿田博之¹⁾・加古哲也^{2・3*)}・清水由佳²⁾・春木和久¹⁾・北川 優¹⁾・
近重克幸⁴⁾・持田耕平^{2・3)}・神門卓巳²⁾・石井満彦⁵⁾

Breeding and Characteristics of New Hydrangea Cultivar ‘Ginga’

Hiroyuki Mekada, Tetsuya Kako^{*}, Yuka Shimizu, Kazuhisa Haruki,
Masaru Kitagawa, Katsuyuki Chikashige, Kohei Mochida,
Takumi Kando and Mitsuhiko Ishii

I 緒 言

近年、母の日出荷の鉢物品目として、カーネーションに加え、アジサイ (*Hydrangea macrophylla* (Thunberg) Ser.) が注目されている。島根県においても、1960年代から栽培されてきた鉢花シクラメンの補完品目として、2004年からアジサイの栽培を推奨している。それと並行して、島根県農業技術センターでは2005年からアジサイの育種に取り組み、‘島系 Hyd06-01 (登録商標：万華鏡)’ (以下‘万華鏡’), ‘島系 Hyd06-02 (登録商標：美雲)’ (以下‘美雲’) を育成 (女鹿田ら, 2014) し、現在、これらの品種は島根県内の鉢物生産者によって広く生産されている。

アジサイの観賞部位は花序で、その観賞性は花序の形状、装飾花の形状および花色、それらの組み合わせによって構成される。花序の形状にはテマリ咲きとガク咲きがあり、装飾花の形状

には一重咲きと八重咲きがある。これら花器形質について、市場評価では、花序の形状はテマリ咲き、ガク咲きともに同等の商品性があるといわれている。一方、装飾花は、一重咲きは開花時に花粉および葯が脱落して周囲を汚すことがあり、室内に飾る際に敬遠されることがある。そのため、品種の育成においては葯がガク片化し花粉が出ず、なおかつガク片の枚数が多く観賞性に優れた八重咲き形質の付与が重要である。それに加え、ガク片に覆輪等の複色要素が入ると装飾性が高まり、より高価格が期待できる (巢山, 2018) と考えられる。なお、既存の島根県オリジナルアジサイ品種‘万華鏡’, ‘美雲’はいずれも八重・テマリ咲きである。一方で、生産現場から品種の拡充を目的に、ガク咲きの品種の育成が望まれていた。そこで島根県農業技術センターにおいて、八重・ガク咲き品種の育成を目標に交配、選抜を行い、新品種‘銀河’ (ぎんが) を育成した。

- 1) 島根県農業技術センター (現在, 退職)
- 2) 島根県農業技術センター
- 3) 鳥取大学大学院連合農学研究科
- 4) 島根県農業技術センター (現在, 島根県産業技術センター)
- 5) 島根県農業技術センター (現在, 島根県立農林大学校)

* Corresponding author

表1 アジサイ‘城ヶ崎’×‘フラウタイコ’のF₂世代における花器形質の分離

交配組み合わせ	個体数	観測値	理論分離比 ²⁾	χ^2	p
城ヶ崎 × フラウタイコ	25	ガク : テマリ	ガク : テマリ	2.38	0.1222
		22 : 3	3 : 1		
		一重 : 八重	一重 : 八重		
うち、八重咲き集団	8	17 : 8	3 : 1	0.72	0.3954
		ガク : テマリ	ガク : テマリ		
		7 : 1	3 : 1		

²⁾ 花序の形状 (ガク, テマリ) は Uemachi・Okumura (2012) に, 装飾花の形状 (一重, 八重) は 巢山ら (2008) による

本研究では, ‘銀河’の育成経過を示し, また, その品種特性を農林水産植物種類別審査基準に沿って明らかにした. それに加え, アジサイにおける花色制御技術として重要な栽培用土の組成が花色に及ぼす影響, ならびに, 鉢物として栽培する上で重要となるわい化剤の影響を調査した.

II 育成経過

‘銀河’は2005年5月下旬から6月下旬にかけて, 八重・ガク咲きの‘城ヶ崎’を種子親, 一重・テマリ咲きの‘フラウタイコ’を花粉親として交雑を行い, 育成期間短縮を目的に胚珠培養を行った. 得られた雑種第一代 (以下, F₁) 実生苗を11月に128穴セルトレイへ移植, 馴化した後, 2006年1月に10.5cmポリポットへ移植, 2月に温室に搬入し, 加温促成栽培を行った. 6月下旬から7月下旬にかけて開花したF₁個体について自家受粉し, 胚珠培養を行い, 実生を得た. 得られた実生は, F₁同様の栽培を行い, 2008年5月に開花した雑種第二代 (以下, F₂) 実生集団25個体より, ガク咲きかつ八重咲きの7個体 (表1)を選抜し, そのうち, ガク片に覆輪を有し, 観賞性が優れると考えられる1個体を選抜した. その個体を増殖, 養成し2012年の特性調査において形質の安定性を確認し育成を完了した.

なお, 品種名は2012年4月から5月にかけて一般公募を行い, ‘銀河’に決定した.

本品種は, 2012年9月に品種登録出願, 同年12月に公開され, 2016年9月に品種登録 (品種登録番号: 第25410号) された.

III 材料および方法

1 品種特性

特性調査は, ‘銀河’および, 対照品種として種子親の‘城ヶ崎’ならびに花粉親の‘フラウタイコ’を各8個体供試し, 半促成作型で行った. 挿し木は, 2011年5月17日に挿し木用土 (プライムミックスTKS-2 (株) サカタのタネ) : パーライト=2:1, 容積比)を128穴セルトレイに充填したものをを用いて行った. 鉢上げは, 6月22日に10.5cmポリポット用いて行い, 栽培用土には混合用土 (未調整ピートモス: パーライト: 赤玉土: 鹿沼土: 腐葉土=4:2:2:1:1, 容積比)に基肥としてロングトータル花き1号140日タイプ (N:P₂O₅:K₂O=13:14:8) (ジェイカムアグリ (株)) を用土1L当たり4g添加したものを使用した. 鉢上げ後は開放ガラス室内で管理した. 摘心は7月26日に行い, 追肥は9月20日にロングトータル花き1号70日タイプ (N:P₂O₅:K₂O=13:14:8) (ジェイカムアグリ (株)) をポット当たり1g施用した. その後, 2012年1月下旬まで開放ガラス室で管理し, 低温に遭遇させた. 鉢替えは1月30日に鉢上げと同様の用土を用いて直径15cm, 高さ14cmの5号プラスチック鉢に行った. その後, 2月1日からガラス室内において最低温度16°C, 換気温度21°Cで加温管理した. 加温開始後の施肥管理は液肥で行った. 肥料は養液土耕2号 (N:P₂O₅:K₂O=14:8:25) (OATアグリオ (株)) を用い, 鉢上げ15日後から着色が始まるまで窒素濃度50~100ppmに希釈したものを7日間隔で施用した. 調査は, 農林水産植物種類別審査基準あじさい属に基づき生態的特性ならびに形態的特性について行った. 生態的特性は, 萌芽, 発蕾, 開花の時期を調査した. 形態的特性は農林水産

女鹿田・加古・清水・春木・北川・近重・持田・神門・石井：
島根県オリジナルアジサイ‘銀河’の育成とその特性

表2 ‘銀河’，‘城ヶ崎’および‘フラウタイコ’の
萌芽日，発蕾日および開花日

品種	萌芽日	発蕾日	開花日	到花日数 ²⁾ (日)
銀河	2月3日	2月24日	4月25日	84
城ヶ崎	2月3日	3月4日	4月22日	81
フラウタイコ	2月12日	3月8日	4月30日	89

²⁾ 加温開始（2月1日）から開花までの日数

植物種類別審査基準あじさい属のうち14項目、すなわち、樹形、樹高、枝の斑点の多少、葉身全体の形、葉身先端の形、葉身の切れ込みの有無、葉縁の形、葉身長、葉身幅、花序の形、花序の花型、花序の直径、装飾花の直径、装飾花のガク片の形について開花期に調査した。それに加え、生産上重要と考えらえる樹高、葉の大きさ、花器形質について調査した。

2 花色に及ぼす栽培用土の影響

‘銀河’について、青用土区、赤用土区を設定し、各処理区につき3株供試し、半促成作型で栽培を行った。2010年6月25日にOasis[®] Wedge Media 5615 (Smithers-Oasis Co.) にさし木を行い、発根した苗を7月20日に9cm黒色ポリポットへ鉢上げした。鉢上げ用土は、青用土区は青用土（未調整ピートモス：パーライト：赤玉土：鹿沼土：腐葉土＝4：2：2：1：1（容積比）に炭酸苦土石灰を $0.4\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 混和した培養土）と、赤用土区は赤用土（調整ピートモス：パーライト：発泡ガラス（株）鳥取再資源化研究所）：腐葉土＝4.5：2.5：2：1（容積比）に炭酸苦土石灰（アルカリ分55%，可溶性苦土15%）（上田石灰製造（株））を $0.9\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 混和した培養土）とした。基肥として、各用土ともエコロング424-70日タイプ（ $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}=14:12:14$ ）（ジェイカムアグリ（株））を用土1L当たり4g添加、混和した。摘心は行わず、追肥として9月17日にエコロング424-70日タイプを一鉢当たり1g施用した。その後、2011年2月上旬まで開放ガラス室で管理し、低温に遭遇させた。鉢替えは2月7日に鉢上げと同様の用土を用いて直径15cm、高さ14cmの5号プラスチック鉢に行い、同日からガラス室内において最低温度 16°C 、換気温度 21°C で加温管理した。加温開始後の施肥管理は液肥で行った。肥料はPETERS PROFESSIONAL 20-

20-20（ $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O}=20:20:20$ ）（The Scotts Co.）を用い、鉢上げ15日後から着色が始まるまで窒素濃度100ppmに希釈したものを7日間隔で施用した。調査は着色完了期に行い、ガク片中央部の花色を分光色差計（NF333：日本電色工業（株））を用い、 $\text{CIE}L^*a^*b^*$ 値を測定した。

3 わい化剤の影響

2011年～2012年にかけて、前述の品種特性調査と同様の作型で栽培した6株について、ダミノジット（ビーナイン顆粒水溶剤（日本曹達（株）））を8000ppmに希釈した水溶液を萌芽7日後の2月3日およびその21日後の2月24日に新梢全体が濡れる程度に散布する区と、ダミノジットを散布しない無処理区を比較した。調査は満開期に草丈、節間長、茎径、花器形質について行った。

IV 結果

1 品種特性

生態的特性を表2に、開花時の形態的特性を表3、表4、表5、図1および図2に示した。

2月1日加温開始の半促成栽培において、‘銀河’の萌芽日は2月3日であり、‘城ヶ崎’と同日、‘フラウタイコ’よりも9日早かった。発蕾日は2月24日であり、対照品種よりも9～13日早かった。一方、開花日は4月25日で、‘城ヶ崎’よりも3日遅く、‘フラウタイコ’よりも5日早かった。加温開始日からの到花日数は‘城ヶ崎’と‘フラウタイコ’の間となり、84日であった（表2）。

開花時の形態的特性について、‘銀河’の樹高は高であり、‘フラウタイコ’よりも高かった。枝の斑点の多少は多であり、‘フラウタイコ’よりも多かった。葉身の先端の形は‘城ヶ崎’が鋭

表3 ‘銀河’，‘城ヶ崎’および‘フラウタイコ’の形態特性

形質 ^z	銀河	城ヶ崎	フラウタイコ
樹形	直立性	直立性	直立性
樹高	高	高	中
枝の斑点の多少	多	多	少
葉身全体の形	卵形	卵形	卵形
葉身先端の形	鋭形	鋭尖形	鋭形
葉身の切れ込みの有無	有	有	有
葉縁の形	細かい	細かい	粗い
葉身長	中	長	中
葉身幅	中	中	中
花序の形	平形	平形	球形
花序の花型 ^y	ガクアジサイ型	ガクアジサイ型	アジサイ型
花序の直径	大	中	中
装飾花の直径	大	中	小
装飾花のガク片の形	かぶ形	卵形	かぶ形

^{z)} 農林水産植物種類別審査基準あじさい属による

^{y)} 農林水産植物種類別審査基準により、ガクアジサイ型はガク咲きを、アジサイ型はテマリ咲きを示す

尖形であったのに対し、鋭形であった。葉身の切れ込みはいずれの品種にもあり、葉縁の形は‘フラウタイコ’が粗いのに対し、細かかった。葉身長は中であり、‘城ヶ崎’よりも短かった。花序の形は‘城ヶ崎’と同様に平形をしており花型はガクアジサイ形であった。花序および装飾花の直径は両品種よりも大きく、ガク片はかぶ形であった(表3)。

‘銀河’は‘フラウタイコ’に比較して新梢の伸長が旺盛で、‘城ヶ崎’同様に樹高が高かった。一方、葉の大きさは3品種の中で最も小さかった(表4, 図1)。花器形質について、花序は‘城ヶ崎’同様に縦径が小さく、扁平であった。横径は3品種の中で最も大きくなった。花序数は‘フラウタイコ’より少なかった。装飾花の数は‘城ヶ崎’同様に少なかったが、装飾花のガク片は多く、八重咲きの形質を示した(表5)。ガク片中央部の花色は‘城ヶ崎’同様の明青紫であり、ガク片外縁部に‘フラウタイコ’同様の白色の覆輪を有した。審査基準にない特性として、花序中央部の雌性花のガク片が、装飾花のガク片状に肥大して白ないしは青く着色し、盛り上がる特徴を有していた(図2)。

2 花色に及ぼす栽培用土の影響

花色に及ぼす栽培用土の影響について表6および図3に示した。

‘銀河’の花色は栽培用土によって変化した。

青用土区のガク片色は a^* 値が7.7、 b^* 値が-25.0となり、青紫に呈色した。一方、赤用土区は、 a^* 値は22.2と b^* 値は-19.4で青用土区より高く、赤く呈色した(表6, 図3)。

3 わい化剤の影響

わい化剤が開花期の形質に及ぼす影響について表7, 表8および図4に、わい化剤が装飾花の覆輪の発現に及ぼす影響について図5に示した。

‘銀河’における萌芽後のダミノジット剤2回処理により、草丈は有意に減少した(表7)。また、節間長は、第1~2, 第2~3, 第3~4節間の長さが有意に減少した。一方、各節間の茎径に差はみられなかった(表8)。花器形質では、花序の縦径や装飾花数に有意な差は見られなかったが、横径は有意に大きくなった(表7, 図4)。装飾花ガク片の覆輪は、ダミノジット剤処理により減少ないし消失した(図5)。

V 考察

アジサイ ‘城ヶ崎’と‘フラウタイコ’のF₂集団より、島根県オリジナルアジサイの新品種 ‘銀河’を選抜、育成した。‘銀河’は、八重・ガク咲きの花型を示し、樹高は高く、茎の斑点は多く、花序は平たくなり、これらの形質は ‘城ヶ崎’のものを受けついでいた。一方、ガク

表4 ‘銀河’，‘城ヶ崎’および‘フラウタイコ’の
開花時における草姿

品種	樹高 ^z	葉身長 ^y	葉身幅
	(cm)	(cm)	(cm)
銀河	47.9	10.6	8.3
城ヶ崎	44.3	12.0	8.2
フラウタイコ	38.2	11.2	8.5

^{z)} 地際から植物体最上部の高さ

^{y)} 葉身長および葉身幅は花房下3節目の葉を測定した

表6 異なる栽培用土で栽培された‘銀河’のガク片色

用土	ガク片色 ^z		
	L*	a*	b*
青用土	65.3	7.7	-25.0
赤用土	60.5	22.2	-19.4
t検定	n. s. ^y	**	**

^{z)} CIE L*a*b* 値

^{y)} t検定により，同一列の標本間に**は1%水準の有意差があることを，n. s. は有意差がないことを示す

表5 ‘銀河’，‘城ヶ崎’および‘フラウタイコ’の花器形質

品種	花序		花序数 (個/株)	装飾花数 (個/花序)	装飾花	
	縦径 (cm)	横径 (cm)			直径 (cm)	ガク片数 (枚)
銀河	7.3	22.4	3.1	9.4	7.0	13.2
城ヶ崎	6.2	17.7	3.6	7.9	6.2	12.5
フラウタイコ	12.2	19.1	4.6	168.9	4.6	4.2

表7 半促成栽培の‘銀河’における加温開始後の
ダミノジット処理が草丈および花器形質に及ぼす影響

試験区	草丈 (cm)	花序		
		縦径 (cm)	横径 (cm)	装飾花数 (個)
無処理区	32.9	7.2	21.9	10.7
ダミノジット処理区	28.2	6.1	24.9	11.0
t検定	** ^x	n. s.	**	n. s.

^{z)} t検定により，*は5%水準の，**は1%水準の有意差があることを，n. s. は有意差がないことを示す

表8 半促成栽培の‘銀河’における加温開始後のダミノジット処理が節間長および節間茎径に及ぼす影響

試験区	節間長 ^z (cm)				節間茎径 ^y (mm)		
	第1～2節間	第2～3節間	第3～4節間	第4～5節間	第1～2節間	第2～3節間	第3～4節間
	無処理区	8.5	7.8	3.5	1.0	5.1	5.4
ダミノジット処理区	6.9	4.7	2.0	1.1	6.0	5.6	5.5
t検定	* ^x	*	**	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

^{z)} 花序直下の節を第1節とした

^{y)} 花序直下の節を第1節とし，各節間の中央部を測定

^{x)} t検定により，*は5%水準の，**は1%水準の有意差があることを，n. s. は有意差がないことを示す



‘銀河’（開花初期）

‘銀河’（開花後期）

‘城ヶ崎’

図2 ‘銀河’ および ‘城ヶ崎’ の花器形質

図1 ‘銀河’，‘城ヶ崎’ および ‘フラウタイコ’
の開花期の草姿

図は左より ‘フラウタイコ’，‘銀河’，‘城ヶ崎’
を示す

図4 ‘銀河’ の草姿に及ぼすダミノジット
処理の影響

図3 ‘銀河’ の花色に及ぼす栽培用土の影響

図5 ダミノジット処理により覆輪が消失した
‘銀河’ の装飾花

女鹿田・加古・清水・春木・北川・近重・持田・神門・石井：
島根県オリジナルアジサイ‘銀河’の育成とその特性

片は、形状はかぶ形で、白い覆輪が入り、‘フラウタイコ’の形質を受けついでいた。また花色は、多くの有色アジサイ同様、栽培用土の組成によって青～赤の範囲で制御できることが示された。

アジサイの基本種は伊豆諸島に分布するガクアジサイであり、ガク咲きの一重である。テマリ咲きはガクアジサイから派生した変異と考えられており、ガク咲きに対して潜性の遺伝様式を示し、それは単一の対立遺伝子により制御されていることが知られている (Uemachi・Okumura, 2012) 。‘銀河’の育成過程においても、ガク咲きに対してテマリ咲きの個体数は少なく、理論分離比と合致し、潜性であることが示唆された (表1) 。一方、交配親と異なり、‘銀河’は花序中央部が開花の推移とともに盛り上がる特徴的な形質を有しており、テマリ咲きとガク咲きの中間的な形態を示した。このような形質を有する品種としては、‘舞孔雀’や、‘城ヶ崎’の枝変わりである‘城マリー’が知られている。しかし、この形質の遺伝様式や、盛り上がる花序中央部の器官類別に関する報告は見当たらず、今後明らかにすべき課題である。

装飾花の形態に関して、八重咲きは一重咲きに対して遺伝的に潜性形質であり、八重咲き形質を獲得するためには、八重咲き品種由来のF₁個体からF₂集団を育成し、形質を分離させる必要があることが知られている (Suyama ら, 2015) 。今回の育成過程においても、F₂集団では一重咲きに対して八重咲きの個体は少なく、Suyama らの示す理論分離比と合致する結果が得られており、単一の対立遺伝子により制御されていることが示唆された。なお、八重咲きの集団内においてもガク咲きとテマリ咲きが分離しており、その集団で観測された分離比は理論分離比に従っていたことから (表1) 、花序のガク咲きとテマリ咲きを制御している遺伝子と、装飾花の一重と八重を制御している遺伝子は独立して遺伝していると考えられた。

鉢物花きは鉢を含めた全体が観賞対象となるため、鉢も含めた草姿のバランスが重要とされる。しかし、収穫後の調整によって草丈を揃えることのできる切花と比較して、鉢物花きは収穫

時に鉢と植物体のバランスを調整することが困難なため、生産段階から出荷時の草姿を前提とした管理がより重要となる。アジサイを鉢物として生産する場合、草丈制御の手段にわい化剤としてダミノジットが用いられる。ダミノジットはアジサイの加温促成開始後に散布することにより、草丈を小さくする効果が知られており、現場でも広く使用されている。今回、‘銀河’の草丈制御を目的に、萌芽期～新梢伸長期に2回、8000ppmのダミノジット水溶液を散布することで他のアジサイ同様に草丈がわい化することが示された。鉢花のバランスを評価する指標として、鉢の高さに対する草丈の比率 (草丈比) があげられ、その比は1.62が最適であるとされている (中島・後藤, 2019 ; Sachs ら, 1976) 。本研究の‘銀河’では、わい化剤を使用しない場合の草丈比は2.35であったが、ダミノジット処理を行うことで2.01に改善した。また、ダミノジット処理の効果は、各節間が短縮することで総合してわい化しており、各節間長のバランスを大きく崩すことなく草姿の制御が可能であることが示された (表7, 表8) 。

一方、ガク片に覆輪を有するアジサイ品種にダミノジットを使用すると覆輪が減少ないしは消失することが知られている (加古ら, 2014) 。そのため、覆輪を有する本品種の普及に当たっては、あらかじめダミノジット剤が覆輪に及ぼす影響について知見を蓄積しておく必要がある。今回、‘銀河’においても、既報の‘万華鏡’同様に、ダミノジット処理によってガク片の覆輪は減少もしくは消失した。覆輪の消失は、‘銀河’の特性が示されないのみならず、観賞価値を大きく毀損する。一方、加古ら (2014) は‘万華鏡’において、ダミノジット処理によってガク片の覆輪が減少ないしは消失するものの、温室被覆材の種類によってはその程度が少なく、覆輪の発現と草丈の制御を両立できる可能性を指摘している。‘銀河’においても、ダミノジット処理時の温室被覆材の検討を行うとともに、早朝低温 (加古ら, 2015) やDIFを小さくすることによる草丈のわい化 (Erwin ら, 1989) など、わい化剤を使用しない草姿制御技術が花色に及ぼす影響についても検討する必要がある

う。

なお、‘銀河’の栽培上の注意点として、鉢物用アジサイ品種の中では分枝性が低い部類のため、育苗時の摘心を2回以上行う必要がある。花色について、覆輪の明瞭な発現のため、発蕾期以降はできるだけ遮光せず、明るい環境下で管理することが重要である。また、うどんこ病への耐性は高くないため、耕種的防除、薬剤防除を十分に行う必要がある。

アジサイ‘銀河’は特徴的な花器形質を含め、高い観賞価値が評価され、ジャパンフラワーセレクション 2016-2017 における最優秀賞であるフラワー・オブ・ザ・イヤーの受賞をはじめ、F&G ジャパンセレクション第1席、新花コンテスト第1席を獲得し、史上初の三冠を達成した。今後、‘銀河’の鉢花生産技術の開発をすすめることにより、島根県におけるアジサイ産地の競争力強化への貢献が期待される。

V 摘要

島根県農業技術センターは、島根県オリジナルアジサイ‘銀河’を育成した。‘銀河’は、‘城ヶ崎’と‘フラウタイコ’の交雑のF₂集団から選抜され、花序はガク咲き、装飾花は八重咲きで、ガク片に覆輪を有する品種である。花色は用土の組成により制御可能で、青色～赤色に発色させることができる。特徴的な形質として、花序中央部の小花にも装飾花様のガク片がある。また、わい化剤として加温促成開始後にダミノジット処理を行うと、草丈は低くなるがガク片の覆輪が減少ないしは消失することが示された。

引用文献

- Erwin, J. E., R. D. Heins, M. G. Karlsson (1989) Thermomorphogenesis in *Lilium longiflorum*. *Am. J. Bot.* 76, 47-52.
- 加古哲也・女鹿田博之・川村 通(2014) 矮化剤処理と温室被覆材がアジサイ‘万華鏡’の鉢物品質に及ぼす影響. 園学研 13 (別1), 408.
- 加古哲也・中島 拓・道園美弦・川村 通(2015) 早朝低温処理時間帯の違いが異なる条件で栽培されたアジサイの生育に及ぼす効果. 園学研 14 (別2), 541.
- 女鹿田博之・春木和久・北川 優・近重克幸 (2014) アジサイ新品種‘万華鏡’, ‘美雲’. 島根農技研報 42, 13-20.
- 中島 拓・後藤丹十郎 (2019) エラチオール・ベゴニア‘ネティア’の生育, 開花および草姿に対する間欠冷蔵処理と短日処理効果の比較. 植物環境工学 31, 210-215.
- Sachs, R. M., Kofraneck, A. M. and Hackett W. P. (1976) Florist's Review October 21. *Florists' Review Enterprises*. Topeka, 35-84.
- 巢山拓郎(2018) アジサイ属植物の種間交雑における育種技術に関する研究. 福岡県農林総試特別報告 8.
- Suyama, T., T. Tanigawa, A. Yamada, T. Matsuno, T. Kunitake, K. Saeki, & C. Nakamura, (2015) Inheritance of the double-flowered trait in decorative hydrangea flowers. *Hort. J.* 84, 253-260.
- Uemachi, T., and A. Okumura (2012) The inheritance of inflorescence types in *Hydrangea macrophylla*. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 81, 263-268.

女鹿田・加古・清水・春木・北川・近重・持田・神門・石井：
島根県オリジナルアジサイ‘銀河’の育成とその特性

Summary

A new hydrangea cultivar ‘Ginga’ was bred on Shimane Agricultural Technology Center. This cultivar was selected from F₂ hybrid seedlings of ‘Jōgasaki’ as a seed parent and ‘Frau Taiko’ as a pollen parent. The characteristics of ‘Ginga’ include a lacecap-type inflorescence, double-flowered decorative flowers, and white picotee on the sepals. The flower color is controllable in the range from blue to red by adjusting the composition of the soil. As a specific trait, the center of the inflorescence has decorative-flower-like sepals. A daminozide treatment is effective for retarding the plant height. However, the daminozide treatment causes a loss of ornamentality due to the reduction or loss of picotee on the sepals.

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

梅野康行¹⁾

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

Yasuyuki Togano

目次

第1章 緒論	57	第2節 大粒系統‘デラウェア’を利用した GA 1回目処理の適期期間の拡大	90
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	61	第3節 大粒系統‘デラウェア’を利用した GA 1回処理技術の開発	94
第1節 休眠芽の発芽促進に及ぼす高温処理 の効果	61	第5章 総合考察	100
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	68	第6章 総合摘要	105
第3章 燃油削減を目指した温度管理法の改善	71	引用文献	107
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	71	謝辞	114
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	78	学会誌公表論文リスト	114
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	85	Summary	115
第1節 大粒系統‘デラウェア’の特性	85		
		第1章 緒論	
		ブドウ‘デラウェア’ (<i>Vitis labruscana</i> 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	

1) 島根県農業技術センター

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9,000ha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2,700ha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193haで, その内‘デラウェア’が約63%の122ha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

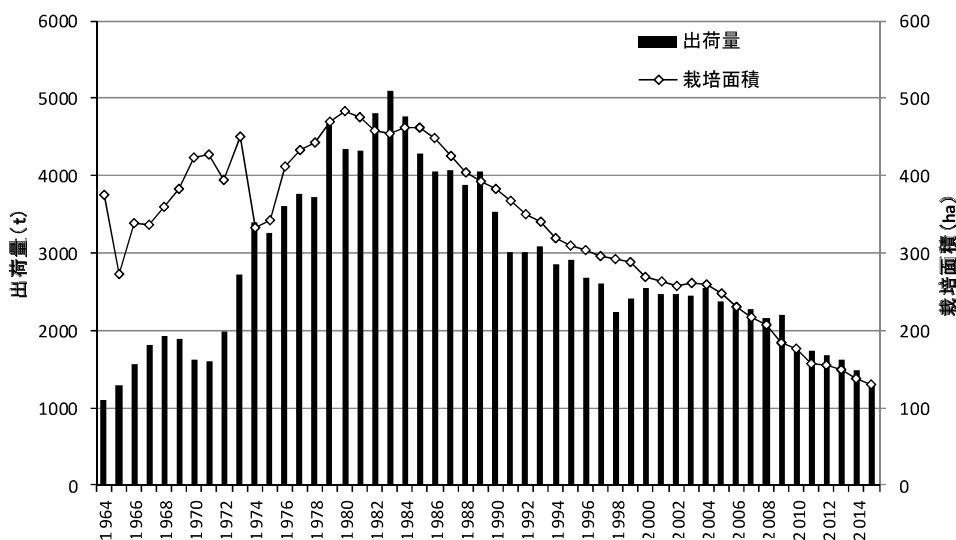


図 1-1 島根県における‘デラウェア’の出荷量と栽培面積の年次推移

(島根ぶどう共販60周年記念生産者大会資料, 2016)



図 1-2 砂丘地帯に広がるブドウのハウス群(島根県出雲市)

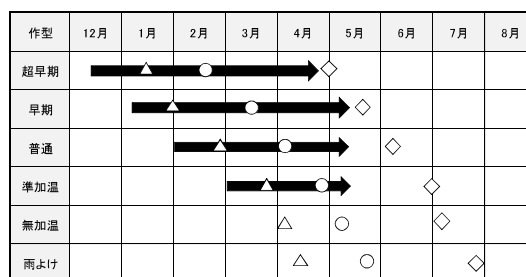


図 1-3 島根県における‘デラウェア’の作型構成

➡ 加温期間 ▲ 発芽期 ● 満開期 ◇ 成熟期

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(3.3ha)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

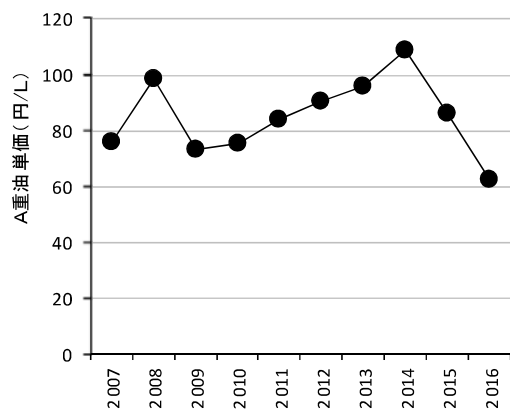


図1-4 A重油販売単価の年次推移 (JAしまね出雲地区本部)

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を十分満たしていない時期(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1-5)、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、今後も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

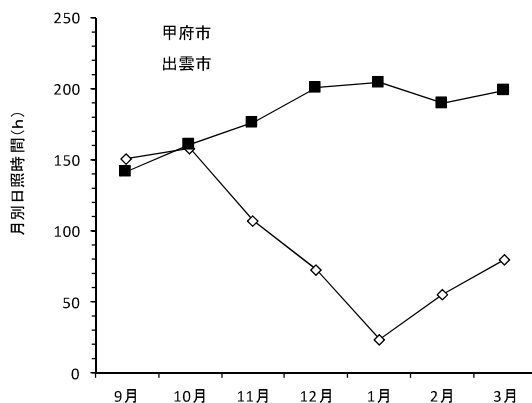


図1-5 出雲市と山梨県の日照時間の月別推移
甲府市: 甲府地方気象台(山梨県甲府市, 1981～2010年平年値)
出雲市: 出雲アメダスデータ(出雲市芦波町, 1987～2010年平年値)

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見られる(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’の作業時間削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。

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

I 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、2.1h/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6.5h/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。

II 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;433lux)、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;433lux)、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;433lux)、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、

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

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

^z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^y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(矢印の白抜きの部分)^x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)

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, 100ml ビーカに水挿しし, 昼温23°C(8:30~20:30, 照度; 433lux), 夜温18°C(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°C, 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°C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°C, 7°Cおよび10°C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, 1,001時間および1,265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, 100ml ビーカに水挿しし, 昼温23°C(8:30~20:30, 照度; 433lux), 夜温18°C(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。

III 結果

1 切り枝への35°Cと40°C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°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°C, 24時間, 35°Cと40°Cの48時間および間欠処理区の35°Cと40°C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°Cと40°C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°C

表2-1 ‘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(2008)

処理方式	処理温度	処理時間	発芽所要日数(日) ^z		
			採取日		
			11月6日	12月8日	1月5日
	対照区(慣行)		— ^y	41.1 a ^x	35.6 a
連続	35℃	8時間	—	39.5 ab	30.7 b
			40℃	—	35.6 abc
	35℃	24時間	—	32.5 cd	25.9 cd
			40℃	39.1	29.0 d
	35℃	48時間	34.7	30.0 cd	27.9 bcd
			40℃	34.4	28.3 d
間欠	35℃	8時間 (4時間×2日)	—	39.0 ab	29.8 bc
			40℃	—	35.9 abc
	35℃	24時間 (4時間×6日)	—	34.1 bcd	27.3 bcd
			40℃	—	31.8 cd
	35℃	48時間 (4時間×12日)	37.8	32.6 cd	28.4 bc
			40℃	37.4	31.9 cd
分散分析 ^w					
処理方式(A)			ns ^v	*	*
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 ^u			24	171	746

^z高温処理開始後からの発芽所要日数^y発芽率50%未満^x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)^w11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^v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^u切り枝採取日の6時までの7.2℃以下の気温を積算(アメダスデータ)

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、1,001 時間および 1,265 時間、7℃と 10℃では 1,001 時間と 1,265 時間より有意に多かった。

IV 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；433lux）、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；433lux）、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

表2-2 ‘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(2009)

処理時間	処理温度	発芽所要日数(日) ²		
		採取日		
		11月17日	12月6日	1月11日
	対照区(慣行)	— ^y	43.2 ab	32.7 ab
25℃	24時間	50.7 a ^x	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℃	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℃	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 ^w				
	処理温度(A)	** ^y	**	**
	処理時間(B)	**	ns	ns
	(A)×(B)	**	*	**
	低温積算時間 ^v	8	212	571

²高温処理開始後からの発芽所要日数^y発芽率50%未満^x同一処理日において、異符号間にTukey-Kramer法により5%水準で有意差あり(n = 10)^w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^v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^u切り枝採取日の6時までの7.2℃以下の気温を積算(アメダスデータ)

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処理時期別(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。

表 2-3 ‘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(2015)

処理温度	処理時間	発芽所要日数(日) ²
35℃・48h(対照区)		58.9
4℃	188時間	66.7
	397時間	49.6
	591時間	44.1
	790時間	35.6 ^{**y}
	1001時間	31.4 ^{**}
7℃	1265時間	27.9 ^{**}
	188時間	61.3
	397時間	59.4
	591時間	49.1
	790時間	44.8
10℃	1001時間	37.7 ^{**}
	1265時間	38.6 ^{**}
	188時間	68.3
	397時間	61.4
	591時間	47.9
10℃	790時間	51.6
	1001時間	32.8 ^{**}
	1265時間	33.9 ^{**}
低温積算時間		0

²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

^y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

*切り枝採取日の6時までの7.2℃以下の気温を積算(アメダスデータ)

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ることから、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。

V 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。

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

I 緒言

10~11月の出雲市の日照時間は, 4.3h/day (アメダスデータ, 出雲市芦渡町, 1987~2010年平均)

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
A	10月処理		高温 ²	◆	◆			
	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

²高温処理: 40h (8h/日×5日間)

◆: シアナミド剤 0.75%液処理(塗布)

梅野：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

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°C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°C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。

II 材料および方法

供試樹は、両屋根単棟型ハウス(8.6a)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P0フィルム(厚さ0.1mm)で地面を除く5面を取り囲んで(長さ18m×幅4m×高さ1.8m)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°C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°C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

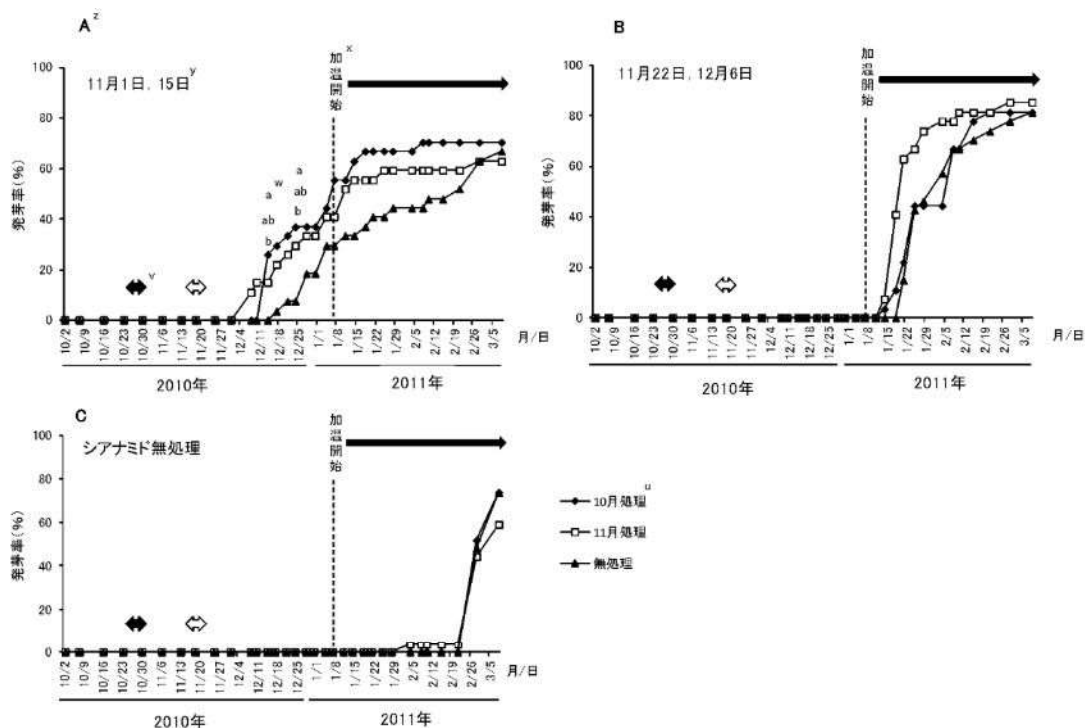


図2-3 35°C、40時間の時期別高温処理とシアナミド剤の2回処理が超早期加温栽培‘デラウェア’の発芽率に及ぼす影響

^aA,B,Cは図2-2の処理

^yシアナミド処理日

^x加温開始日;2011年1月7日

^uTukey-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)符号のない日には有意差なし(n=3)

^v高温処理期間;● 2010年10月25日~29日;◁▷ 2010年11月15日~19日

^u高温処理(30°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

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.

Ⅲ 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).

Ⅳ 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). 黒井は (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°C 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°C , 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°C 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

梅野：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

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。

V 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。

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

I 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

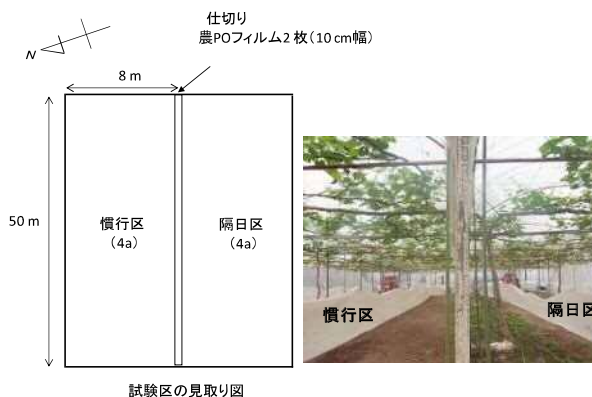


図 3-1 試験区の設定方法

第3-1表 隔日変温管理期間中の加温機の設定温度

年	処理区 ²	処理期間 (生育ステージ)	加温機の設定温度(℃)				
			昼間		夜間		
			時刻	7:00～18:00	18:00～22:00	22:00～3:00	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	13
			慣行設定日	20	20	18	18
			時刻	6:00～18:00	18:00～22:00	22:00～3:00	3:00～6:00
2015	昼夜間隔日区	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	13
			慣行設定日	20	20	18	18

²処理期間中、低温設定日と慣行設定日の設定温度を一日置きに繰り返した

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。

II 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ほ場（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P0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仕切って設定した（図3-1）。各区には重油加温機（HK4027TFV、ネボン（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: cm²/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10cm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、果皮色の測定は農林水産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20cm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。

Ⅲ 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0.95g/100mL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164.2gと1.7g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

Ⅳ 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

表3-2 隔日変温管理期間中のハウス内気温の実測値

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 ² (°C)	
2014 夜間隔日区 ¹	昼間 (7:00~18:00) 慣行設定日	31.3	17.4	23.0	20.2	666.6
	夜間 (18:00~7:00) 低温設定日	20.7	11.2	15.2		
	夜間 (18:00~7:00) 慣行設定日	24.8	15.3	19.8		
	<hr/>					
慣行区	昼間 (7:00~18:00) 慣行設定日	31.9	18.0	23.7	21.5	709.5
	夜間 (18:00~7:00) 慣行設定日	23.9	15.3	19.3		
<hr/>						
2015 昼夜間隔日区 ²	昼間 (6:00~18:00) 低温設定日	33.7	14.6	22.9	20.1	643.2
	昼間 (6:00~18:00) 慣行設定日	30.2	17.5	22.8		
	夜間 (18:00~6:00) 低温設定日	23.5	11.6	15.7		
	夜間 (18:00~6:00) 慣行設定日	25.2	15.8	19.3		
<hr/>						
慣行区	昼間 (6:00~18:00) 慣行設定日	32.7	18.0	23.5	22.1	707.2
	夜間 (18:00~6:00) 慣行設定日	26.6	15.4	20.7		

¹隔日夜変温管理期間中の積算温度(日平均気温×処理期間)

²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

³昼間と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

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°C)にならなかった。

2015年の昼夜間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

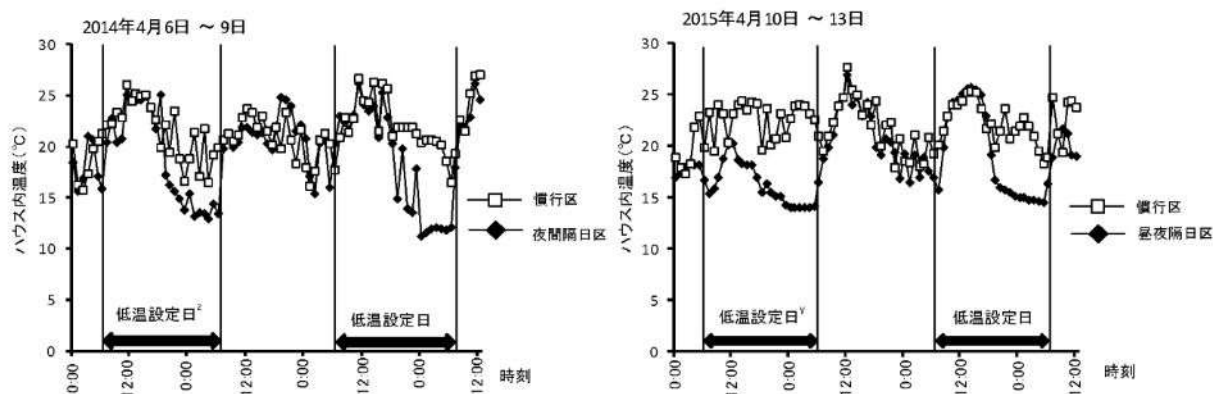


図3-2 隔日変温管理期間中のハウス内温度推移

¹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

²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

表3-3 隔日変温管理が生育期に及ぼす影響

年次	処理区	隔日変温管理開始後日数(日) ²	
		果粒軟化開始期	成熟期 ³
2014	夜間隔日区	26.8	52.3
	慣行区	27.0	51.0
	有意性 ⁴	ns	ns
2015	昼夜隔日区	31.8	50.0
	慣行区	30.8	50.2
	有意性	ns	ns

²隔日変温管理開始日 2014年:3月31日, 2015年:3月31日

³糖度が20°を超えた日

⁴t検定により, ns: 有意差なし(2014年:n=3, 2015年:n=4)

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°C, 20°C, 25°C, 30°C)を組み合わせて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

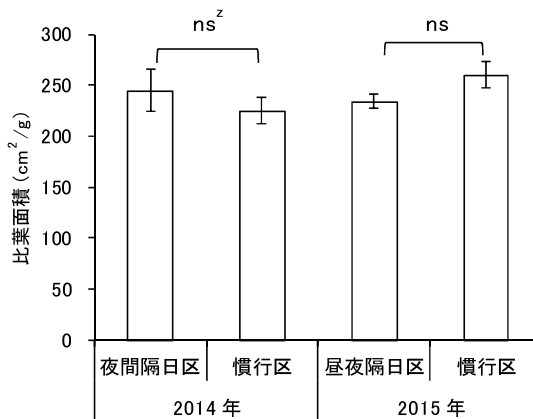


図3-4 隔日変温管理が比葉面積に及ぼす影響

²t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

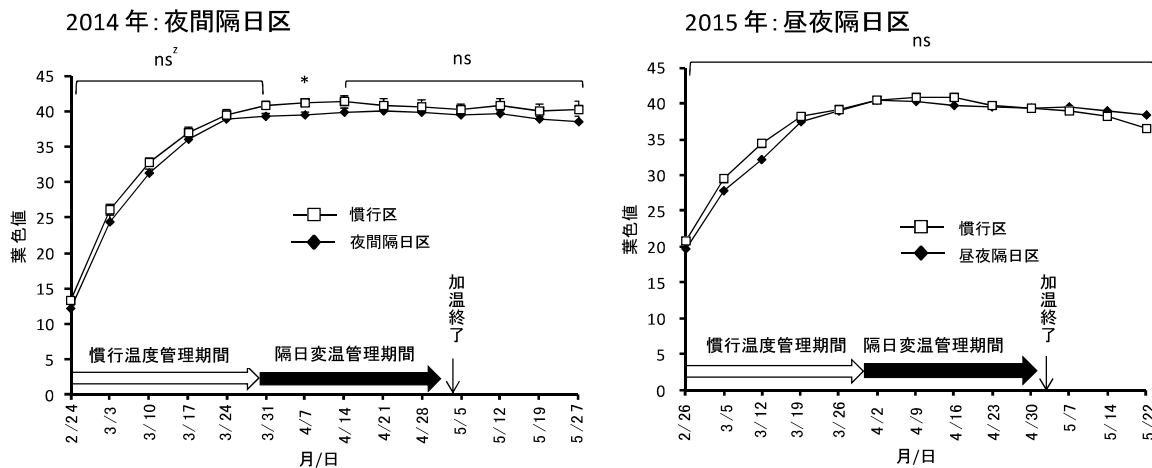


図3-3 隔日変温管理が葉色値に及ぼす影響

²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)

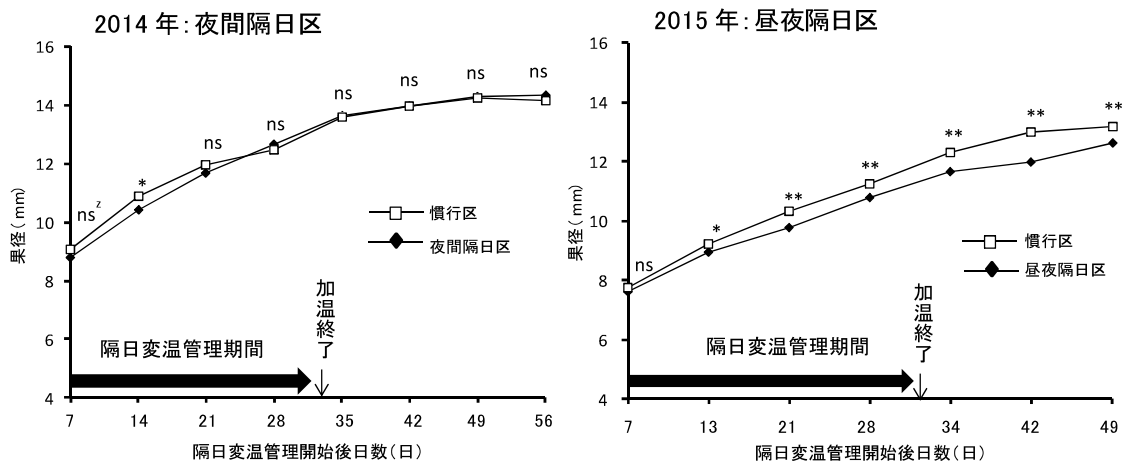


図3-5 隔日変温管理が果径に及ぼす影響

^z 調査日ごとのt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)

第3-4表 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 ^z	糖度 (°Brix)	酸度 (g/100ml)	着粒密度 ^y (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 ^x	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

^z(独)農研機構果樹研究所作成ブドウ用カラーチャート値

^y全着粒数/軸長で算出

^xt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)

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°C/夜温20°C、25°C/25°C

および25°C/20°C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°C(平均22.5°C)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°C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°Cで最大になり、

これより低い (15°C), または高い (35°C) 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°C に下げることから、平均温度が 0.6°C 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、本試験の隔日変夜温管理の期間は 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 10,028L/10a、慣行区は 10,896L/10a 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、本試験での隔日変夜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夜温管理では、夜間の設定温度を隔日で 5°C 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、隔日変夜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。

V 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°C 低くする隔日変夜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°C 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



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 3cm を示す

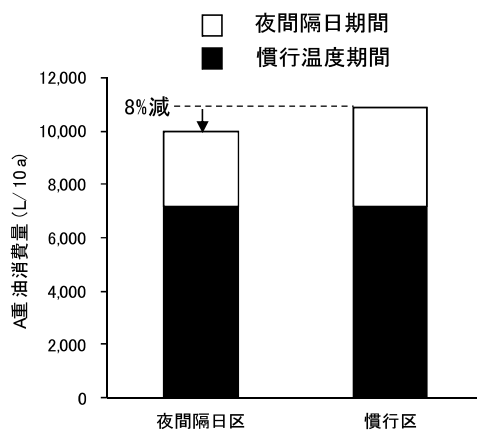


図 3-7 夜間の隔日変夜温管理が A 重油消費量に及ぼす影響
慣行温度期間: 2014 年 1 月 22 日 ~ 3 月 30 日
夜間隔日期間: 2014 年 3 月 31 日 ~ 5 月 2 日

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。

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

I 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(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。

II 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 8a 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/10a)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(4a)が同じになるよう農 P0 フィルム(厚さ 0.05mm)2 枚を 10cm 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 P0 フィルム(厚さ 0.05mm)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

梅野：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

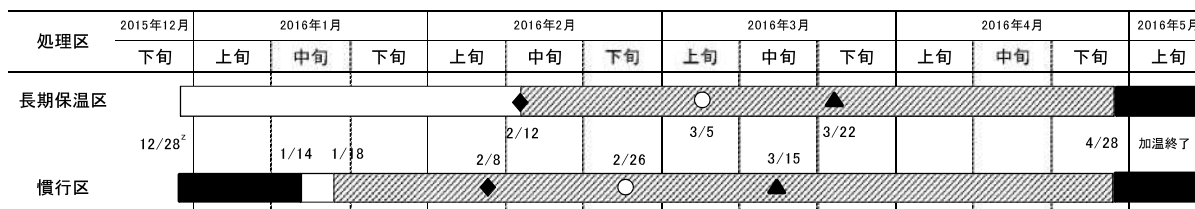


図3-8 長期保温区と慣行区の保温,加温および雨よけの管理パターン

月/日 ◆:発芽日 ○:GA1回目処理日 ▲:満開日
□:保温 ■:加温 ■:雨よけ

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

(JAIいずもぶどう部会生産技術部・東部農林振興センター, 2010)

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前日(12月27日)までの7.2°C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(農林水産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10a当たりの消費量に換算した。

Ⅲ 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時間で、慣行区は594時間であった。

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

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(℃)				7.2℃以下の ² 積算時間(h)	積算温度(℃) ^y		
	12/28～1/13	1/14～1/17	1/18～2/11	2/12～4/28		12月28日～発芽日 ^x	満開期 ^w ～成熟日 ^v	
	保温 ^u	保温	保温	加温				
長期保温区	最高	29.0	29.6	32.1	264	420.6	1280.7	
	最低	-0.7	3.8	3.5				8.3
	平均	8.9	8.3	9.5				18.2
慣行区	最高	21.3	29.5	32.7	594	482.0	1407.1	
	最低	-0.6	2.1	11.3				7.6
	平均	7.3	7.4	16.3				18.0

² 保温開始前日までの7.2℃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)

^y 日平均気温×日数

^x 発芽日:長期保温区:2016年2月12日, 慣行区:2016年2月8日

^w 満開日:長期保温区:2016年3月22日, 慣行区:2016年3月15日

^v 成熟日:2016年6月6日

^u 各区のハウスの状態

梅野：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

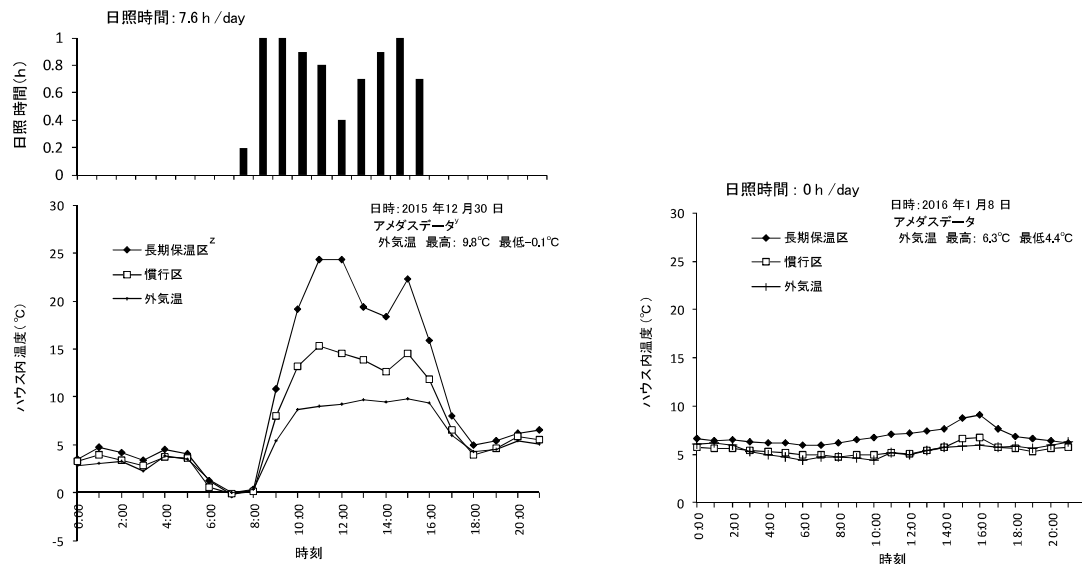


図 3-9 長期保温区と慣行区の日照時間別ハウス内温度の日変化

^z長期保温区:保温状態, 慣行区:雨よけ状態

^y島根県農業技術センター内設置(出雲市芦渡町)

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) ^z			
		12/28~1/13	1/14~1/17	1/18~2/11	2/12~4/28
長期保温区		保温 ^y	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

^z深さ15 cm

^y各区のハウスの状態

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). 慣行区の果径は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).

IV 考察

表 3-6 から長期保温区の保温期間 (2015 年 12

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 ^z	糖度 (° Brix)	酸度 (g/100ml)	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 ^y	ns	ns	ns	ns	**	**	ns

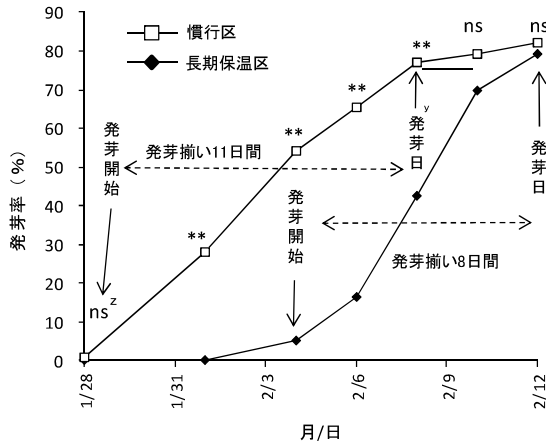
^z農林水産省果樹研究所作成カラーチャート値^yt検定により, **, 1%水準で有意差あり, ns: 有意差なし(n=4)

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)

^z t検定により, **, 1%水準で有意差あり, ns: 有意差なし(n=4)^y 発芽率 75%を超えた日

統計処理は逆正弦変換後行った

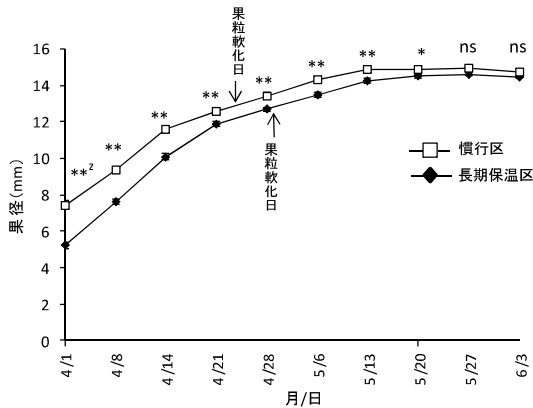


図 3-12 長期保温処理が‘デラウェア’の果径に及ぼす影響(2016)

^z t検定により, **, 1%水準で有意差あり, ns: 有意差なし(n=4)^y 発芽率 75%を超えた日

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°C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°C 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%を越え

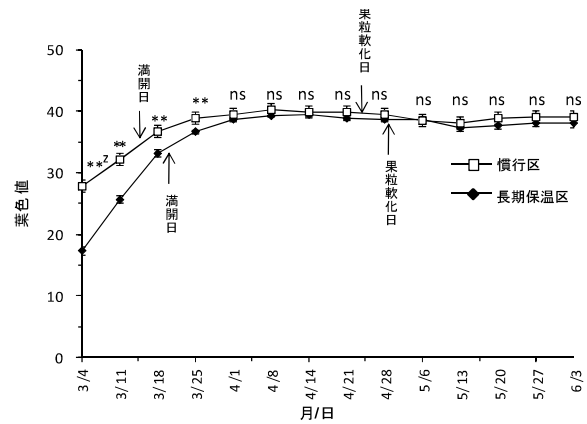


図 3-11 長期保温処理が‘デラウェア’の葉色値に及ぼす影響(2016)

^z 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

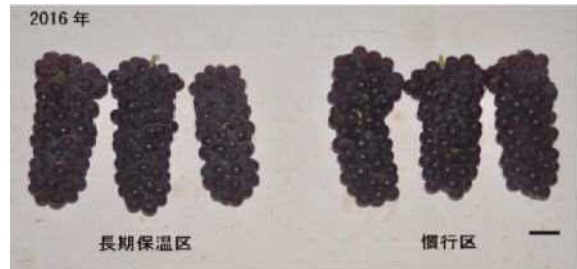


図 3-13 長期保温区と慣行区の成熟果房

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萌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°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°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（甲府地方气象台，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°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°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°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

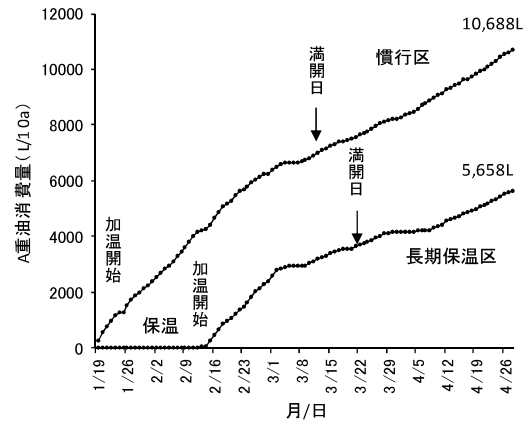


図3-14 長期保温処理がA重油累積消費量に及ぼす影響(2016)

始するまでの 7.2°C 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（梶野，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°C 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った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°C では発根が見られなかったが， 15°C と 20°C 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 $10.6\sim 11.7^{\circ}\text{C}$ 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°C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字曲線を描き(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°C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。

V 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。

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回目の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”生産を目的とした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

I 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

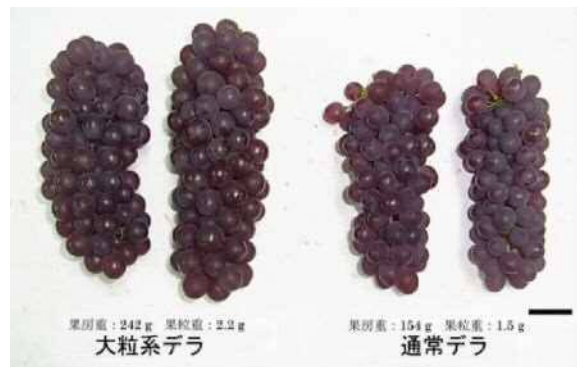


図4-1 大粒系統‘デラウェア’と通常‘デラウェア’の果房の比較(GA2回処理)
スケールバーは3cmを示す

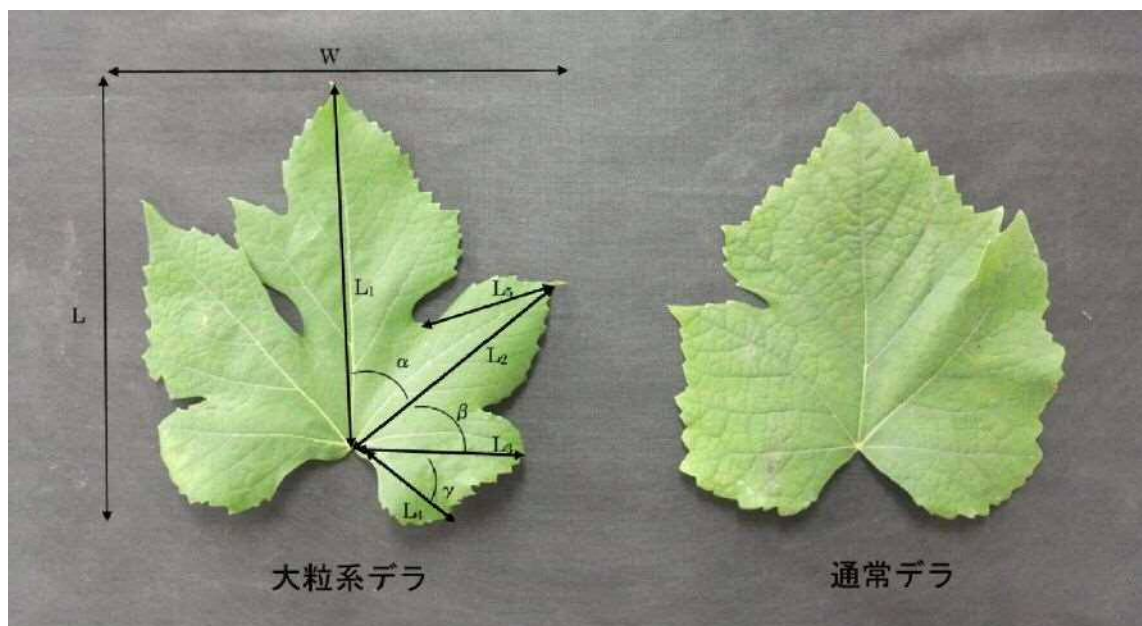


図4-2 大粒系統‘デラウェア’と通常‘デラウェア’の葉の表現型の比較(2016)
L：縦径，W：横径，L₁：主幹脈，L₂：第1側派，L₃：第2側派，L₄：第2側派の第1支脈
L₅：上裂刻の深さ， α ：主幹脈(L₁)と第1側派(L₂)の角度， β ：第1側派(L₂)と第2側派(L₃)の角度， γ ：第2側派(L₃)と第2側派の第1試脈(L₄)の角度
スケールバーは3cmを示す

栽が進んでいる(島根県農業協同組合, 2016b)。
しかし、この大粒系デラの特性について、科学的な面からの調査は行われていない。

そこで、大粒系デラと通常デラにおける葉の表現型について調査した。また、この大粒系デラが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。

II 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_b)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’, ‘サニードルチェ’(*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(10mM Tris-HCl, 1mMEDTA pH8.0)に溶解し、濃度と純度を電気泳動で100ng/ μ lに調整し、-30°C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DNA50ng, rTaqバッファー, MgCl₂2.5mM, dNTPs溶液を各0.1mM, 0.1 μ Mプライマー, rTaqDNAポリメラーゼ(TOYOBO)0.54unitを合わせて10 μ l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°C2分後、熱変性を94°Cで45秒、アニーリングを42°Cで1分、伸長反応を72°C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ASTEC Thermal cycler(PC-320)を使用した。PCR反応条件は、95°C5分に続き、94°C1分、50°C1分、72°C1分を31回繰り返した後、72°C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GA100ppmとCPPU（商品名：フルメット液剤）2ppm（2014年）または3ppm（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100ppm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（0.1N）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か年調査した。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。

III 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。1600bp、1200bp、900bp、700bp および600bp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。

表4-1 大粒系統‘デラウェア’と通常‘デラウェア’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 ^z	第2側派/主幹派	第1支脈/主幹派	縦径/横径	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta + \gamma^y$	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 [*]			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	**

^zGaletの方法による（上裂刻の深さを除く）

^y α ：主幹派と第1側派の角度、 β ：第1側派と第2側派の角度、 γ ：第2側派と第2側派の第1支脈の角度

**：1%水準で有意差あり、ns：有意差なし(t検定)

2 大粒系デラと通常デラの果実品質の比較 (GA 2 回処理)

GA 2 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。兩年とも、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。

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の比較(2016)

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

^z VVS2, VVS5; Thomas・Scott(1993)
VVMD7, VVMD27; Bower(1996, 1999)

^y 対立遺伝子の遺伝子型

3 大粒系デラと通常デラの果肉硬度の比較 (GA 2 回処理)

GA 2 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。兩年とも、両系統の果肉硬度(最大荷重)に有意な差はなかった。

IV 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 (GA 2 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 1.4~1.5g と報告されて

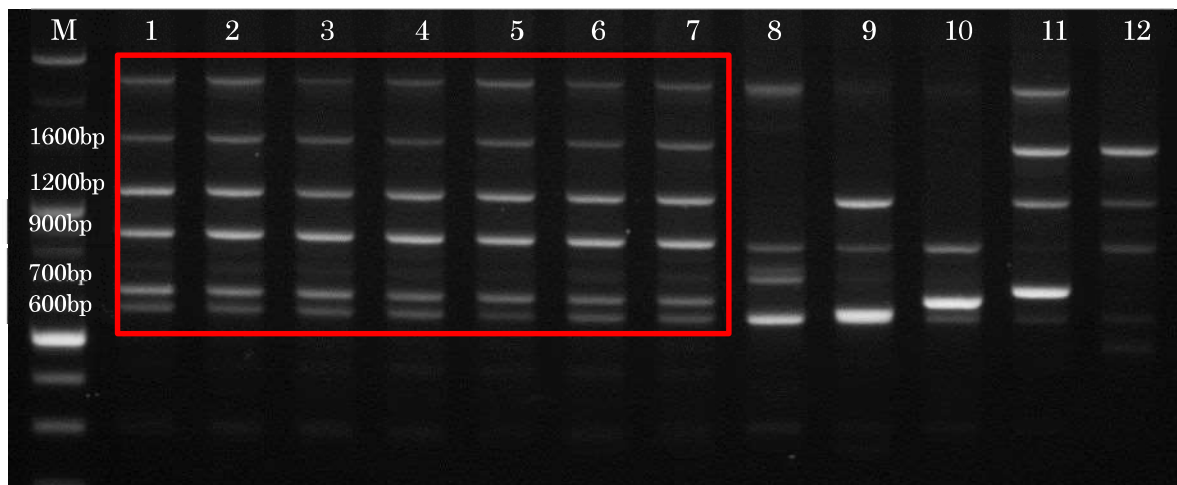


図 4-3 プライマーA10 で得られた RAPD マーカーの泳動パターン (2013)

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

梅野：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

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 ^z	果粉着生程度 ^y	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 ^x	**	**	**	**	**	**	*		
2015	大粒系デラ	2月加温	3	11.6	225.5	2.4	5.8	— ^w	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		

^z (独)農研機構果樹研究所作成 カラーチャート値

^y 無(0), 少(1), 中(2), 多(3)で判定

^x t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)

^w データなし

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

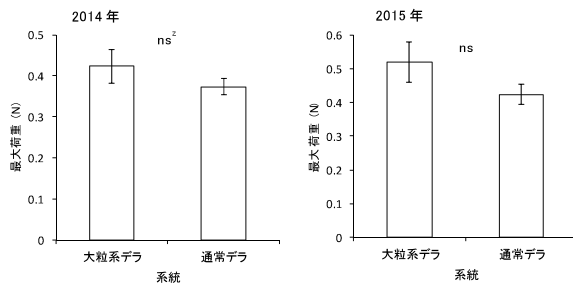


図 4-4 GA2 回処理を行った大粒系統‘デラウェア’と通常‘デラウェア’の最大荷重(果肉硬度)の比較

^z 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

いる。本調査の大粒系デラの果粒重は、2.4～2.5g 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、GA 2 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 (GA 2 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。

V 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 GA 2 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。

果実品質および小果梗に及ぼす影響を調査した。

II 材料および方法

第2節 大粒系統‘デラウェア’を利用したGA 1回目処理の適期期間の拡大

I 緒言

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GA 1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; 梶野, 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、GA 1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、GA 1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、

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、GA 1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100ppmで、CPPU 3ppm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。GA 2回目処理は、各処理区とも満開10日後にGA100ppm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、GA 1回目とGA 2回目処理時にそれぞれ測定した。また、花冠不離脱果(ビクリ玉)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、GA 2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、



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（ピックリ玉）



通常開花

図4-6 花冠不離脱果（ピックリ玉）と通常開花における花穂の状態

(2015年3月24日)

(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。

Ⅲ 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1.9cm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13.5cm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

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) ^y	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 ^z	**	**	**

^z 相関分析により, **; 1%水準で有意(n=3)^y 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		伸長割合 ^y (倍)	花冠不離脱果 ^x 発生程度
	GA1 回目処理時 (cm)	GA2 回目処理時 ^z (cm)		
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 ^w	**	ns	**	ns

^z 満開10日後に浸漬処理(GA 100 ppm)^y GA2回目穂軸長/GA1回目穂軸長^x 無(0)、中程度(1)、ほぼ全粒(2)で判定^w 相関分析により, **; 1%水準で有意, ns; 有意差なし(n=3)

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0.97g/100ml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12.4mm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。

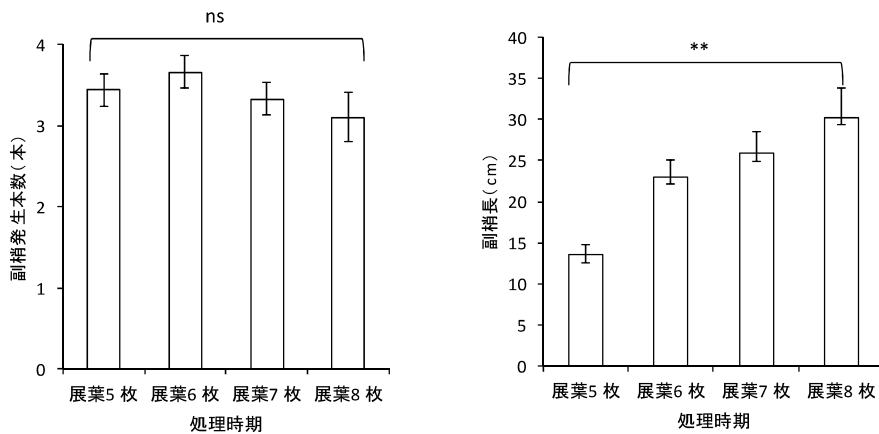


図4-7 通常GA処理における1回目の処理時期が大粒系統‘デラウェア’の副梢発生本数と長さには及ぼす影響(2015)

* 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

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 ^z	果房重 (g)	房長 (cm)	果粒重 (g)	果皮色 ^y	房しまり ^x	糖度 (° Brix)	酸度 (g/100ml)	着粒密度 ^w (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 ^v	ns	**	ns	**	**	**	**	**

^z GA100 ppm+CPPU3 ppmを処理し、5枚摘心をした

^y (独)農研機構果樹研究所作成カラーチャート値

^x 穂軸の見え方により、2:ほとんど見えない、1:やや見える、0:明らかに見えるで判定

^w 全果粒数/軸長で算出

^v 相関分析により, **:1%水準で有意差あり, 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4-8 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3cmを示す

梅野：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

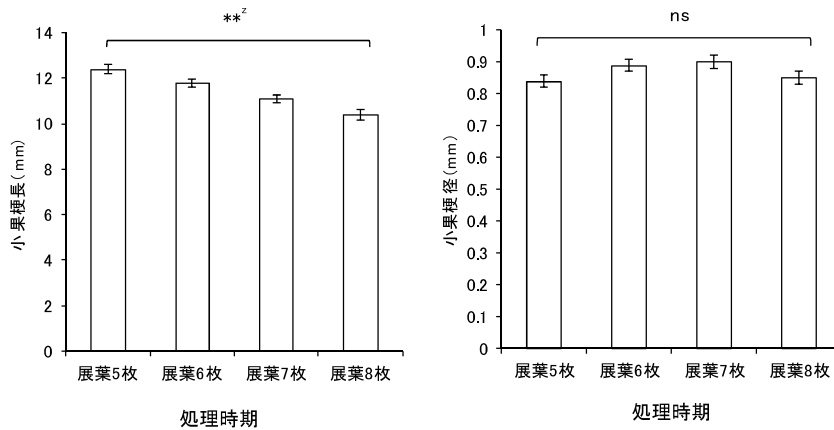


図 4-9 通常GA処理における1回目の処理時期が大粒系統‘デラウェア’の小果梗の長さや径に及ぼす影響(2015)

² 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(n=3)

IV 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(展葉枚数が少ない)ほど穂軸長(=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(ビクリ玉)は,果粒重が2g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(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2.4~2.6g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, 0~400mg/LのGA処理を行い, 0~160mg/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(100ppm)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150g以上, 果粒重2g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。

V 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150g以上, 果粒重2g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。

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

I 緒言

‘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GA

1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くても通常デラの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。



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GA100ppm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)

II 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。GA 1 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, 300ppm, 2015 年: 100, 200ppm) 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 GA100ppm (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 GA100ppm 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、GA 1 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 14~15mm) 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) の長さとお小果梗中央部の径を測定した。

2 大粒系デラ GA 1 回処理と通常デラ GA 2 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 GA200ppm 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 GA100ppm 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 GA100ppm 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。

III 結果

1 大粒系デラを利用した GA 1 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, 300ppm) 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

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 ^x		
1 回目 ^z	2 回目 ^y	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 ^w		ns	ns	ns

^z 処理は展葉 8 枚期に行い、同時に 5 枚摘心を実施、CPPU 5 ppm を加用

^y 満開 10 日後

^x 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

^w 満開後日数

^v 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 ^x	果粉着生程度 ^w	糖度 (°Brix)	酸度 (g/100 ml)	着粒密度 (粒/cm)
1回目 ^z	2回目 ^y							
100	-	166.7 b ^y	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

^z 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

^y 満開10日後

^x (独)農研機構果樹研究所作成カラーチャート値

^w 無(0)、少(1)、中(2)、多(3)で判定

^y Tukey法により、異符号間に5%水準で有意差あり(n=3)

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GA1回処理が果実品質に及ぼす影響を表4-8に示した。GA2回処理の果房重と果粒重は、いずれもGA1回処理より有意に重く、GA1回処理区間での有意な差はなかった(図4-11)。また、GA1回処理の果粉着生程度が、GA2回処理より多かった。

2015年の実験では、GA100ppm処理の果粒重が、GA200ppm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GA1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GA1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。



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CPPU5 ppmを混用
GA2回処理:1回目GA100 ppm + CPPU5 ppm
GA2回処理:2回目GA100 ppm
スケールバーは3cmを示す (2014年6月30日)

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) ^z	果房重 (g)	果粒重 (g)	果皮色 ^y	果粉着生程度 ^x	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 ^w	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

^z 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

^y (独)農研機構果樹研究所作成カラーチャート値

^x 無(0)、少(1)、中(2)、多(3)で判定

^w t検定により、*:5%水準で有意差あり、ns:有意差なし(n=4)

梅野：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

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

処理濃度 (ppm)		穂軸長				
		展葉8 枚時		満開日		成熟日
		第1 花穂	第2 花穂	第1 花穂	第2 花穂	第1 果房
1 回目 ^z	2 回目 ^y	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
100	-	2.5	2.5	8.7	9.8	11.1
200	-	2.5	3.0	9.2	10.7	11.8
300	-	2.6	2.8	9.5	10.5	11.2
100	100	2.7	2.7	10.4	11.0	12.4
有意性 ^x		ns	ns	ns	ns	ns

^z 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

^y 満開10 日後

^x 分散分析により、ns; 有意差なし(n=3)

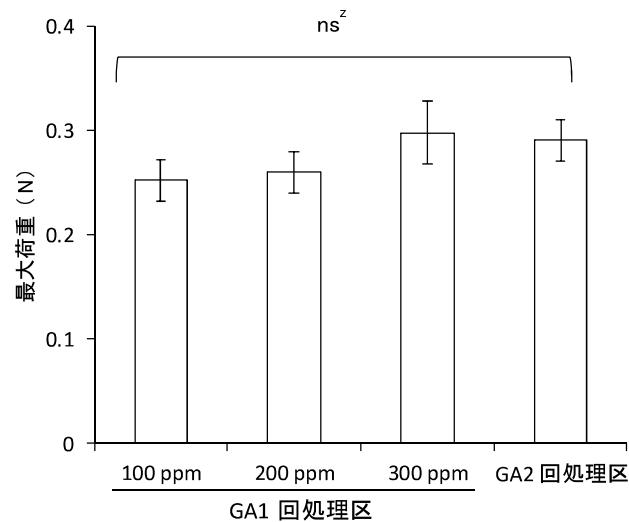


図4-12 大粒系統‘デラウェア’を利用したGA1 回処理が最大荷重(果肉硬度)に及ぼす影響(2014)

^z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

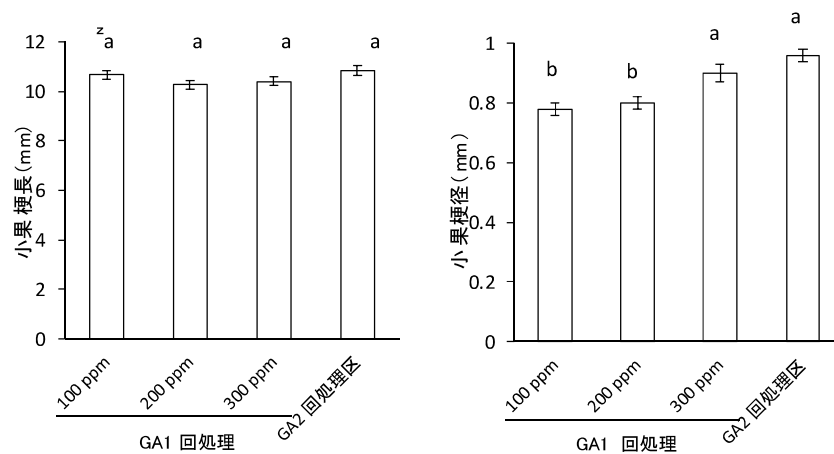


図4-13 大粒系統‘デラウェア’を利用したGA1 回処理が小果梗の長さや径に及ぼす影響(2014)

^z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

大粒系デラを利用した GA 1 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、GA300ppm 処理区と GA 2 回処理区が、GA100ppm および 200ppm 区より太くなった。

2 大粒系デラ GA 1 回処理と通常デラ GA 2 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 GA 1 回処理と通常デラの GA 2 回処理による果実品質の比較を表 4-11 に示した。2015 年をみると、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 年をみると、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。

IV 考察

1 大粒系デラを利用した GA 1 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 GA100ppm 処理によって、開花期が、GA50ppm 処理より 1 日前進したと報告している。したがって、GA 1 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、GA 1 回処理 (100, 200, 300ppm) と GA 2 回処理 (1 回目: 100ppm, 2 回目: 100ppm) 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、GA 2 回処理の果粒重が GA 1 回処理 (100, 200 および 300ppm) より重かった (表 4-8)。しかし、GA 1 回処理の果粒重は 1.8~2.0g に達しており、GA 1 回処理による果房は通常デラを用いた GA 2 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、GA 1 回処理の果粉着生程度は、GA 2 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、GA 1 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、GA100ppm 処理の果粒重が GA200ppm 処理より小さかった (表 4-9)。

これらの結果から、GA100ppm による 1 回処理

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 ^z	果粒重 (g)	果皮色 ^y	果粉着生程度 ^x	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 ^w	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

^z 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

^y (独) 農研機構果樹研究所作成カラーチャート値

^x 無 (0), 少 (1), 中 (2), 多 (3) で判定

^w **: t 検定により, 1% 水準で有意差あり, ns: 有意差なし (n=4)

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, 100ppm) 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(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、GA300ppm1 回処理区と GA 2 回処理区の小果梗径は、低い濃度 (100, 200ppm) 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、GA100 と 200ppm の 1 回処理の果粒は 1.8~1.9g まで肥大していることから、小果梗径が 0.8mm 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、0~400mg/L の GA 処理を行い、0~160mg/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 GA300ppm 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 GA100ppm 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 (100ppm) 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 GA 1 回処理と通常デラ GA 2 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 GA 1 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 GA200ppm 1 回処理と通常デラの GA 2 回処理の果粒重に有意な差はなかった(表 4-11)。また、GA200ppm 1 回処理の果粉着生程度は GA 2 回処理より優れた。したがって、大粒系デラを利用した 200ppm の GA 1 回処理によって、通常デラの GA 2 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。

GA 1 回処理は、GA 2 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 200ppm の GA 1 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 GA 1 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。

V 摘要

果粒肥大の良い大粒系デラの特性を利用した

GA 1 回処理の技術の開発を行った。GA 1 回処理 (100, 200, 300ppm) と GA 2 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、GA 1 回処理の大粒系デラが優れた。次年度の調査では、GA100ppm 1 回処理の果粒肥大が GA200ppm 1 回処理より劣った。また、大粒系デラを利用した GA100ppm 1 回処理と通常デラの GA 2 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 GA 1 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 GA200ppm が妥当と考えられた。この GA 1 回処理技術の開発により、通常行われている GA 2 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。

第5章 総合考察

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 GA 1 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

梅野：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

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、設置作業が複雑、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、比較的影響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い

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日に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2.4～2.5g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ため、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（100，200，300ppm）の果粒重は、1.8～2.0gとGA2回処理（2.6g）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、GA100ppm1回処理の果粒重がGA200ppm処理より小さかった。このこ



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+CPPU5ppm
GA2回処理：1回目 GA100ppm+CPPU5ppm 2回目：GA100ppm
(2015年6月15日)

とは梅野ら(2015)も同様の報告をしている。このことから、GA100ppm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200ppm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処理回数の少ない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が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GA100ppm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処理濃度が通常の2倍の200ppm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

200ppm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年から本格的に栽植が始まることから(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。



図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)

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（GA 2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方法を継続する。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方法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GA 1回処理（D）の処理時期は、展葉8枚期頃で、200ppmのGA溶液にCPPU 5ppm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、通常の方法2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GA 1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。

GA200ppm 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GA 1回処理技術の確立により、10a当たりのGA処理の作業時間が約22%（64h/10a→50h/10a）削減可能になる（島根県農林水産部、2013）。また、10a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GA 1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

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

体系	11月			12月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
高温処理法		高温処理			シアナミド処理	
慣行法					シアナミド処理	

C

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）

体系	3月			4月			5月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
隔日変温管理									
慣行法									

B

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）

体系	12月			1月			2月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
長期保温法									
慣行法									

D

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

体系	2月			3月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
GA1回処理						
慣行法						

図5-3 各章で開発した加温栽培‘デラウェア’の新技術

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。

第6章 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

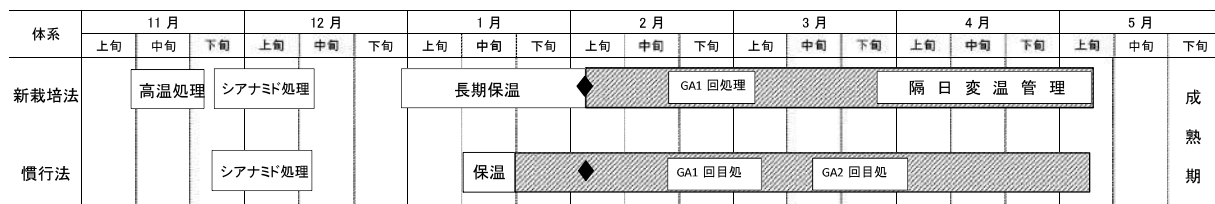


図5-4 大粒系統‘デラウェア’を用いた早期加温栽培における新技術導入時の栽培体系

◆：発芽日 □：保温 ■：加温

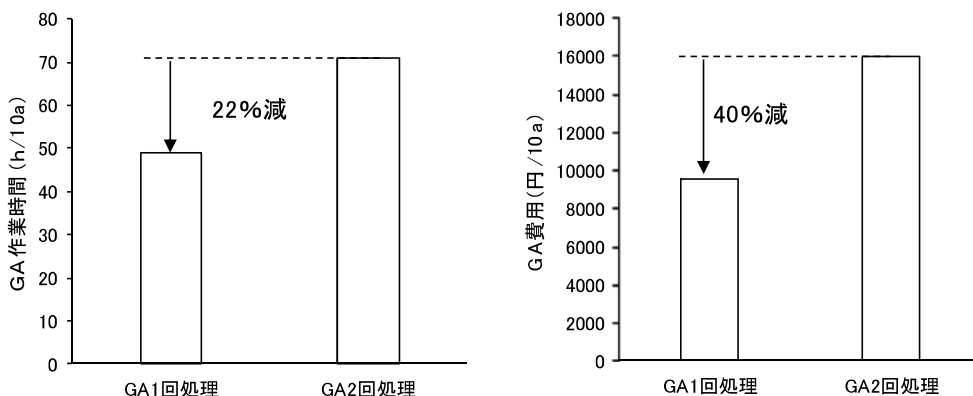


図5-5 GA1回処理が作業時間とGA費用に及ぼす影響

GA1 回処理：GA 200ppm + CPPU 5ppm (1回目)
 GA2 回処理：GA 100ppm + CPPU 5ppm (1回目), GA100 ppm (2回目)

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150g以上、果粒重2g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300ppm)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、GA100ppm1回処理の果粒肥大がGA200ppm1回処理より劣った。また、大粒系デラを利用したGA100ppm1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200ppm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

GA 2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 斉 (1989) 養分蓄積・休眠期の生育診断. p286 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 斉 (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 斉・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. p388-395. 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/vt1lg103.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 A4, 67-95.
- Iwasaki, K. (1980) Effects of bud scale removal, calcium cyanamide, GA₃, 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. p1-21.
- 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 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

梅野：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

- 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ロー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. Putnok, 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. 岡山農林水産農研報 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) ブドウの萌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. 九州大農芸学芸 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

梅野：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

- 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. 日本ブドウ・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.estat.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. 岡山農総セ農試研報 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温度管理法と保温法 (3) デラウェア栽培の省エネ的温度管理. 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. p355-358. 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. p395-404. 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.
- ポジヤ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. Otohe 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 grapeflesh 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’. *福島農総セ研報* 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’. *石川農総研セ研報* 27, 33-36.
- 島根県 (1996) ハウスぶどう (デラウェア) の栽培指針. p1-68.
- 島根県・JA 全農島根県本部 (2006) 果樹栽培指針. p1-49.
- 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. p1-55.
- 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. p1-35.
- 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. p1-64.
- 島根県農林水産部 (2013) 農業経営指導指針. p538.
- 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

梅野：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

- 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. 島根農試研報 19, 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.
- 梅野康行・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.
- 梅野康行・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.
- 梅野康行 (2016a) 休眠と発芽促進. p129-132. 最新農業技術果樹. Vol. 9. 農文協. 東京.
- 梅野康行 (2016b) 結実促進剤の利用. p139-142. 最新農業技術果樹. Vol. 9. 農文協. 東京.
- 梅野康行. 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・埤田和史・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. p118-118 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 CO₂ 施用技術, 巨峰, デラウェアを中心に. 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. p3-17.

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 斉 (2000) 水気耕栽培における根圏温度がブドウ‘巨峰’の生育に及ぼす影響. 植物工場誌 12, 53-60.

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ご懇切なる御指導と御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。終始有益な御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上げます。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、厚くお礼申し上げます。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、お礼申し上げます。

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沢 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、お礼申し上げます。

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御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職員、日々雇用職員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。

学会誌公表論文リスト

第2章

梶野康行・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 卷 1 号

第3章

梶野康行・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 卷 4 号

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 4th, 2016, and the rate of budbreak exceeded 75% 8 days later on February 12th. In contrast, budbreak under conventional cultivation began on January 28th, and the rate of budbreak reached 75% 11 days later on February 8th. 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 m², 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

梅野：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

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.

他誌掲載論文リスト

島根県農業技術センターに所属する職員が著者となり、他誌に掲載された論文一覧

(2020年4月~2021年3月発行分)

持田耕平・加古哲也・杉山万里・中務 明・小林伸雄 (2020) ボタンにおける RAPD マーカーを用いた実用的な品種識別法の確立. 園学研 19 (2) , 121-129.

Susumu Nagashima, Toshihide Tsukamoto, Jun Isota, Tetsuya Kako and Motoaki Tojo (2020) Control effects of metalaxyl-M and azoxystrobin on stem and root rot pathogens of *Hydrangera macrophylla*. 関西病虫研報 (62) , 153-156.

Serguei V. Triapitsyn, Tetsuya Adachi-Hagimori, Paul F. Rugman-Jones, Natsuko Kado, Nobuo Sawamura and Yutaka Narai (2020) Egg parasitoids of *Arboridia apicalis* (Nawa, 1913) (Hemiptera, Cicadellidae), a leafhopper pest of grapevines in Japan, with description of a new species of *Anagrus* Haliday, 1833 (Hymenoptera, Mymaridae). Zookeys 945, 129-152.

Shoko Nakamura, Shunsuke Yamamoto, Nobuo Sawamura, Aoi Nikkeshi, Shigeki Kishi and Tsunashi Kamo (2020) Pollination effectiveness of European honeybee, *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), in an Oriental persimmon, *Diospyros Kaki* (Ericales: Ebenaceae), orchard. Appl Entomol Zool 55, 405-412.

加古哲也・持田耕平・中務 明・小林伸雄 (2020) 隠岐諸島に自生するトウテイラン (*Veronica ornata* Monjuschko) の園芸化を目的とした各種形質の評価. 園学研 19 (4) , 339-347.

今野智寛・高橋智紀・中野恵子・新良力也・大橋優二・工藤忠之・谷川法聖・森谷真紀子・南雲芳文・青木政晴・上原敬義・岡本 潔・向井吉崇・中村憲治・大島正稔・加藤知美・森崎耕平・久野智香子・田畑茂樹・川原田直也・水谷嘉之・藤井清孝・蓮川博之・新谷浩樹・大塩哲視・山崎大貴・伊藤淳次・道上伸宏・三原美雪・藤本順子・仲谷敦志・樋口俊輔・竹下美保子・持永 亮 (2020) FA056 モデルを用いた土壌の乾湿指標によるダイズ乾湿害の実態解析. 日作紀 89 (4) , 337-345.

Susumu Nagashima, Xiaodong You, Shihomi Uzuhashi and Motoaki Tojo (2021) Stem and root rot in hydrangea caused by *Pythium myriotylum* and *Globisporangium* spp. and susceptibility of hydrangea cultivars. J Gen Plant Pathol, (<https://doi.org/10.1007/s10327-021-00989-9>)

査読謝辞

渋谷知暉 氏 国立大学法人島根大学生物資源科学部

本号の論文審査におきましては多大なる御尽力を賜りました。心よりお礼申し上げます。

島根県農業技術センター研究報告第48号編集委員長 鳥屋尾 健史

島根県農業技術センター研究報告 第48号

〈編集委員長〉 鳥屋尾 健史

〈副編集委員長〉 日下 由紀子

〈編集委員〉 朝木隆行

安達康弘

荒木卓久 *

磯田 淳

加古哲也

川村 通 *

杉山万里 *

高橋 慎

竹山孝治

棕 重芳

梶野康行

〈査読者〉 安部 聖

大畑和也

金森健一

澤村信生

安田雄治

(*の編集委員は査読者を兼任)

(編集委員、査読者の氏名は五十音順)

島根県農業技術センター研究報告 第48号

令和3年3月23日 印刷

令和3年3月30日 発行

島根県農業技術センター

〒693-0035 島根県出雲市芦渡町2440

TEL 0853-22-6698

FAX 0853-21-8380

E-mail: nougi@pref.shimane.lg.jp