

ブドウ(Vitis vinifera L.とV.complex)における縮果病の発生程度とカルシウム,マグネシウム及びホウ素の発生予防効果

誌名	九州大学農学部農場研究報告
ISSN	13465643
著者名	若菜,章 花田,信章 中川,幸夫 鳥飼,芳秀 福留,功 朴,成敏
発行元	九州大学農学部附属農場
巻/号	11号
掲載ページ	p. 27-35
発行年月	2003年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ブドウ (*Vitis vinifera* L. と *V. complex*) における縮果病の発生程度とカルシウム、マグネシウム及びホウ素の発生予防効果

若菜章¹⁾・花田信章*・中川幸夫*・鳥飼芳秀*・福留功*・朴成敏²⁾

九州大学大学院農学研究院植物資源科学部門農業生産生態学講座

*九州大学農学部附属農場

要約 ブドウにおける生理障害である縮果病の発生程度とその抑制法を検討するために、露地栽培の‘ネオマスカット’3樹、‘マスカットベリーA’5樹、‘巨峰’3樹、およびファイロンハウスで栽培している‘マスカットオブアレキサンドリア’1樹を供試した。縮果病の発生率は‘マスカットオブアレキサンドリア’(11.3%)で最も高く、‘巨峰’(4.9%)、‘ネオマスカット’(1.6%)、‘マスカットベリーA’(0.7%)の順に低くなった。16区分した幼果表面の成長速度は果梗に最も近い区分で最も遅く、果頂部を含む区分で次に遅く、その他の区分はほぼ同程度であったが、果実の赤道から果頂側の方が果梗側より成長速度がやや速かった。H字型整枝樹における主枝の基部から先端部までの5区分間では、縮果病の発生率に有意差は認められなかった。縮果病の発生率は果房においては肩部で高く、果房の粒数が少ないほど、また粒重が重いほど高かった。果粒(果実)においては赤道から果梗側へ1/2までの区分で著しく発生率が高く(約60%)、果頂部では発生が認められなかった。縮果病果粒は障害程度が重いほど果重が減ったが、糖度はほとんど変化しなかった。‘巨峰’の縮果病果では、着色が不良であった。第1迅速成長期の後期に0.2Mの炭酸カルシウム、硫酸カルシウム、硫酸マグネシウムおよびホウ酸の単独あるいは混合した水溶液で‘ネオマスカット’を除く3品種の果房を浸漬処理すると、いずれの処理区においても縮果病果の発生率は低くなった。しかし、‘マスカットオブアレキサンドリア’におけるホウ酸水溶液の浸漬処理は効果がなかった。

緒言

果樹果実における代表的な生理障害としては、ナシのユズ肌、リンゴのジョナサンスポットやコルクスポットなどがあり、ブドウでは硬核期に現れる縮果病、硬核期後期に現れる日射病ならびに成熟期に現れる房枯れ病がある。リンゴやナシの生理障害の発生には主にカルシウム含量の低下と関連した物質の細胞間移行障害が関係していると考えられており、カルシウム資材の投入や施肥により被害が軽減される(柴, 1981; 青葉, 1991; 猪俣, 1991; Westwood, 1978)。しかし、ブドウにおける生理障害の発生のメカニズムについては不明な点が多く、またその防止法についても確立された技術はない(柴, 1981)。

縮果病は硬核期に入る前の第1迅速成長期の後期に発生が始まり、硬核期に果皮下の果肉部に小さな斑点が現れて、しだいに拡大して黒変し、黒変した部分がへこむ障害である。縮果病は病害ではなく、表皮下の果肉組織が壊死する生理障害なので縮果症(高木, 1991)とも言われる。ブドウにおける縮果病はガラス室で栽培される淡黄緑色である‘マスカットオブアレキサンドリア’で発生率が高く、小さな縮果病の黒色斑点でも著しく商品価値を失い、時には経済的に大きな損益がでる。‘甲斐路’やその芽条変異系の‘赤嶺’

でも縮果病の発生率は高く、これがこれらの品種の欠点である。発生率はやや低いが、‘フレームトーケイ’、‘ネオマスカット’、‘甲州三尺’などにも発生する。外見上は目立たないことが多いが、‘マスカットベリーA’、‘キャンベルアーリー’、‘巨峰’などの紫黒色品種においてもある程度出現し、問題となることがある。

縮果病の原因については、葉面積が増える第1期後期において、急に晴天となると、葉からの蒸散が多くなり、根からの水分吸収が伴わず、その結果として果実から水分が奪われて維管束末端に障害を生じると考えられている(中川, 1968)。しかし、高木ら(1981)は結果枝の環状剥皮処理、水の葉面散布処理および断根処理を行った結果、縮果病の発生には樹体の水分状態以外の要因が関係していることを示唆した。また、高木ら(1981)や間苧谷ら(1982)は縮果病と日射病は高温感受性の違いによる一連の現象であると見なしている。中野(1988, 1989a)は縮果病を形態や発生時期などに基づいて、小さな症状のシミと大きな症状の縮果に分け、さらに縮果を縮果型、日射型および併発型に分けた。中野(1989b)はシミの原因として果粒への樹液の流入圧力、縮果の原因としては気温が関係する障害と推測している。しかし、いずれの研究においても明確な予防法については言及していない。

¹⁾ 現在 九州大学大学院農学研究院植物資源科学部門農業植物学講座園芸学分野

²⁾ 現在 大韓民国江原道春川市、江原大学校農業生命科学部応用植物学科園芸学教室

本研究においては、特に甚大な被害となる縮果型障害について、緑色品種と黒紫色品種の果実における発現部位および果実の成長との関連などを調査して発現様相を解明することを試みた。さらに第1迅速成長期後期にカルシウム塩、マグネシウム塩およびホウ酸の各水溶液を用いて果房浸漬処理を行うことで縮果病の発生抑制効果を追究した。

材料および方法

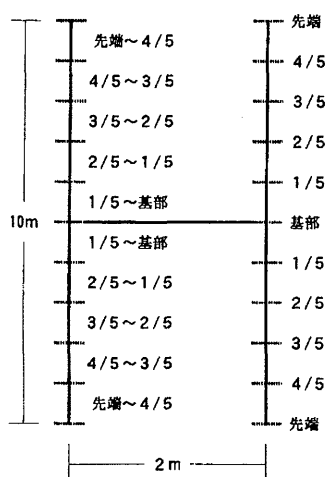
九州大学農学部附属農場篠栗農場果樹園において露地栽培している10年生の‘ネオマスカット’ (*Vitis vinifera*?) 3樹、‘マスカットベリーA’ (*V. complex*) 5樹、‘巨峰’ (*V. complex*) 3樹、およびファイロンハウスで栽培している10年生の‘マスカットオブアレキサンドリア’ (*V. vinifera*) 1樹を供試した。台木はいずれも‘イブリードフラン’で、‘マスカットオブアレキサンドリア’では6本主枝のオールバック整枝(改変パルメット整枝)、『巨峰』ではX字型整枝、その他の品種ではH字型整枝とした。これらの樹勢はすべて中庸であった。

果実の成長測定

‘マスカットオブアレキサンドリア’を供試し、1984年6月8日(満開後14日目)に果実を緯線(果頂と果梗を結ぶ線)に沿って16等分し、マジックペンで印しを付け、1週間毎に硬核期に入る7月6日まで、各区分の長さをノギスで測定した。果実は1果房あたりランダムに選んだ3粒を供試し、5果房の15果粒について測定した。

樹、果房、果実における縮果病斑の発生部位調査

H字型整枝樹における縮果病の発生頻度をみるために‘ネオマスカット’を1樹供試した。主枝を基部から



第1図 H字型整枝した‘ネオマスカット’樹における主枝の区分。

ら先端に向かって5等分し(第1図)、それぞれの部位からランダムに完熟した10果房を採取して、縮果病果の発生頻度を調査した。

完熟果房の各部における縮果病果粒の発生程度を見るために、4品種から約60~100果房をランダムに供試して、果房を肩部、中間部および頂部に三等分し、それぞれの部位における縮果病の発生頻度を調査した。さらに、果房の粒数と縮果病の発生頻度の関係を明らかにするために、‘マスカットオブアレキサンドリア’、‘マスカットベリーA’および‘巨峰’の約50~250果房を調査した。また、果房の平均粒重と縮果病果の発生頻度を明らかにするために‘マスカットオブアレキサンドリア’と‘巨峰’の完熟果房50個程度を調査した。

完熟果実における縮果病斑の発生部位を明らかにするために、‘巨峰’と‘ネオマスカット’を供試した。100果房から127粒と150果房から100粒の縮果病果をそれぞれ採取し、果頂から果梗部までを緯線に沿って20等分して、縮果病の障害斑の中心がどの区分にあるのかを測定した。まれに、1果粒に複数の障害斑が発生している場合には、すべてを測定した。また、これらに‘マスカットオブアレキサンドリア’の縮果病果200粒を追加供試して、縮果病の程度と果粒重・糖度(Brix)・着色の関係を調査した。

果房浸漬処理

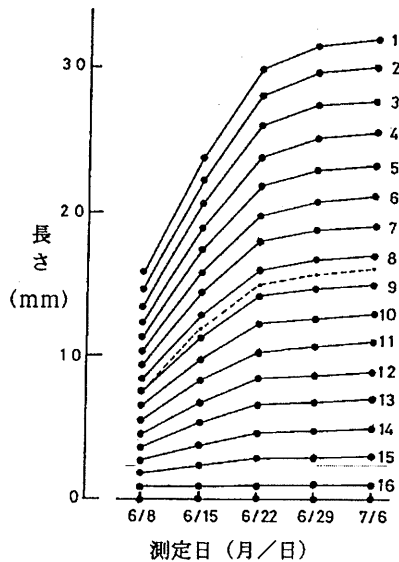
‘マスカットオブアレキサンドリア’、‘巨峰’、‘ネオマスカット’および‘マスカットベリーA’を供試した。縮果病の発生が始まる直前の第1迅速成長期の後期(6月22~25日)に0.2Mの炭酸カルシウム、硫酸カルシウム、硫酸マグネシウム、ホウ酸の各水溶液およびこれらを等量に混合した水溶液にTween 20を1リットル当たり1滴添加して、果房浸漬処理を行った。0.2M以上の処理濃度では果面にこれらの試薬が再結晶して外観を損ねるため行わなかった。処理果の調査は9月に行った。処理果房は三つの部分(肩部、中部および頂部)に分けて、縮果病による障害果の発生頻度と程度を調査した。黒紫色品種の‘巨峰’、および‘マスカットベリーA’ではすべての果粒を剥皮して、縮果病程度を詳細に調査した。また、障害果と健全果の粒重と屈折糖度計による糖度(Brix)も合わせて調査した。さらに、ホウ酸については0, 0.025, 0.05, 0.1および0.2Mの水溶液を作成して、縮果病の発生頻度の高い‘マスカットオブアレキサンドリア’果房にたいする浸漬処理を6月20日に行って、同様に調査した。

結果および考察

果実(果粒)の成長

‘マスカットオブアレキサンドリア’果実の成長は6月29日(満開後35日目)から7月6日(満開後42日目)

に生長速度が遅くなり、硬核期に入った。緯線に沿って16等分した果実において、果梗に最も近い区分で最も成長速度が遅くてほとんど伸長しなかったのに対して、果頂に最も近い区分では成長速度がやや遅くなったが、ある程度伸長した（第2図）。その他の14区分では同じ成長速度で急速に伸長した。詳細を見ると、果頂側の区



第2図 ‘マスカットオブアレキサンドリア’ 果粒の第1迅速成長期における各部の成長曲線。果粒は6月8日に緯線に沿って16等分し、2～16に黒点をつけて測定。破線は赤道。

第1表 ‘ネオマスカット’ 樹の主枝の各部位における縮果病の発生頻度, 1982.

主枝の部位	調査果房数	果粒数	縮果病果数 (%)
基部～1/5	10	320	7 (2.1)
1/5～2/5	10	385	4 (1.0)
2/5～3/5	10	395	3 (0.8)
3/5～4/5	10	370	9 (2.4)
4/5～先端	10	360	3 (0.8)
合計	50	1839	26 (1.4)

分2～6は果梗側の区分12～16より成長速度がやや早く、果頂側の区分6～9は果梗側の区分9～12とほぼ同じ成長速度であった。全体としては赤道から果頂側の方が赤道から果梗側よりも伸張した。

樹における縮果病の発生部位

供試した‘ネオマスカット’ 樹の5調査区分（第1図）において、縮果病果の平均発生率は果粒あたり1.4%であった。主枝の基部から1/5までと3/5から4/5までがやや高い発生率（約2%）を示したが、主枝の5区分間には有意差は認められなかった（第1表）。

果房における縮果病の発生部位

4品種の果粒における縮果病の発生頻度は‘マスカットオブアレキサンドリア’ が約11%と最も高く、続いて‘巨峰’ (4.9%), ‘ネオマスカット’ (1.6%), ‘マスカットベリーA’ (0.7%) であった。これらの品種の果房における縮果病の発生頻度は肩部において最も高く、中間部および頂部の1.5倍以上であった（第2表）。中間部と頂部における発生頻度には明瞭な差は認めら

第3表 果房の粒数と縮果病の発生頻度, 1982.

粒数	果房数	果粒数	縮果病果粒数 (%)
マスカットオブアレキサンドリア			
21～30	39	1017	101 (9.9)
31～40	49	1692	162 (9.6)
41～60	18	845	60 (7.1)
巨峰			
11～20	20	324	20 (6.2)
21～30	21	524	21 (4.0)
31～40	4	136	7 (5.2)
マスカットベリーA			
41～60	79	3984	10 (0.25)
61～80	128	8983	6 (0.06)
81～90	56	4359	6 (0.14)

第2表 ブドウ4品種における果房の部位別の縮果病の発生率, 1982.

品種	調査果房数	果房の各部位における縮果病果粒数/全果粒数			
		肩部	中間部	頂部	合計
マスカットオブアレキサンドリア	108	186/1306(14.2)	110/1191(9.2)	93/959(9.7)	389/3456(11.3)
巨峰	65	31/492(6.3)	19/491(3.9)	22/491(4.5)	72/1474(4.9)
ネオマスカット	75	21/1057(2.0)	12/1024(1.2)	15/927(1.6)	48/3018(1.6)
マスカットベリーA	60	18/1498(1.2)	8/1403(0.6)	1/1251(0.1)	27/4152(0.7)

れなかった。

果房の粒数・粒重と縮果病の発生頻度

供試した3品種のいずれにおいても果房の粒数が少ない場合に縮果病の発生頻度が高くなった(第3表)。しかし、中程度に着粒した果房と多めに着粒した果房における発生頻度には明瞭な差は認められなかった。

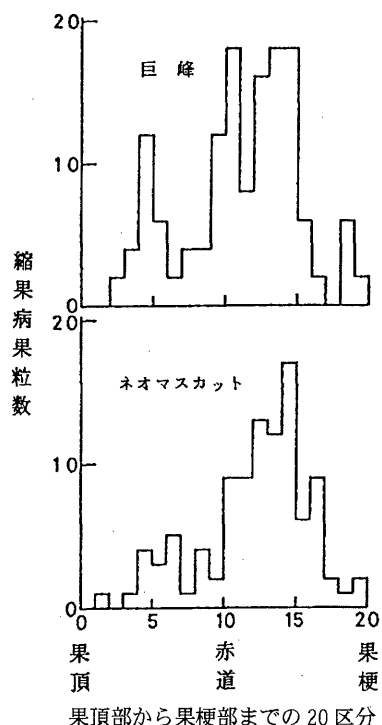
‘マスカットオブアレキサンドリア’では、果房の平均果粒重が重くなる程、縮果病の発生率が高くなった(第4表)。「巨峰」では平均粒重が中程度の果房で発生率が高く、重い果房がそれに次ぎ、軽い果房で発生率が最も低くなった。

果実における縮果病の発生部位

果実における縮果病障害の発生は果頂を除く果実の全面に認められたが、果実の赤道から果梗側へ1/2のところまでが著しく発生率が高かった(第3図)。すなわち、緯線を四等分して果実面を四つの区分に分けて見てみると、縮果病障害斑の発生中心の位置は「巨峰」で61%、「ネオマスカット」で60%が赤道から果梗側の1/4の区分にあった。両品種において、果梗側1/4、赤道から果頂側1/4ならびに果頂側1/4の区分では15%から20%の発生率であった。ただし、「ネオマスカット」では果頂側1/4の区分で縮果病の発生率は5%であり、最も低かった。

第4表 果房の平均果粒重と縮果病果の発生頻度, 1983.

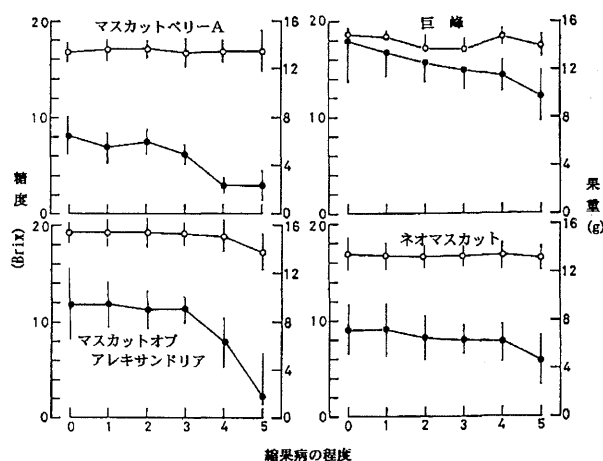
健全果粒の平均重 (g)	果房数 (%)	縮果病が発生した果房数 (%)	全果粒数	縮果病果粒数 (%)
マスカットオブアレキサンドリア				
≧6, <8	9	6	337	29 (8.6)
≧8, <10	24	18	842	88 (10.5)
≧10, <12	24	22	583	73 (12.5)
≧12, <13	3	3	69	15 (21.7)
巨峰				
≧11, <13	16	12	392	20 (5.1)
≧13, <15	20	13	405	31 (7.7)
≧15, <17	9	7	185	11 (5.9)



第3図 ブドウ果粒における縮果病障害斑の発生部位とその頻度。



第4図 縮果病障害の程度の模式図。



第5図 ‘巨峰’と‘ネオマスカット’の成熟果粒における縮果病障害斑の発生部位。果粒は緯線に沿って20等分した。0:果頂, 10:赤道, 20:果梗着生部。

縮果病障害の程度と障害果粒の特徴

縮果病の障害程度は果実に小さな黒い斑点として認められる程度の障害から、果実のほぼ半面以上が黒変・陥没して脱粒する甚だしい障害まで認められた。そこで、本研究においては軽い障害程度を1、脱粒に到る甚だしい障害程度を5とした(第4図)。

果実(果粒)重は障害程度が高くなるほど減少した(第5図)。「ネオマスカット」と「巨峰」では障害程度が高くなるに伴って緩やかに果粒重が減少した。しかし、「マスカットベリーA」と「マスカットオブアレキサンドリア」では障害程度1から障害程度3までは徐々に粒重が低下し、障害程度4と5で著しく低下した。障害果粒の糖度(Brix)はいずれの障害程度の果粒においても無障害果と同じであったが、障害程度5でやや低下する傾向が見られた(第5図)。

縮果病障害果と健全果の着色の違いは「巨峰」のみで認められた。「巨峰」では縮果病果のほとんどは着色不良となり、同一果房における無障害果が黒紫色であるときに赤紫色あるいは淡い赤紫色であった。他方、「マスカットベリーA」では障害果も無障害果と同様に黒紫色に着色し、外見的に両者に着色の違いは認められなかった。

果房浸漬処理

0.2Mの炭酸カルシウムと硫酸マグネシウム水溶液を硬核期の前に果房処理した結果、「マスカットオブアレ

キサンドリア」と「巨峰」の縮果病果粒の発生率は無処理区に比べて低くなった(第5表)。炭酸カルシウムと硫酸マグネシウム水溶液処理区を比較すると、炭酸カルシウム処理区の方が低い発生率を示した。両水溶液処理区における縮果病果粒の発生率の低下は主に障害程度1の縮果病障害果粒の減少に依っていた。糖度(Brix)と果粒重に関しては処理区間に有意差は認められなかった。

「マスカットベリーA」における0.2Mの炭酸カルシウムと硫酸マグネシウム水溶液処理においても「マスカットオブアレキサンドリア」や「巨峰」と同様な結果が得られた(第6表)。ただし、縮果病果粒の発生率は障害程度1から5まですべてで減少した。さらに、0.2Mの硫酸カルシウムでも発生率は減少し、0.2Mのホウ酸処理と四水溶液混合処理ではほとんど縮果病果粒の発生がなかった。糖度(Brix)と果粒重に関しては処理区間に有意差はなかった。

硬核期前の果房を0, 0.025, 0.05, 0.1, 0.2Mのホウ酸水溶液で処理した「マスカットオブアレキサンドリア」では、縮果病の発生率に関して各処理区間に有意差はなかった(第7表)。

考察

諸外国においては縮果病の研究例がないことから、この障害は日本独自の問題と考えられる。世界的なブドウの栽培地域は少雨の夏季半乾地帯(Winkler et al., 1962)

第5表 マグネシウム塩とカルシウム塩の水溶液(0.2M)による果房浸漬処理が縮果病に及ぼす効果, 1982.

濃度 (0.2M)	供試 房数	供試 粒数	下の障害程度を示す縮果病果粒数(%)					健全果の平均		
			1	2	3	4	5	合計	粒重(g) Brix	
マスカットオブアレキサンドリア										
炭酸カルシウム	20	641	26(4.1)	4(0.6)	6(0.9)	2(0.3)	20(3.1)	58(9.0)	9.5	18.6
硫酸マグネシウム	20	701	40(5.7)	6(0.9)	3(0.4)	2(0.3)	17(2.4)	68(9.7)	9.3	18.7
対照	20	697	50(7.2)	3(0.4)	1(0.1)	3(0.4)	21(3.0)	79(11.3)	9.5	18.9
巨峰										
炭酸カルシウム	15	299	3(1.0)	3(1.0)	3(1.0)	3(1.0)	2(0.7)	14(4.7)	13.9	18.6
硫酸マグネシウム	15	303	1(0.3)	4(1.3)	6(2.0)	5(1.6)	5(1.6)	21(6.8)	13.5	18.2
対照	15	347	10(2.9)	4(1.2)	9(2.6)	3(0.9)	1(0.3)	27(7.9)	13.3	18.7

第6表 マグネシウム塩とカルシウム塩およびホウ酸の水溶液(0.2M)による果房浸漬処理が「マスカットベリーA」の縮果病に及ぼす効果, 1982.

濃度 (0.2M)	供試 房数	供試 粒数	下の障害程度を示す縮果病果粒数(%)					健全果の平均		
			1	2	3	4	5	合計	粒重(g) Brix	
炭酸カルシウム	10	688	1(0.1)	1(0.1)	1(0.1)	0(0)	1(0.1)	4(0.6)	6.5	17.1
硫酸カルシウム	10	621	1(0.1)	1(0.1)	1(0.1)	2(0.3)	2(0.3)	7(1.1)	6.6	17.2
硫酸マグネシウム	10	699	2(0.3)	3(0.3)	0(0)	0(0)	1(0.2)	6(0.8)	6.7	16.6
ホウ酸	10	729	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	6.4	16.8
四水溶液混合	10	735	0(0)	1(0.1)	0(0)	0(0)	1(0.1)	2(0.2)	6.5	16.9
対照	10	702	3(0.4)	4(0.6)	9(1.3)	3(0.4)	1(0.1)	20(2.8)	6.6	17.1

であるのに対して、日本は夏季（特に6～7月）が高温で湿潤多雨な気候であるため、各種の病害は多発し、ブドウ樹は旺盛となる。この日本における気候が縮果病を発生させる環境条件となっていると推察される。

本研究では樹勢の落ち着いた成木を調査対照としたが、ガラス室で栽培した‘赤嶺’では樹勢の強い若木を強剪定した場合、50～100%の高率で多数の障害斑を持った縮果病果粒が発生する。一方、樹勢がかなり落ちている（新梢の伸びが60cm程度の）‘マスカットオブアレキサンドリア’では縮果病果粒はまったく出現しなかった（未発表）。また、縮果病の発生は中粒系や大粒系のブドウに多く見られ、‘デラウエア’や‘トンプソンシードレス’など少粒系ブドウには認められない（未発表）。果房においては大粒の果実ほど、また粒数が少ないほど縮果病障害の発生率が高かった。これらのことから、結果枝の勢力と果実の成長速度が縮果病発生と関連することが示唆される。

高木ら（1981, 1991）は土壌水分が豊富で硬核期になっても盛んに新梢が伸長する樹において、1）果粒の肥大が続く場合に発生が著しく多くなること、2）高温条件下で障害斑の進展が速いことなどを報告している。果房の部位別では肩部において縮果病果粒の発生頻度が高かったが、これは肩部が日照を受けやすくして高温になりやすいことと関係しているものと推察される。間苧谷ら（1980）は、ジベレリン処理した果房で縮果病の発生率が高くなることを報告している。これらの報告および本研究の結果から、樹体の旺盛な成長と果粒の急激な肥大は縮果病障害発生の主誘因であることが示唆され、さらに環境条件（特に温度）の関与も示唆される。

高木ら（1981）はパルメット整枝した‘マスカットオブアレキサンドリア’の垂主枝における縮果病果の発生率を調査した結果、比較的勢力の強い第1垂主枝に多発（43%）し、先端付近の勢力の弱くなる垂主枝では発生が少ない（約10%）ことを報告している。本研究ではH字型整枝をした‘ネオマスカット’の4本主枝の基部から先端部までの4区分間の縮果病発生率に有意差はなかった。これは4本の主枝間に勢力の差がほとんどなかったこと及び各区分の結果枝にも勢力の差がほとんどない（新梢の長さに差がない）ことに

よると考えられる。

果粒の肥大速度が大きいと縮果病の発生率が高くなることが良く知られている（高木, 1991; 高木ら, 1981; 間苧谷ら, 1978; 中野ら, 1979）が、果実の部位ごとの生長速度と縮果病障害斑の発生頻度に関する報告はない。中野（1988）は‘マスカットオブアレキサンドリア’の縮果症状は硬核期の後半に果粒の基部に発現し、しみ症状は果粒の全面に発生すると述べている。しかし、本研究で調査した‘ネオマスカット’と‘巨峰’では、緯線に沿って果梗部から四分の一の区分に縮果障害斑を持つ果実の発生率は平均で16%と高くなかった。約60%の縮果病果粒はその上の赤道から果梗側へ1/2までの区分（全体の四分の一の区分）に障害斑を発生していた。縮果病の発現する硬核期以前の第1迅速成長期における果実の肥大成長は、果梗部の区分（全体の1/16）で最も劣り、果頂部の区分（全体の1/16）が次に劣った。この‘マスカットオブアレキサンドリア’の肥大成長パターンと‘ネオマスカット’や‘巨峰’の区分（全体の1/20）ごとの肥大成長パターンが同じだとすれば、果頂部と果梗部近くにおける肥大成長の遅さがその部位における縮果病斑の発生率の低さと関連していると思なされる。

しかし、その他の12区分では肥大成長にほとんど差がなかった。詳細に見てみれば、縮果病の発生頻度が高い区分ではない2から6の間の区分でやや肥大成長が大きかった（第2図）。これらのことは果実の各区分における肥大成長の違いと縮果病発生には深い関係がないことを示唆する。中野（1989a）は縮果病斑が発生した部位から果梗までの維管束が壊死すること、しかし、維管束の壊死が縮果病の直接の原因ではないことを示唆し、縮果病は毒理的な現象であると報告している。本研究におけるカルシウム、マグネシウム及びホウ素の各化合物水溶液による果房浸漬処理は、縮果病の発生率を低下させた。これらのことを考慮に入れると、細胞の集団致死による縮果病障害斑形成は代謝関与必須物質の欠乏条件下におけるこれらの物質の細胞群間競合による代謝異常が原因であると推察される。しかしながら、なぜ赤道から果梗側1/2に多く発生するのかについては今後の課題である。

本研究で明らかになった代謝異常を示す他の例とし

第7表 ホウ酸水溶液による果房浸漬処理が‘マスカットオブアレキサンドリア’の縮果病に及ぼす効果, 1983.

濃度 (M)	供試 房数	供試 粒数	下の障害程度を示す縮果病果粒数 (%)					健全果の平均		
			1	2	3	4	5	合計	粒重 (g)	Brix
0.2	8	208	13(6.3)	3(1.4)	4(1.9)	0(0)	1(0.5)	21(10.2)	11.5	16.9
0.1	10	336	15(4.5)	6(1.8)	3(0.9)	0(0)	2(0.6)	26(7.7)	11.0	16.9
0.05	10	354	14(4.0)	6(1.7)	6(1.7)	1(0.3)	0(0)	27(7.6)	10.6	17.2
0.025	9	277	10(3.6)	6(2.2)	4(1.4)	0(0)	2(0.7)	22(7.9)	10.2	16.7
0	10	328	17(5.2)	3(0.9)	1(0.3)	0(0)	2(0.6)	23(7.0)	10.0	17.2

て、‘巨峰’の縮果病果粒における着色不良がある。ブドウのアントシアンはアントシアニン（配糖体+アントシアニンジン）であることが多いことから、糖含量が高いほど果粒は着色しやすいと言える。縮果病果の糖含量は健全果とほとんど変わらないのに着色がかなり阻害されることは、縮果病果では障害発生部以外の細胞・組織（果粒全体）においても代謝異常が起きていることを示唆する。しかし、障害斑に生成される着色阻害関連物質の作用によるのか、あるいは着色が阻害される生理状態の果粒に縮果病が発生するのかは不明である。いずれにしても縮果病果では単に一部の細胞群が代謝異常で壊死するだけではなく、他の代謝系も異常を生じていると言える。‘マスカットベリーA’で縮果病果に着色不良が認められなかったのはこの品種が‘巨峰’と比べて高いアントシアニン生成能力を持ち多量のアントシアニンを生成するために、生成量が多少減少しても着色にはほとんど影響しなかったことにあると推測される。

柴（1981）は縮果病の防止対策として窒素過多や強剪定を避けて土壌環境の改善をはかると共に、検討価値の有る応急的な対策として成長抑制剤（B-ナイン；0.5%：3回）の散布（果粒が小さくなるので使用不可）、塩化カルシウム溶液（0.3%：8回）の枝への注入や果房浸漬および硬核期前のホウ酸水溶液（0.1%：1回、0.3%：3回）の散布を上げている。成長抑制剤処理を除く塩化カルシウムとホウ酸の両水溶液処理は、それぞれ8回と4回と処理回数が多く実用的ではない。そのため本研究では果面を汚さない程度の濃度で1回処理とした。硬核期前の1回処理でも、カルシウム塩、マグネシウム塩およびホウ酸の単独あるいは混合した水溶液（0.2M）による果房浸漬処理のいずれもが縮果病の発生率を低下した。

これらの三要素に関しては、以下の機能が知られている（Preece and Reed, 1993）。カルシウムは隣接する細胞壁を接着するペクチンの成分および細胞質のゲル化成分として重要であり、欠乏すると細胞の機能を正常に保つことが不可能になる。マグネシウムはクロロフィル分子を構成し、リン酸やカルシウムの有用性を高めるとともに酵素活性を高めて細胞質の代謝に作用する。ホウ素はDNAやRNAの合成（細胞分裂と細胞の発達）および糖の転流に重要で、欠乏すると植物体内での移動性があまり高くないので茎頂や根端の壊死（細胞死）を招く。

これらの三要素は硬核期前後の急激に肥大成長する果実および旺盛に伸長成長する枝葉ほど大量に使われるために、一時的に不足状態に陥ることが予想される。そのため果実の一部の通導組織や細胞が機能不全になり部分的に壊死することも十分に考えられる。この時の高温条件は代謝異常を助長し、機能不全を促進する可能性がある。縮果病の発生頻度は、樹勢が強くて枝

葉の伸長成長が著しい場合に高くなる（高木ら、1981、1991）。しかしながら、三つの要素を単独あるいは混合して行った果房の浸漬処理によって補給したことにより、果実におけるこれらの不足状態が緩和され、縮果病の発生をある程度抑制したものと推察される。一方、不足状態に達していなかったにしても、三つの要素の一つまたは複数が添加されることにより通導組織の機能や細胞の代謝がよりスムーズに行われ縮果障害に進まなかった可能性も推測される。

縮果病と同様に果皮下の細胞群・組織が壊死して黒変するリンゴの苦痘病やジョナサンスポット、および形態形成が異常になるナシのユズ肌や石ナシなどの生理障害は、カルシウム欠乏が原因であり、土壌へのカルシウム資材の投入や散布により被害が軽減される（柴、1981；青葉、1991；猪俣、1991；Westwood, 1978）。ブドウにおいてもカルシウム、マグネシウム及びホウ素を含有する資材の投入や施肥の効果を十分に検討する必要がある。

‘マスカットオブアレキサンドリア’の果房浸漬処理において様々な濃度のホウ酸水溶液の果房浸漬処理の効果が認められなかったことは、処理時期が遅かったことによる可能性が考えられる。そのため処理時期をさらに検討する必要がある。また、単独水溶液よりも混合水溶液を用いた方がより高い効果を示すことも考えられ、同時に検討すべきであろう。

中・大粒系のブドウ品種群において、縮果病が高頻度で発生しやすい品種がある一方ほとんど発生しない品種もあり、縮果障害は遺伝的な形質と考えられる。縮果病障害の発生頻度が高い‘マスカットオブアレキサンドリア’及びやや低い‘巨峰’の後代には縮果病が発生しない個体や発生する個体が見られ、発生頻度は個体によって特異的であった（未発表）。これらのことから、育種過程において縮果病が発生し難い品種の選抜を念頭に置くことも重要である。また、将来的には樹勢を中庸にする矮性台木の開発も縮果病障害を少なくする重要な解決法となることが本研究結果から示唆される。

引用文献

- 1) 青葉幸二、リンゴ；生理障害。吉田、長井、田中、長谷編著。最新果樹園芸技術ハンドブック。pp. 270-273。朝倉書店、東京。1991。
- 2) 猪俣雄司、ニホンナシ；生理障害。吉田、長井、田中、長谷編著。最新果樹園芸技術ハンドブック。pp. 323-327。朝倉書店、東京。1991。
- 3) 間亭谷徹・仁藤伸昌・高木伸友・倉石晋、ブドウの縮果病とエチレンとの関係。園芸学会昭和55年度秋季大会研究発表要旨：32-33、1980。
- 4) 間亭谷徹・高木伸友・田村史人、マスカットオブアレキサンドリアの果粒に発生する縮果病と日射

- 病との関係について. 果樹試験場報告E, 4:53-61, 1982.
- 5) 中川昌一, 果樹の生理障害と対策. 鳥潟博高編. pp. 310-325. 誠文堂新光社. 東京. 1968.
 - 6) 中野幹夫, ブドウマスカットオブアレキサンドリアの縮果障害の発生時期と症状. 岡山大学農学報, 72:89-99, 1988.
 - 7) 中野幹夫, ブドウ, "マスカットオブアレキサンドリア"における縮果障害の組織学的観察と発生要因. 園芸学会雑誌, 58:269-296, 1989a.
 - 8) 中野幹夫, ブドウ, "マスカットオブアレキサンドリア"の果粒の発育第Ⅱ期の特徴とシミ症状の発生要因. 園芸学会雑誌, 58:529-536, 1989b.
 - 9) 中野幹夫・鈴木実・島村和夫, 果樹園装置化大温室における土壌水分特性とマスカットの生育. 岡山大
学農学報, 53:43-54, 1979.
 - 10) Preece, J. E. and P. E. Reed, The biology of horticulture. Jhon Wiley & Sons, New York. 1993.
 - 11) 柴寿, 生育過程と技術: 果実障害. 農山漁村文化協会編 農業技術体系果樹編 第2巻 ブドウ, pp. 技 319-330. 農山漁村文化協会, 東京. 1981.
 - 12) 高木伸友・森本正康・間苧谷徹, ブドウ縮果病の発生条件. 園芸学会雑誌, 50:185-191, 1981.
 - 13) 高木伸友, 生理障害. 吉田, 長井, 田中, 長谷編著. 最新果樹園芸技術ハンドブック. pp. 560-563. 朝倉書店, 東京. 1991.
 - 14) Westwood, M. N., Temperate-zone pomology. Freeman, San Francisco. 1978.
 - 15) Winkler, A. J., J. A. Cook, W. M. Kliewer and L. A. Lider, General viticulture. University of California Press, Berkely. 1962.

The Extent of Drought Spot Disorder in Grape Cultivars (*V. vinifera* and *V. complex*) and Effect of Immersion Treatments of the Young Clusters with Solutions of Magnesium, Calcium and Boron Compounds on Depression of the Disorder

Akira Wakana, Nobuaki Hanada*, Yukio Nakagawa*, Yoshihide Torikai*, Isao Fukudome* and Sung Min Park

Laboratory of Agricultural Ecology, Department of Plant Resources, Faculty of Agriculture, Kyushu University

*University Farm, Kyushu University

To demonstrate the extent of drought spot disorder in grape berries and to establish the method to depress the disorder, three trees for 'Neo Muscat', five trees for 'Muscat Bailey A', three trees for 'Kyoho', and one tree for 'Muscat of Alexandria' were chosen. The 'Muscat of Alexandria' tree was grown in a plastic house, and the other trees were grown in the open. The rate of fruits with drought spot was the highest in 'Muscat of Alexandria' (11.3%), followed by 'Kyoho' (4.9%), 'Neo Muscat' (1.6%), and 'Muscat Bailey A' (0.7%). In young fruit surface divided transversely into 16 areas, the growth rate was the lowest in an area including the stem end, next lowest in an area including the style end, and almost same in the other areas, although it was slightly higher on the stem side half than on the style side half. There was no significant difference in the rates of berries with drought spot between five positions in the four scaffold branches trained H-shape on the horizontal trellis. In fruit clusters, the rate of fruits with drought spot was high in the shoulder part, and increased with decrease of the number of fruits and with increase of the fruit weight. In the fruits, the rate was high (about 60%) in the areas between the equator and half position on the stem side, and no drought spot occurred in the style end area. The weight of fruit with drought spot was decreased as the extent of the disorder was high, but little was changed in the sugar content (Brix). In 'Kyoho', coloring was depressed in fruits with drought spot disorder. The immersion treatments of young clusters at the end of stage I of fruit growth in 0.2M alone or combined solutions of calcium carbon dioxide, calcium sulfate, magnesium sulfate and boric acid were resulted in the reduction of the rates of fruits with disorder in three cultivars except 'Neo Muscat'. However, boric acid solution did not effect on the depression of the disorder in 'Muscat of Alexandria'.