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

持田圭介^{1*}・牧 慎也²・大西彩貴²・内田吉紀¹・倉橋孝夫^{1a}

¹ 島根県農業技術センター 693-0035 島根県出雲市芦渡町

² 新居浜工業高等専門学校 792-8580 愛媛県新居浜市八雲町

Effects of CPPU Treatment Methods on the Fruit Quality of ‘Shine Muscat’ Grape

Keisuke Mochida^{1*}, Shinya Maki², Aki Onishi², Yoshinori Uchida¹ and Takao Kurahashi^{1a}

¹ Shimane Agricultural Technology Center, Izumo, Shimane 693-0035

² Niihama National College of Technology, Niihama, Ehime 792-8580

Abstract

The effects of the application timing and concentration of N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea (CPPU) on fruit quality of ‘Shine Muscat’ grape were investigated. Spraying the bunch with 2 ppm CPPU before blooming or 10 ppm CPPU application in addition to 25 ppm GA₃ at full bloom significantly improved the tightness of the fruit bunch and decreased pericarp browning. Sensory tests revealed spraying the bunch with 2 ppm CPPU before blooming and 10 ppm CPPU application in addition to 25 ppm GA₃ at full bloom decreased the hardness of the flesh, increased the hardness of the pericarp, and decreased the palatability of the berry. Spraying the bunch with 2 ppm CPPU before blooming and 10 ppm CPPU application in addition to 25 ppm GA₃ at 10–15 days after full bloom markedly increased the hardness of the pericarp. Spraying the bunch with 2 ppm CPPU before blooming significantly increased the thickness of layers of epidermal and subepidermal cells. These results suggest that spraying the bunch with 2 ppm CPPU before blooming, dipping the bunch in a mixed solution of 25 ppm GA₃ and 5 ppm CPPU at full bloom, and dipping the bunch in a solution of 25 ppm GA₃ 10–15 days after full bloom, switching from the standard methods in Shimane prefecture (dipping the bunch in a mixed solution of 25 ppm GA₃ and 3 ppm CPPU at full bloom and dipping the bunch in a solution of 25 ppm GA₃ 10–15 days after full bloom), are effective for improving marketability.

Key Words : bunch tightness, pericarp browning, plant growth regulator, sensory evaluation

キーワード : 房しまり, 官能評価, カスリ症, 植物生育調節剤

緒 言

ブドウ ‘シャインマスカット’ (*Vitis labruscana* Bailey × *V. vinifera* L.) は、果皮が薄く、はく皮性がやや劣ることから、‘巨峰’系四倍体品種のようにはく皮して食べることが困難である。一方、‘シャインマスカット’の無核化は‘ピオーネ’などと比較すると難しいものの、ストレプトマイシン剤（以下、SM）の開花前処理によりほぼ完全に行うことが可能である（山田ら, 2008）。これらに加え、果肉が比較的硬く崩壊性であることから、皮ごと果粒すべてを食べることのできる品種として消費拡大が図られている。

‘シャインマスカット’における無核化および果粒肥大、着粒促進を目的とした植物生育調節剤（以下、植調剤）の処理方法については、SM 200 ppm 溶液の開花前から開花期の花房散布処理と満開期および満開 10～15 日後のジベレ

リン（以下、GA₃）25 ppm 花（果）房浸漬処理が一般に行われている。ブドウにおける開花期前後のホルクロルフェニユロン（以下、CPPU）処理効果については、子房発育促進による着粒安定や、果粒肥大促進に効果が認められており（浜田ら, 1993; 姫野ら, 1985; 尾頃・小野, 2008; 小野ら, 1991）、多くの品種で普及している。現在、‘シャインマスカット’の CPPU 処理については、花穂発育促進を目的とした展葉 6～8 枚時の 1～2 ppm 散布、着粒安定を目的とした開花始めから満開期あるいは満開時から満開 3 日後の 2～5 ppm 処理、果粒肥大促進を目的とした満開 10～15 日後の 5～10 ppm 処理、無種子化・果粒肥大促進を目的とした満開 3～5 日後の 10 ppm 処理が使用基準として定められている。これに基づき、各産地ではその気候や作型に適した方法が検討中であると考えられる。

また、‘シャインマスカット’のように皮ごと食べを前提とした品種では、果皮を含めた食感が重要であり、果皮はなるべく薄く、口中で皮残りせず、また果肉は適度な硬さを保持していることが望ましいと考えられる。ブドウでの CPPU の使用方法が食感に及ぼす影響について、細胞の密度が高まり、果皮が厚くなるとの報告があり（Ben-

2012 年 6 月 22 日 受付. 2013 年 1 月 10 日 受理.

本研究の一部は、平成 22～23 年度農林水産省新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業（課題番号：22050）で実施した。

* Corresponding author. E-mail: mochida-keisuke@pref.shimane.lg.jp

^a 現在：島根県東部農林振興センター出雲事務所

Arie ら, 1998), ‘シャインマスカット’においても満開期, 満開後ともに処理濃度が高いほど果皮の破断応力が上昇するとの報告があるが(門脇ら, 2012), 果肉を含めた食感に関わる詳細な検討はなされていない。さらに, ‘シャインマスカット’は成熟期に果皮が褐変する障害(以下, カスリ症)の発生がみられる場合があり, 園地によってはほぼ全果房に発生し, 出荷等級を下げる主要因となっている。これまで, ‘シャインマスカット’におけるCPPUの使用方法和果房外観, とりわけカスリ症発生程度や, 果房肩部の果穂軸近傍の果粒密度(以下, 房しまり)に及ぼす影響, ならびに果肉糖度などの果実品質に及ぼす影響について詳細な報告はみられない。島根県の‘シャインマスカット’栽培指針(2009年)での植調剤処理は, 開花前にSM 200 ppm溶液の花房散布を行い, 満開期にGA₃ 25 ppmとCPPU 3 ppmの混合溶液を, 満開10～15日後にGA₃ 25 ppmをそれぞれ果房浸漬することになっているものの, この処理条件では房しまりが不十分なことや, 園地や年次によってはカスリ症が多発することもある。

そこで本研究では, ‘シャインマスカット’の島根県におけるCPPU処理基準の改善を目的に, 異なる濃度と適用時期でCPPU処理を行い, 房しまりの程度, カスリ症発生程度, 果実品質, 食味および食感について調査を行ったところ, 一定の知見が得られたので報告する。

材料および方法

島根県農業技術センター内の試験圃場に2006年に栽植し

たブドウ‘シャインマスカット’(テレキ5BB台, H字型短梢仕立てと一文字型長梢仕立てを列単位で混植)樹を供試し, CPPU処理の改善のため第1表に示す6種類の試験を実施した。各試験は, 実施年度や供試樹の作型および仕立て方が異なったが, GA₃およびCPPU処理については島根県の栽培指針, すなわち開花前無処理, 満開期GA₃ 25 ppm+CPPU 3 ppmおよび満開10～15日後GA₃ 25 ppm処理を対照と定めた(ただし, 試験2はCPPUの低濃度での処理効果を明確にするため2 ppmとした)。そして, この対照に対し「展葉6～7枚期に異なる濃度のCPPU処理(以下, 開花前CPPU処理)を行う」, 「満開期のCPPU処理濃度を変更する」, 「満開10～15日後に処理するGA₃に異なる濃度のCPPUを混用(以下, 開花後CPPU処理)する」といった観点から様々なCPPU処理試験を行い, 果実品質への影響を比較したものである。なお, 供試する果実は無核化を促すため, いずれも開花約10日前にSM 200 ppm溶液を花房散布処理した。また, 花穂整形は, 2008年は花穂先端1 cmを切除してその上部約4 cmを使用し, 2009～2011年は花穂先端3 cmを残すように行った。1果房当たりの最終着粒目標は, 2008年が45～50粒, 2009～2011年は40～45粒とした。

1. 開花前CPPU処理が満開期CPPU処理を行った果実の品質に及ぼす影響(試験1)

試験は2008年, 2009年および2011年に実施し, 第1表に示すとおりH字型短梢仕立てと一文字型長梢仕立ての供試樹を用いた。開花前のCPPU処理について, 2008年は展

第1表 ブドウ‘シャインマスカット’のCPPU処理試験における供試樹と植物生育調節剤処理方法

試験	年次	作型	整枝法 ¹⁾	供試樹数	花穂調整方法 ²⁾	1果房当たり目標着粒数(粒)	植物生育調節剤処理(ppm)					
							無核促進処理 ³⁾	開花前処理 ⁴⁾	満開期処理 ⁵⁾		満開後処理 ⁶⁾	
									GA ₃	CPPU	GA ₃	CPPU
試験1	2008	無加温	H字短梢	4	4 cm	45～50						
	2009	無加温	一文字長梢	4	先端3 cm	40～45	200	0, 1, 2	25	3	25	0
	2011	保温 ⁷⁾	H字短梢, 一文字長梢	8	先端3 cm	40～45						
試験2	2010	無加温	一文字長梢	4	先端3 cm	40～45	200	—	25	0, 2, 5, 10	25	0
試験3	2008	無加温	H字短梢	4	4 cm	45～50						
	2009	無加温	H字短梢	4	先端3 cm	40～45	200	—	25	3	25	0, 5, 10
	2010	無加温	H字短梢	4	先端3 cm	40～45						
試験4	2011	保温	一文字長梢	4	先端3 cm	40～45	200	2	25	3, 5, 10	25	0
試験5	2011	保温	H字短梢	4	先端3 cm	40～45	200	2	25	3	25	0, 5, 10
試験6	2010	無加温	H字短梢	4	先端3 cm	40～45	200	0, 2	25	3	25	5

²⁾ 2月20日保温開始

³⁾ H字型短梢仕立て, 一文字型長梢仕立てともに樹間12 m, 列間4 m(約21樹/10 a)で2006年に栽植

⁴⁾ 2008年は, 先端約1 cmを除去し上部4 cmを使用, 2009～2011年は先端約3 cmを使用

⁵⁾ 開花約10日前に花房散布処理

⁶⁾ 2008年は展葉6枚期に, 2009～2011年は展葉7枚期に花房散布処理

0 ppmは水+展着剤による処理

⁷⁾ すべての花蕾が開花した時点でGA₃単独, もしくはGA₃+CPPUの混合溶液で花房浸漬処理

⁸⁾ 満開10～15日後にGA₃単独, もしくはGA₃+CPPUの混合溶液を果房浸漬処理

第1図 ブドウ‘シャインマスカット’の房しまりの判定基準

左; 0 (果房肩部分の果粒まきこみ無し)

中央; 1 (果房肩部分の果粒まきこみ, 空間の50%程度)

右; 2 (果房肩部分の果粒まきこみ程度ほぼ100%)

さらに隣り合う基準値間を0.5単位で区分して合計5段階とし, 目視で判定した

葉6枚期に0 (水 + 展着剤による処理, 以下同様), 1 および 2 ppm の花房散布を, 2009 年は展葉7枚期に0, 1 および 2 ppm の花房散布を実施した. 各処理区の設定は, H 字型短梢仕立て樹は主枝単位で (1 処理区当たり約 30 果房), 一文字型長梢仕立て樹は側枝単位で 1 樹当たり 2 反復 (1 処理区当たり 10 ~ 15 果房) とした. また, 各処理液には展着剤アブローチ BI を 1,000 倍になるように混用した. 散布処理は, ハンドスプレーを用い, 花房から薬液が滴り落ちる程度の量を散布した. 満開期の植調剤処理は, 各年各処理区とも 1 房内のすべての花蕾が開花した時点 (完全開花期) で, GA_3 25 ppm + CPPU 3 ppm の混用で果房浸漬により行った. 満開 10 ~ 15 日後の植調剤処理は, 各区とも GA_3 25 ppm の果房浸漬処理で行った.

果房の外観調査は, 全供試果房について収穫直前に行った. 果皮色は, 2008 年および 2009 年が色調の類似している旧農林水産省果樹試験場作成のナシ地色用カラーチャートで, 2011 年は香川農試作成の‘シャインマスカット’専用カラーチャートで測定した. カスリ症発生程度は, 0 : 「無」 ~ 3 : 「ほぼ 100% の果粒が褐変」とし, その間を 0.25 単位で区分して合計 13 段階の指数値で評価した. 房しまりは 0 : 「低」, 1 : 「中」, 2 : 「高」とし, さらに隣り合う指数値間を 0.5 単位で区分して合計 5 段階に数値化し, 目視により 2009 年および 2011 年に判定した (第 1 図). 各樹各処理区で果房および果粒の大きさ, 果皮色の平均的な 4 ~ 5 果房について, 毎年満開 95 ~ 105 日後に収穫し, 果房重, 果粒重 [(果房重 - 果穂軸重) / 果粒数] および果肉糖度として屈折計 (PR-101α, Atago) による Brix 値を求めた. さらに, 2009 年および 2011 年は, 各調査果房の果梗 10 本ずつについて, 中間部分の太さをデジタルノギスで測定した.

2. 満開期 CPPU 処理における処理濃度の違いが果実品質に及ぼす影響 (試験 2)

試験は, 2010 年に実施し, 第 1 表に示すとおり一文字型長梢仕立ての供試樹を用いた. 処理区は, CPPU の満開期

花房浸漬処理濃度の影響を明らかにするため, 0, 2, 5 および 10 ppm 処理区を設定し, いずれも満開期 GA_3 25 ppm との混用処理とした. なお, 現在, 満開時の 10 ppm 処理は植調剤としての登録適用外である. 各処理区は側枝単位で設定し, 各樹 1 処理区当たり 2 側枝 (1 処理区 10 ~ 15 果房) を用いた. 満開 10 ~ 15 日後の植調剤処理は, 各区とも GA_3 25 ppm の果房浸漬処理とした. 調査果房のサンプリング, 果房外観調査および果実品質調査は試験 1 と同様に行った.

3. 満開後 CPPU 処理濃度の違いが満開期 CPPU 処理を行った果実の品質に及ぼす影響 (試験 3)

試験は, 2008 ~ 2010 年に実施し, 第 1 表に示すとおり H 字型短梢仕立ての供試樹を用いた. いずれの供試花房にも, 満開期に GA_3 25 ppm + CPPU 3 ppm の混用で果房浸漬処理を行った. その後, 満開後 CPPU 処理の異なる処理区として, 2008 年, 2009 年は 0, 5 および 10 ppm 区を, 2010 年は 0 および 5 ppm 区を設定し, いずれも満開 10 ~ 15 日後に GA_3 25 ppm との混用処理を行った. なお, 処理区は主枝単位 (1 処理区当たり, 2008 年が約 20 果房, 2009 ~ 2011 年が約 30 果房) で設定した. 調査果房のサンプリング, 果房外観調査および果実品質調査は試験 1 と同様に行った.

4. CPPU 開花前散布および種々の満開期処理濃度の組み合わせと, 開花前無散布および満開期 3 ppm 処理の果実官能評価の比較 (試験 4)

試験は, 2011 年に実施し, 第 1 表に示すとおり一文字型長梢仕立ての供試樹を用いた. 対照以外の各区の供試花房には, 展葉 7 枚期に 2 ppm の開花前 CPPU 処理を行った. 処理区は, 満開期 CPPU 処理の濃度を 3, 5 および 10 ppm に設定し, いずれも GA_3 25 ppm との混用処理とした. 満開 10 ~ 15 日後の植調剤処理は GA_3 25 ppm の果房浸漬処理とした. 対照として, 島根県の標準的処理である, 開花前無処理, 満開期 GA_3 25 ppm + CPPU 3 ppm 処理, 満開後 GA_3 25 ppm 処理を行い, これと比較した. 官能評価は, 適熟となった満開後約 105 日に収穫した各処理区の果実から,

果粒肥大、果皮色が平均的な2果房を抽出して行った。評価パネルは、ブドウの評価に精通した鳥根県農業技術センター研究員、農業改良普及員計15名とした。パネルの判断が容易となるように、対照の果房の官能評価値を0点とし、比較試料に対する官能特性の強さを5段階(-2~+2)で評価する比較法で行った(宮城ら, 2011)。すなわち、評価項目を果皮の硬さ、果肉の硬さ、食感、食味とし、果皮および果肉の硬さが“非常に軟らかい”-2~“非常に硬い”+2、食感が“非常に悪い”-2~“非常に良い”+2、食味が“非常にまずい”-2~“非常においしい”+2とし、それぞれ評価を行った。なお、統計処理は対照と開花前CPPU処理を施した3処理区間において、Steel法による検定を行った。

5. CPPU 開花前散布、満開期 3 ppm 処理および種々の満開後処理濃度の組み合わせと開花前無散布および満開期 3 ppm の果実官能評価の比較 (試験 5)

試験は、2011年に実施し、第1表に示すとおりH字型短梢仕立ての供試樹を用いた。対照以外の各区の供試花房には、展葉7枚期に2ppmの開花前CPPU処理を行った。各区とも、満開期処理はGA₃ 25 ppm + CPPU 3 ppm 混合溶液の果房浸漬処理とした。処理区は、満開10~15日後処理のCPPU濃度を0, 5および10ppmに設定し、いずれもGA₃ 25 ppmとの混用処理とし、対照(開花前無処理、満開期GA₃ 25 ppm + CPPU 3 ppm 処理、満開後GA₃ 25 ppm 処理)と比較検討した。評価対象果房のサンプリング、官能評価方法および統計処理は試験4と同様に行った。

6. CPPU 開花前散布が満開期および満開後 CPPU 処理を行った果実の果皮厚に及ぼす影響 (試験 6)

試験は、2010年に実施し、第1表に示すとおりH字型短梢仕立ての供試樹を用いた。処理区は、CPPUの開花前散布処理が成熟期の果皮の厚さに及ぼす影響について明らかにするため、主枝単位で展葉7枚期に0および2ppmの花房散布を実施した。なお、満開期の植調剤処理は、両区ともGA₃ 25 ppm + CPPU 3 ppmの混用で、満開10~15日後の処理は、GA₃ 25 ppm + CPPU 5 ppmの混用で果房浸漬処理を行った。各樹各処理区で果房および果粒の大きさ、果皮色の平均的な4~5果房について2果粒ずつを採取し、果皮細胞における放射線方向(果粒表面に対して垂直)の組織切片(厚さ50μm)を卓上型ハンドミクロトーム(THK, ケニス)を用いて作製し、光学顕微鏡下で表皮および亜表皮細胞層の厚さを測定した。これには、同一果粒で3か所の測定を行い、その平均値を用いた。

結 果

1. 開花前 CPPU 処理が満開期 CPPU 処理を行った果実の品質に及ぼす影響

展葉6もしくは7枚期の開花前CPPU処理が果房外観および果実品質に及ぼす影響について第2表に示した。房しまりは、調査を行った2009年、2011年ともに2ppmの開花前CPPU処理によって対照より有意に向上した。果皮色は、各年次とも処理間差がみられなかった。カスリ症発生

第2表 開花前 CPPU 処理が満開期 CPPU 処理を行ったブドウ‘シャインマスカット’の果実品質に及ぼす影響

年次	処理区 (CPPU 処理濃度, ppm) ^z	房しまり ^y	果皮色 ^x	カスリ症発生程度 ^w	果梗径 (mm)	果房重 (g)	果粒重 (g)	果肉糖度 (°Brix)
2008	2	— ^v	3.75	0.11	—	762	16.6	19.3
	1	—	3.83	0.11	—	744	15.6	19.5
	0 (対照区)	—	3.83	0.29	—	718	14.7	19.3
	有意性 ^u	—	ns	ns	—	ns	ns	ns
2009	2	1.65 a ^l	3.67	0.48	1.89 a	669	15.5	17.8
	1	0.87 b	3.65	0.63	1.71 b	614	14.3	18.2
	0 (対照区)	0.70 b	3.65	0.71	1.59 b	600	14.2	18.3
	有意性 ^u	*	ns	ns	*	ns	ns	ns
2011	2	0.82	2.96	0.06	2.03	857	18.3	17.5
	0 (対照区)	0.42	3.07	0.23	1.96	808	16.7	18.1
	有意性 ^u	*	ns	*	ns	ns	*	*

^zCPPU 水溶液を、2008年は展葉6枚期に、2009年および2011年は展葉7枚期に花房散布処理
全処理区とも、満開期処理はGA₃ 25 ppm + CPPU 3 ppm、満開後10~15日処理はGA₃ 25 ppmで花(果)房浸漬処理
各年各処理区とも開花前約10日にストレプトマイシン剤200ppm溶液を花房散布処理

^y房しまり程度の判定は第1図のとおり実施

^x2008年および2009年は旧農林水産省果樹試験場作成のナシ地色用カラーチャート値、2011年は香川農試作成の‘シャインマスカット’カラーチャート値

^w果房当たりのカスリ症発生果粒率により0:0%, 0.5:10~15%, 1:30~35%, 2:60~70%, 3:ほぼ100%とし、さらに隣り合う基準値間を0.25単位で区分して合計13段階とし、目視で判定した

^vデータなし

^u2008年および2009年は、一元配置の分散分析により各処理間に*; 5%水準で有意差有り、ns; 有意差無し

2011年は、t検定により両処理間に*; 5%水準で有意差有り、ns; 有意差無し

^l異符号間に5%水準で有意差有り (Bonferroni法)

程度は、2011 年は 2 ppm の開花前 CPPU 処理が対照より有意に低下したが、その他の年次に処理間差はみられなかった。果梗径は、2009 年に 2 ppm の開花前 CPPU 処理が対照より有意に太くなった。果房重は、各年次ともに処理間差はみられなかった。果粒重は、2011 年は 2 ppm の開花前 CPPU 処理が対照より有意に大きくなったものの、その他の年次に処理間差はみられなかった。果肉糖度は、2011 年は 2 ppm の開花前 CPPU 処理が対照より有意に低かったものの、その他の年次に処理間差はみられなかった。

2. 満開期 CPPU 処理における CPPU 処理濃度の違いが果実品質に及ぼす影響

満開期 CPPU 処理濃度の違いが果房外観および果実品質に及ぼす影響について第 3 表に示した。房しまりは、CPPU 濃度が高いほど向上し、5 および 10 ppm 処理と無処理間に有意差が認められた。果皮色は、処理間差がみられなかった。カスリ症発生程度は、CPPU 濃度が高いほど低下する傾向がみられ、5 および 10 ppm 処理と無処理間に有意差が認められた。果梗径は、CPPU 濃度が高いほど太くなり、10 ppm 処理と無処理間に有意差が認められた。果房重は、処理間差がみられなかった。果粒重は、CPPU 濃度が高い

第 3 表 満開期 CPPU 処理における処理濃度の違いがブドウ ‘シャインマスカット’ の果実品質に及ぼす影響

処理区 (CPPU 処理濃度, ppm) ^z	房しまり ^y	果皮色 ^x	カスリ症発生程度 ^w	果梗径 (mm)	果房重 (g)	果粒重 (g)	果肉糖度 (°Brix)
10	1.22 a ^v	3.19	0.19 b	1.66 a	617	14.2 a	18.6
5	1.01 a	3.15	0.17 b	1.61 ab	614	13.6 ab	18.6
2	0.83 ab	3.34	0.56 ab	1.52 ab	586	13.1 ab	18.7
0	0.14 b	3.39	0.87 a	1.49 b	587	13.0 b	19.0
有意性 ^u	*	ns	*	*	ns	*	ns

^zGA₃ 25 ppm との混用による花房浸漬処理

各処理区とも開花前約 10 日にストレプトマイシン剤 200 ppm 溶液を花房散布処理

満開 10 ~ 15 日後処理は全処理区 GA₃ 25 ppm 果房浸漬処理

^y房しまり程度の判定は第 1 図のとおり実施

^x香川農試作成の ‘シャインマスカット’ カラーチャート値

^wカスリ症発生程度の判定は第 1 表のとおり実施

^v異符号間に 5%水準で有意差有り (Bonferroni 法)

^u一元配置の分散分析により, *, 5%水準で有意差有り, ns; 各処理区間に有意差無し

第 4 表 満開後 CPPU 処理濃度の違いが満開期 CPPU 処理を行ったブドウ ‘シャインマスカット’ の果実品質に及ぼす影響

年次	処理区 (CPPU 処理濃度, ppm) ^z	房しまり ^y	果皮色 ^x	カスリ症発生程度 ^w	果梗径 (mm)	果房重 (g)	果粒重 (g)	果肉糖度 (°Brix)
2008	10	— ^v	3.04	0.43 ab ^u	—	891 a	14.9 a	17.7 b
	5	—	3.14	0.39 b	—	852 a	15.0 a	18.2 ab
	0 (対照区)	—	3.12	0.75 a	—	733 b	13.9 b	19.0 a
	有意性 ^t	—	n.s.	*	—	*	*	*
2009	10	0.94	3.48 b	0.54	2.17 a	739 a	16.9 a	17.7 b
	5	1.29	3.64 a	0.84	2.04 a	696 ab	16.2 a	18.2 ab
	0 (対照区)	0.90	3.66 a	0.64	1.81 b	642 b	13.8 b	18.3 a
	有意性	n.s.	*	n.s.	*	*	*	*
2010	5	0.42	3.65	0.31	1.43	630	14.4	20.2
	0 (対照区)	0.34	3.80	0.36	1.18	580	13.0	20.3
	有意性	ns	ns	ns	ns	*	*	ns

^z満開後 10 ~ 15 日に, GA₃ 25 ppm との混用による果房浸漬処理

満開期処理は, 全処理区 GA₃ 25 ppm + CPPU 3 ppm 果房浸漬処理

各年各処理区とも開花前約 10 日にストレプトマイシン剤 200 ppm 溶液を花房散布処理

^y房しまり程度の判定は第 1 図のとおり実施

^x2008 年および 2009 年は旧農林水産省果樹試験場作成のナシ地色用カラーチャート値, 2010 年は香川農試作成の ‘シャインマスカット’ カラーチャート値

^wカスリ症発生程度の判定は第 1 表のとおり実施

^vデータなし

^u異符号間に 5%水準で有意差有り (Bonferroni 法)

^t一元配置の分散分析により, *, 5%水準で有意差有り, ns; 各処理区間に有意差無し

ほど大きくなる傾向がみられ、10 ppm 処理と無処理間に有意差が認められた。果肉糖度は、処理間差がみられなかった。

3. 満開後 CPPU 処理濃度の違いが満開期 CPPU 処理を行った果実の品質に及ぼす影響

満開 10～15 日後の CPPU 処理の追加と濃度の違いが、果房外観および果実品質に及ぼす影響について第 4 表に示した。房しまりは、両年次とも処理間差はみられなかった。果皮色は、2009 年に CPPU 10 ppm 処理が 5 ppm 処理および対照に対し有意に低かった。カスリ症発生程度は、2008 年は CPPU 5 ppm 処理が対照に対し有意に低かったものの、2009 年および 2010 年は処理間差がみられなかった。果梗径は、2009 年の CPPU 混用両区が対照に対し有意に太くなった。果粒重は、CPPU 混用両区が対照に対し有意に大きく、それにより果房重も CPPU 混用両区が大きくなる傾向が認められた。果肉糖度は、2008 年および 2009 年ともに、10 ppm 処理区で対照に対し有意に低かった。

4. CPPU 開花前散布および種々の満開期処理濃度の組み合わせと、開花前無散布および満開期 3 ppm 処理の果実官能評価の比較

2 ppm の開花前 CPPU 処理を前提とした濃度の異なる満開期 CPPU 処理が官能評価に及ぼす影響を第 5 表に示した。処理区の果肉は全般に軟らかく、果皮は硬く評価される傾向にあり、対照と満開期 CPPU 10 ppm 処理との間に有意差が認められた。食感、満開期 CPPU 10 ppm 処理と対照との間に有意差が認められた。食味は、対照と各 CPPU 濃度処理間に有意差は認められなかった。

第 5 表 ブドウ‘シャインマスカット’における CPPU 開花前散布および種々の満開期処理濃度の組み合わせと開花前無散布および満開期 3 ppm 処理の果実官能評価の比較

処理区	官能評価 ^x			
CPPU 満開期処理濃度 (ppm) ^z	果肉の硬さ ^w	果皮の硬さ ^w	食感 ^v	食味 ^u
10	-0.53** ^t	0.53**	-0.53**	-0.33
5	-0.27	0.27	-0.20	-0.27
3	-0.33	0.33	-0.20	0.00
対照 ^y	0.00	0.00	0.00	0.00

^z GA₃ 25 ppm との混用による花房浸漬処理

各処理区とも展葉約 7 枚期に CPPU 2 ppm 溶液の花房散布処理を実施、満開後 10～15 日処理は GA₃ 25 ppm で実施

^y CPPU 花房散布無処理、満開期処理 GA₃ 25 ppm + CPPU 3 ppm、結実後処理 GA₃ 25 ppm

^x 15 人のテスターにより比較法 (CPPU 2 ppm 花房散布無処理が基準; 0) で判定

^w “非常に軟らかい” -2 ～ “非常に硬い” +2 (基準; 0) の平均値

^v “非常に悪い” -2 ～ “非常に良い” +2 (基準; 0) の平均値

^u “非常にまずい” -2 ～ “非常においしい” +2 (基準; 0) の平均値

^t **: 対照 (CPPU 花房散布無処理、満開期処理 GA₃ 25 ppm + CPPU 3 ppm、結実後処理 GA₃ 25 ppm) に対し 1% 水準で有意差有り (Steel 法)

5. CPPU 開花前散布、満開期 3 ppm 処理および種々の満開後処理濃度の組み合わせと開花前無散布および満開期 3 ppm の果実官能評価の比較

2 ppm の開花前 CPPU 処理を前提とした満開 10～15 日後の濃度の異なる CPPU 処理の追加が官能評価に及ぼす影響

第 6 表 ブドウ‘シャインマスカット’における CPPU 開花前散布、満開期 3 ppm 処理および種々の満開後処理濃度の組み合わせと開花前無散布および満開期 3 ppm の果実官能評価の比較

処理区	官能評価 ^x			
CPPU 満開後 10～15 日処理濃度 (ppm) ^z	果肉の硬さ ^w	果皮の硬さ ^w	食感 ^v	食味 ^u
10	0.00	0.73**	-0.20	-0.27
5	-0.07	0.40*	-0.13	-0.07
0	0.00	0.53*	-0.07	-0.20
対照 ^y	0.00	0.00	0.00	0.00

^z GA₃ 25 ppm との混用による果房浸漬処理

各処理区とも展葉約 7 枚期に CPPU 2 ppm 溶液の花房散布処理を実施、満開期処理は GA₃ 25 ppm + CPPU 3 ppm で実施

^y CPPU 花房散布無処理、満開期処理 GA₃ 25 ppm + CPPU 3 ppm、結実後処理 GA₃ 25 ppm

^x 15 人のテスターにより比較法 (CPPU 2 ppm 花房散布無処理が基準; 0) で判定

^w “非常に軟らかい” -2 ～ “非常に硬い” +2 (基準; 0) の平均値

^v “非常に悪い” -2 ～ “非常に良い” +2 (基準; 0) の平均値

^u “非常にまずい” -2 ～ “非常においしい” +2 (基準; 0) の平均値

^t **: 対照 (CPPU 花房散布無処理、満開期処理 GA₃ 25 ppm + CPPU 3 ppm、結実後処理 GA₃ 25 ppm) に対し 1% 水準で有意差有り; *, 5% 水準で有意差有り (Steel 法)

第 2 図 開花前 CPPU 処理が満開期および満開後 CPPU 処理を行ったブドウ‘シャインマスカット’果実の果皮厚に及ぼす影響

^z t 検定により両処理間に *; 5% 水準で有意差有り

両処理区とも開花前約 10 日にストレプトマイシン剤 200 ppm 溶液を花房散布処理

両処理区とも、満開期処理は GA₃ 25 ppm + CPPU 3 ppm、満開後 10～15 日処理は GA₃ 25 ppm + CPPU 5 ppm で花 (果) 房浸漬処理

開花前 CPPU 2 ppm 容液処理は、展葉 7 枚期の花房散布処理

響を第6表に示した。果肉の硬さに処理の影響はみられなかった。果皮の硬さは、いずれの処理区も対照より硬く評価され、対照と0および5 ppm 処理間に5%水準で、対照と10 ppm 処理間に1%水準で有意差が認められた。食味および食感に処理の影響はみられなかった。

6. CPPU 開花前散布が満開期および満開後 CPPU 処理を行った果実の果皮厚に及ぼす影響

2 ppm の開花前 CPPU 処理が、果皮の厚さに及ぼす影響について第2図に示した。開花前 CPPU 処理により特に亜表皮細胞層が顕著に厚くなり、表皮細胞層と亜表皮細胞層を合わせた厚さが124.8 μm と、対照に対し約30 μm 厚くなり有意差が認められた。

考 察

1. CPPU の処理方法が果実外観および果実品質に及ぼす影響

果実の等級を大きく左右する房しまり程度は、開花前 CPPU 処理および満開期の GA_3 処理時における CPPU 処理により有意に向上した。一般に、ジベレリンは茎の縦方向への伸長生長促進効果を示すのに対して（野間, 1989; 倉石, 1976）、サイトカイニンとオーキシンとの相乗効果により細胞分裂を促進し（倉石, 1976）、さらに細胞分裂期間を延伸させ、細胞総数が増加することにより果実肥大を促す作用を有している（饒ら, 1991）。従って、サイトカイニン活性を有する CPPU をより多量に処理したことによる開花前 CPPU 処理および満開期の GA_3 25 ppm + CPPU 10 ppm 処理では、果梗や支梗の伸長生長に対照と差異はみられないものの（未発表）、果梗や果粒の肥大生長が促進され、果梗径、果粒重ともに大きく、さらに支梗や果梗が上部へせり上がるような生育を示す果房が多くみられたことにより（未発表）、房しまりが向上したものと考えられる。房しまりについては、満開期の植調剤処理において、 GA_3 の濃度を下げることで向上することが知られている。例えば、‘シャインマスカット’では満開期処理を GA_3 12.5 ppm + CPPU 5 ppm の混用処理とする方が（上野ら, 2006）、‘紫苑’では、 GA_3 2 ~ 5 ppm + CPPU 5 ppm の混用処理とする方が（岡山県農業総合センター農業試験場, 2007）それぞれ慣行の GA_3 25 ppm 単用処理よりも房しまりが向上したとされている。しかし、本研究で房しまりが向上した原因として、サイトカイニン活性の影響が大きくなり、果梗や支梗および果粒の肥大生長が促進されたことが考えられるのに対し、上野ら（2006）の報告では、 GA_3 処理濃度を低下させたことで、支梗の伸長が抑制されて房しまりが向上しており、その原因は異なると考えられる。

‘シャインマスカット’における主要な生理障害であるカスリ症は、開花前 CPPU 処理により2011年には有意に減少した。また、満開期の GA_3 処理時に混用する CPPU 濃度が高いほどカスリ症は減少する傾向が認められた。開花前 CPPU 処理により、果皮の細胞分裂が促進され表皮および亜表皮

細胞層が厚くなっていた（第2図）。また、官能評価からも、開花前 CPPU 処理を前提とした果実は、全般に対照に比べて果皮が硬く評価されており、果皮の構造的変化がカスリ症抑制に作用した可能性が考えられる。しかし、満開後の CPPU 処理を追加した試験5では、カスリ症の抑制と果皮の硬さの評価には、必ずしも一定の関係が認められなかった。果皮構造がカスリ症発生との関わりをもつか否かは、CPPU の処理時期の影響を含め、単に硬さという現象にとどまらない果皮構造の変化を解明する必要がある。

果粒重について、尾頃・小野（2008）の報告では、2 ppm の開花前 CPPU 処理について、4葉、7葉および10葉の各時期の処理で無処理に対し、満開15日後の果粒肥大効果に有意差がみられたものの、収穫時には有意差がなくなったとしている。本試験では、開花前 CPPU 処理によって、2008年および2009年には有意差がみられなかったが、2011年には対照に対し有意に果粒肥大が促される結果となっており、樹齢の進行による影響を考慮する必要がある。また、満開期および満開10～15日後の GA_3 処理時における CPPU 混用濃度が高いほど、果粒重が明らかに大きくなる結果となった。ブドウの果肉部分である内壁組織の細胞分裂は、満開7～11日後で終了するとされるが（Nakagawa・Nanjo, 1965）、本試験では試験1および2の全果房と、試験3の多くの果房が細胞分裂終了前にそれぞれの CPPU の処理を受けたと考えられ、これまでのブドウでの報告と同様に（石川ら, 2002; 小野ら, 1991）、果粒肥大促進効果を示したものと考えられた。

以上のように、2 ppm の開花前 CPPU 処理もしくは満開期処理時の CPPU 濃度を5～10 ppm に高めることにより、果粒や果梗の肥大が促進されて房しまりが向上し、カスリ症の発生も抑制される傾向が認められた。

2. CPPU の処理方法が官能評価に及ぼす影響

本試験では、CPPU の処理時期によって果実の官能評価が明らかに異なり、2 ppm の開花前 CPPU 処理と満開期の CPPU 10 ppm 併用処理により、対照と比較して果肉がより軟らかく判定された。CPPU 処理と果肉硬度との関係について趙ら（1991）は、キウイフルーツ‘アボット’を用い、開花20日後に10 ppm 溶液を果実浸漬処理し、無処理と経時的に比較したところ、果肉硬度が CPPU 処理果で低く推移したとし、その理由として CPPU 処理果で果肉中カルシウム含量が少なかったことから、果実細胞の構造的な変化が果肉硬度低下に影響を及ぼしたのではないかとしている。著者らも、‘シャインマスカット’における2 ppm の開花前 CPPU 処理により、果肉中カルシウム含量が対照に対し低下することを認めており（未発表）、趙ら（1991）との結果と一致する。今後、成熟期の肉質変化に影響を及ぼすとされるペクチン質やヘミセルロース含量との関連を含め（岡本, 1996）検討を要する。

しかし、小林ら（2006）がブドウ‘ピオーネ’を用いて、 GA_3 25 ppm + CPPU 10 ppm 混合溶液の開花3日後の1回処

理を行った試験では、慣行の2回処理(開花期GA₃ 12.5 ppm + CPPU 5 ppm, 満開 10 日後 GA₃ 25 ppm)と比較し CPPU 処理濃度が2倍であったことにより、細胞分裂が効率的に促進され、果肉が堅く締まった食感になったとし、本試験とは逆の結果であった。‘巨峰’系四倍体6品種を用いてGA₃とCPPU処理による果実品質への影響をみた浜田ら(1993)の報告では、同じ‘巨峰’系品種間においても処理効果にかなりの品種間差異がみられるとしており、肉質が米国ブドウに近い‘巨峰’系四倍体品種と肉質が欧州ブドウに近い‘シャインマスカット’で、CPPUの肉質に及ぼす影響が相反する可能性もあると思われる。

一方で、試験4および試験5において、2 ppmの開花前CPPU処理を前提とした処理区の果皮は全般に硬く評価された。特に、試験5では対照に2 ppmの開花前CPPU処理を加えたのみの処理区においても、有意に果皮の硬さ評価が高まり(第6表)、門脇ら(2012)と同様の結果であった。Nakagawa・Nanjo(1965)によると、ブドウ表皮および垂表皮の細胞数は満開33日後まで増加するとされているが、開花前CPPU処理を行った展葉6~7枚期は、おおよそ満開前25日頃であり、この処理によって開花前から急激に子房が肥大することから、CPPUの花房処理時期が満開前約25日と早い場合、2 ppmと比較的低濃度であっても開花前から細胞分裂が著しく促進されることにより、特に垂表皮細胞層の発達を促し(第2図)、果皮強度を高めていると考えられた。

以上のように、満開期CPPUに先だって開花前CPPU処理を行うことは、ブドウ‘シャインマスカット’の果肉を軟らかく、果皮を硬くする傾向があるといえる。このことによる味覚への影響は、満開期のCPPU濃度が5 ppm以下であれば問題は少ないが、10 ppm程度の比較的高濃度になると食感を損ねる可能性が高い。また、満開時のCPPU 10 ppm処理は、現在‘シャインマスカット’においては登録適用外である。従って、これらの点をふまえ食味、食感および糖度の低下を抑制しながら房しまりを向上させるためには、島根県における慣行の植調剤処理(満開期のGA₃ 25 ppmとCPPU 3 ppmの混合溶液、満開10~15日後のGA₃ 25 ppm溶液の各果房浸漬処理)に対し、満開期のGA₃ 25 ppmに混用するCPPUの濃度を3 ppmから5 ppmに高め、さらに2 ppmの開花前CPPU処理を追加する方法が有効であると考えられる。しかし、この方法は園地によっては果皮が本試験より硬くなる場合も想定され、食感の評価を低下させるおそれがあることから、園地ごとに検証したうえで導入する必要がある。また、カスリ症発生に対するCPPU開花前散布処理の効果は年次によって変動がみられたため、今後も検討を行っていく必要がある。

摘 要

ブドウ‘シャインマスカット’における、CPPUの処理時期および濃度の違いが果実品質に及ぼす影響を検討し

た。2 ppmの開花前CPPU処理や、満開期のGA₃ 25 ppm + CPPU 10 ppm花穂浸漬処理は、房しまりを有意に高め、カスリ症の発生を抑制する傾向が認められた。果実の官能評価から、2 ppmの開花前CPPU処理と満開期GA₃ 25 ppm + CPPU 10 ppm花房浸漬処理の併用により、果肉は軟らかく、果皮は硬くなり食感の評価を低下させた。また、2 ppmの開花前CPPU処理と満開10~15日後のGA₃ 25 ppm + CPPU 10 ppm果房浸漬処理の併用により、果皮は明らかに硬く評価された。2 ppmの開花前CPPU処理により、表皮および垂表皮細胞層が有意に厚くなった。ブドウ‘シャインマスカット’の商品性向上には、島根県における慣行の植調剤処理(満開期のGA₃ 25 ppmとCPPU 3 ppmの混合溶液、満開10~15日後のGA₃ 25 ppm溶液の各果房浸漬処理)に対し、満開期のGA₃ 25 ppmに混用するCPPUの濃度を3 ppmから5 ppmに高め、さらに2 ppmの開花前CPPU処理を追加する方法が有効であると考えられた。

引用文献

- Ben-Arie, R., P. Sarig, Y. Cohen-Ahdut, Y. Zutkhi, L. Sonego, T. Kapulonov and N. Lisker. 1998. CPPU and GA₃ effects on pre- and post-harvest quality of seedless and seeded grapes. *Acta Hort.* 463: 349-357.
- 浜田憲一・真野隆司・荒木 斉. 1993. ジベレリンと合成サイトカイニン(KT-30)処理が大粒系ブドウの結実及び品質に及ぼす影響. 兵庫中央農技研報(農). 41: 21-26.
- 姫野周二・濱地文雄・清水博之・森田 彰. 1985. チジアズロン及びN-(2-クロル-4-ピリジル)-N-フェニール尿素(KT-30)による‘巨峰’の無核果形成. 福岡農総試研報B. 5: 11-14.
- 石川一憲・馬場 正・高橋久光・加藤弘昭・池田富喜夫. 2002. ストレプトマイシン誘発無核ブドウ‘藤稔’の果粒肥大に及ぼす整房およびジベレリン・CPPU混合処理の影響. 東京農大農学集報. 47: 20-24.
- 饒 景萍・小原 均・松井弘之・平田尚美. 1991. キウイフルーツの発育生理に関する研究II. KT-30処理が果実肥大に及ぼす影響. 千葉大園学報. 44: 263-267.
- 門脇伸幸・田中館志都・佐野健人・多比良和生. 2012. ブドウ‘シャインマスカット’におけるCPPUの加用方法が果皮破断応力、果粒果形比、果粒内部空洞に及ぼす影響. 園学研. 11(別1): 67.
- 小林和司・武井和人・菊島昭子. 2006. ジベレリンとホルクロルフェニールの混合液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.
- 倉石 晉. 1976. ジベレリンの生理作用, サイトカイニンの生理作用. p. 58-64, p. 88-95. 植物ホルモンの生理作用. 東京大学出版会. 東京.
- 宮城 淳・家壽多正樹・日坂弘行・本居聡子・若生忠幸. 2011. ネギの官能評価と成分・物性測定値との関係.

- 園学研. 10: 101–107.
- Nakagawa, S. and Y. Nanjo. 1965. A morphological study of delaware grape berries. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 34: 85–95.
- 野間 豊. 1989. IV 植物生理活性物質編. p. 379–388. 果樹の生育調節. 博友社. 東京.
- 尾頃敦郎・小野俊朗. 2008. ブドウの花穂発育に及ぼす開花前ホルクロルフェニユロンの影響. 近畿中国四国農研報. 12: 17–20.
- 岡本五郎. 1996. 果実の成熟とその調節. P. 168–169. 果実の発育とその調節. 養賢堂. 東京.
- 岡山県農業総合センター農業試験場. 2007. ブドウ「紫苑」の果房の形を向上させる開花期の無核化処理法. 平成19年度試験研究主要成果. 1–2.
- 小野俊朗・依田征四・高木伸友. 1991. ブドウ「ピオーネ」の果実品質に及ぼすKT-30S液剤 {N-(2-クロル-4-ピリジル)-N-フェニルウレア} の影響. 岡山農試研報. 9: 47–51.
- 上野俊人・山田昌彦・三谷宣仁・白石美樹夫. 2006. 植物生育調節剤処理と剪定方法がブドウ「シャインマスカット」と「オリエンタルスター」の果房一次支梗長に及ぼす影響. 園学雑. 75 (別1): 279.
- 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.
- 趙 梁軍・白石眞一・花田勝美. 1991. キウイフルーツ果実の発育と化学成分の変化に及ぼす KT-30 処理の影響. 九州大農学芸誌. 45: 183–191.