

ブドウ ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’ における 葉柄搾汁液のカリウム濃度と葉焼け障害および果実品質との関係

田村史人*・藤井雄一郎・村西久美^a・高野和夫

岡山県農業総合センター農業試験場 709-0801 岡山県赤磐市

Relationship between Potassium Level in Petiole Sap and the Leaf Scald and Fruit Quality of the ‘Muscat of Alexandria’ Grape

Fumito Tamura*, Yuichiro Fujii, Kumi Muranishi^a and Kazuo Takano

Agricultural Experiment Station, Okayama Agricultural General Center, Akaiwa, Okayama 709-0801

Abstract

This study investigated the real-time diagnosis of potassium concentration in ‘Muscat of Alexandria’ grapes grown in a soilless culture system using perlite medium. Potassium concentration in the squeezed sap of the petiole was investigated at different growth stages. Its relations to the severity of leaf injury attributable to potassium deficiency at stage III of fruit growth and fruit quality were assessed. Potassium concentration lower than 500 mg · L⁻¹ in sap at veraison engenders a higher correlation between the potassium level and leaf scald severity. These signs are more severe in plants with lower potassium concentrations. There were no such signs when potassium concentrations in the sap greater than 500 mg · L⁻¹. At 1000 mg · L⁻¹ or lower potassium concentration in the sap at veraison, a positive relationship was also observed between the potassium level and berry size. Berry size was smaller when the potassium level in the sap was less than 1000 mg · L⁻¹. Even when the potassium concentration was 4000 mg · L⁻¹, an extremely low sugar content, implying a lower commercial value, was not observed. Relationships between potassium concentrations in the sap at the berry set stage and leaf scald or fruit quality were not clearer than those at the veraison stage.

Key Words : diagnosis, soilless culture

キーワード : 栄養診断, 養液栽培

緒 言

従来、岡山県のブドウ ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’ (以下アレキ) 栽培園の土壤中カリウムは、過剰であることが多く (高野, 1996), 実際に欠乏障害が発生することは少ないとされてきた。しかし, 最近になって, 12月加温作型の実際栽培園でカリウムの欠乏による障害と疑われる葉焼けの発生が認められている (高野, 2006)。生産現場では, この様な栄養障害の原因が, どのような要素の欠乏あるいは過剰による障害であるかを早急に判断することが, 肥培管理を修正し生育を適正に保つ上で重要である。

ところで, ブドウの栄養診断においては, 葉身を乾燥粉碎し, 灰化して無機成分含量を測定するのが普通である。しかし, この方法では試料の採取から分析値を得るまで,

かなりの時間を要し, 迅速な診断法とはいえない。そこで, 近年, 葉柄の搾汁中の成分を分析する方法が提案されて, いくつかの作物で試みられている (何ら, 1996; He ら, 1998a, b; 六本木, 1993; 瀧, 2000; 山田ら, 1995)。ブドウにおいても, 金原・岸 (2001), 藤本・山本 (2001) および藤本 (2002) が硝酸態窒素について測定している。しかし, 果樹特にブドウでは葉柄搾汁液によるカリウムの診断法は確立されていない。

一方, 著者らはパーライトを培地とした簡易な循環型養液栽培法を用いて, ブドウを栽培する方法を検討している (田村・藤井, 2003)。この栽培法における適正な施肥レベルを検討した実験の中で, 施肥条件によっては, カリウム欠乏様の葉焼け障害が発生することを見出した (藤井ら, 1999)。本稿では, この養液栽培法と葉柄搾汁液による栄養診断とを用いて, 樹体のカリウム濃度と障害発生および果実品質との関係を検討し, 果粒軟化期の適正な樹体内カリウムレベルの推定を行った。

材料および方法

調査には, 岡山県農業総合センター農業試験場内のガラ

2006年6月6日 受付. 2006年12月21日 受理.

本研究の一部は, 農林水産省総合助成補助金により行われ, 平成11年度園芸学会秋季大会で発表した。

* Corresponding author. E-mail: fumito_tamura@pref.okayama.lg.jp

^a現在: 岡山県備前県民局農林水産事業部岡山農業普及指導センター

ス室において、1995年秋から1997年秋までの2年間にわたって行った複数の窒素施肥量および追肥の肥料組成に関する実験(藤井ら, 1999; 田村ら, 1999)に供試したアレキ27樹(のべ54樹)を用いた。供試樹の樹齢は、1996年に16樹が3年生、9樹が4年生、2樹が6年生であった。いずれも、パーライトを培地とした循環型養液栽培樹である(田村・藤井, 2003)。整枝は、単幹一文字整枝、短梢剪定とし、1樹当たり約20本の新梢を配置した。栽植間隔は約1.7 m, 1樹当たり樹冠面積は約4.6 m²とした。1996年作は無加温、1997年作は1月24日から、夜温20°Cで加温栽培した。一般的な栽培管理は岡山県の慣行(高木, 1992)に準じた。

1996年作の施肥では、当試験場のアレキ土耕栽培における施肥実績を基に設計し、問題が生じれば修正することとした。供試27樹中3年生16樹は、追肥および礼肥の窒素施用量試験に用いた。基肥に高度化成肥料(燐硝安加里S552; N:P₂O₅:K₂O=15:15:12, 以下S552)を用い、礼肥および追肥には養液栽培用硝酸カルシウム(大塚ハウス2号; N:P₂O₅:K₂O:CaO=11:0:0:23, 以下硝酸石灰)を用いた。全16樹に基肥(1995年10月)として樹冠面積1 m²当たり窒素6 g(以下g・m⁻²と表記する)に相当するS552を施用するとともに、礼肥(9月)、追肥(1996年4月)の硝酸石灰の施用量を変え4水準の区を設定した。従って、施肥量は、窒素が7, 8, 9および10 g・m⁻²で、リン酸(P₂O₅)、カリウム(K₂O, 以下カリ)はそれぞれ6, 4.8 g・m⁻²であった。

4および6年生の11樹には、基肥(10月中)にS552(窒素5 g・m⁻²相当)、硝酸石灰(窒素1 g・m⁻²相当)および液肥(ハイポネックス; N:P₂O₅:K₂O=18:18:18, 窒素1 g・m⁻²相当)を施用した。幼果期(6月)に硝酸アンモニウム(以下硝安, 窒素2 g・m⁻²相当)を2回に分けて追肥した。従って、年間施肥量は、窒素:リン酸:カリ=9:6:5(g・m⁻²)であった。

1997年作では、前年に比べて増施し、特にリン酸、カリの割合を高めた。4年生の16樹は基肥の窒素施用量試験に供した。礼肥(1996年9月)にはS552(窒素で2 g・m⁻²相当)、基肥(10月中)にはS552(窒素で6 g・m⁻²相当)および硝安(窒素で0, 1, 2および4 g・m⁻²相当)を施用した。生育期にカリウムを補給するため、開花期(1997年3月末)にカリを2 g・m⁻²相当量(ハイポネックス)、幼果期(4月)に1 g・m⁻²相当量(大塚1号, N:P₂O₅:K₂O=10:8:27)追肥した。従って施用量は、窒素が10.4, 11.4, 12.4および14.4 g・m⁻²で、リン酸、カリはそれぞれ10.3, 9.4 g・m⁻²であった。

5年生9樹は、追肥の3要素組成に関する試験に供した。基肥としてS552, 硝酸石灰およびハイポネックス(順に窒素5 g・m⁻², 1 g・m⁻²および2 g・m⁻²相当)を施用した。幼果期(1997年4月中旬)に、窒素(硝安)のみ1 g・m⁻², 窒素とカリ各1 g・m⁻²(硝酸カリウムと硝安)および窒素、リン酸、カリの3要素各1 g・m⁻²(S552および塩化

カリウム)を追肥する3区を設定した。従って施肥量は、9樹の内3樹が、窒素:リン酸:カリ=9:7:6(g・m⁻²), 3樹が9:7:7(g・m⁻²), 残り3樹が、9:8:7(g・m⁻²)であった。7年生2樹については、4年生樹の窒素10.4 g・m⁻²施用樹に準じた施肥を行った。

なお、すべての樹について、カルシウムおよびマグネシウムの補給に、両年とも炭酸苦土石灰(白石カルシウム製マグカル, CaO:MgO=39:16)を1樹当たり100 g(CaOで8 g・m⁻², MgOで3.5 g・m⁻²)で秋の基肥時期に施用した。また、収穫終了後の8月にブドウが吸収しない肥料副成分を除去するために、培養液を捨て、水で3回培地を洗った。

樹体内の無機栄養レベルを知るため、開花約10日後(以下幼果期, 無加温作型であった1996年作では6月1日, 加温作型の1997年作では4月9日)および果粒軟化直前(1996年には7月20日, 1997年には6月2日)の午前9:00~9:30の間に、1樹当たり6新梢から第5葉を採取し、分析に供した。採取後、直ちに葉身と葉柄とを分離してポリ袋に入れ、水分の蒸発を防いだ。1996年には、葉身と葉柄の両方、1997年には葉柄のみを分析材料とした。採取した葉柄は、表面を蒸留水で洗浄後、水をキムワイプで拭き取り、約5 mmに裁断し、ニンニク絞り器で絞り、汁液を得た。採取した搾汁液は、蒸留水で100倍希釈した後、セルロースフィルター(ADVANTEC社製DISMIC-25, 0.45 μm)でろ過し、分析用のサンプルとした。サンプル中の硝酸、アンモニウム、リン酸(PO₄⁻)およびカリウムイオンの濃度を、イオンクロマトグラフィー(横河電機製IC200)を用いて測定した。葉身については、乾燥粉碎後、常法に基づいて全窒素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウム含量を測定した。

1996年の果粒軟化後、一部の樹で新梢基部葉の葉脈間が退緑する症状が観察され、障害が著しい場合にはネクロシス(以下葉焼け)を起した。そこで、果粒軟化後約2週間経過した時期(1996年は8月7日, 1997年は6月16日)に、1樹毎に新梢本葉の葉数とネクロシスが生じた葉数とを調査し、葉焼け発生率(%)を求めた。

成熟期(1996年は8月19日, 1997年は6月23日)に、1樹当たり6果房(1996年)あるいは8~10果房(1997年)を選び、1房当たり10粒を採取して果粒重および糖度(Brix)を調査するとともに、1樹ごとに収穫した房数、全収量を計測し、果房重を求めた。

結 果

1996年作では果粒軟化後、新梢基部の葉が退緑し、果粒軟化後2週間頃には一部の樹ではネクロシスを起した(第1図)。しかし、1997年作では葉焼けは全く発生しなかった(第1表)。両年の果実品質の比較では有意差が認められ、果粒重および果房重は1996年より1997年が大きく、収量も1997年が多かった。しかし、糖度(Brix)は1996年が高かった(第1表)。

幼果期における葉柄中の無機成分濃度の平均値を1996年と1997年で比較すると、幼果期にはアンモニウム態窒素濃度は1997年が有意に高く、リン酸およびカルシウムは1996年が有意に高かった。果粒軟化期には、硝酸態窒素、アンモニウム態窒素、リン酸、カリウムはいずれも1997年が有意に高く、マグネシウム濃度は1996年が有意に高かった(第2表)。果粒軟化期のカリウムとマグネシウム濃度の年次差は特に大きかった。

1996年の果粒軟化期における葉柄中のリン酸およびカリウム濃度、さらに葉身中のリン含量と葉焼け発生との間に有意な負の相関関係が認められた(第3表)。幼果期におけ

第1表 1996年および1997年の葉焼け発生程度、果実品質および収量

年次	葉焼け発生率 (%)	果粒重 (g)	°Brix	果房重 (g)	収量 (kg・m ⁻²)
1996	17.3	10.3	18.8	495	1.34
1997	0	11.4	17.6	582	1.84
有意性		**	**	**	**

** は、t検定により1%水準で有意差のあることを示す、サンプル数 N = 27

第2表 年次別にまとめた幼果期および果粒軟化期の葉柄搾汁液中の無機成分濃度 (mg・L⁻¹)

	年次	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄	K	Mg	Ca
幼果期	1996	903	17.2	1010	963	701	901
	1997	863	50.1	855	766	654	689
有意性			*	*			*
果粒軟化期	1996	1115	3.7	2705	405	2416	1129
	1997	1354	6.4	3261	1277	1687	1059
有意性		**	**	**	***	***	

*, **, *** は、t検定により、順に5%、1%、0.01%水準で有意差のあることを示す、サンプル数 N = 27

る葉柄および葉身中の無機成分濃度と、葉焼け発生率との関係についても、果粒軟化期とほぼ同様の関係が認められたが、果粒軟化期に比べると相関は低かった(データ省略)。

次に、1996年および1997年のデータをあわせて、葉柄中の無機成分濃度と葉焼け発生率および果実品質との関係を検討した。その結果、葉焼け発生率とリン酸およびカリウムとの間に有意な負の、マグネシウムの濃度との間に有意な正の相関関係が認められた(第4表)。また、果粒重および果房重とアンモニウム態窒素およびカリウム濃度との間に有意な正の、マグネシウム濃度との間に有意な負の相関関係が認められた。さらに、糖度とアンモニウム態窒素およびカリウム濃度との間に有意な負の、マグネシウム濃度との間に有意な正の相関関係が認められた(第4表)。

葉焼けの発生との間に有意な相関関係が認められた果粒軟化期の葉柄のリン酸、カリウム、マグネシウム濃度と葉焼け発生率との散布図を第2図、第3図、第4図に示した。リン酸濃度と葉焼け発生との関係をみると、1996年にはリン酸濃度 2,700 mg・L⁻¹ 以下で葉焼けの発生が増加しているが、1997年には2,700 mg・L⁻¹ 以下でも葉焼けは全く発



第1図 カリウム欠乏様症状(葉焼け)

第3表 果粒軟化期における葉柄中の無機成分濃度および葉身中の成分含量と葉焼け発生率との単相関係数(1996年, N = 27)

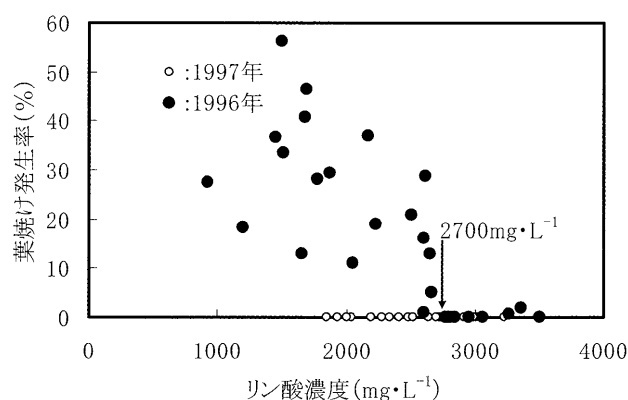
葉柄	総無機態窒素	リン酸	カリウム	マグネシウム	カルシウム
	0.477	-0.746***	-0.626***	0.468	0.001
葉身	全窒素	リン	カリウム	マグネシウム	カルシウム
	0.118	-0.571**	-0.113	0.430	0.053

, * はそれぞれ1%および0.1%水準で有意であることを示す

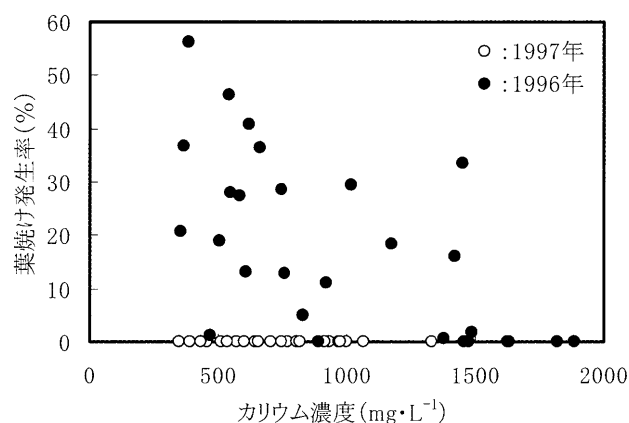
第4表 果粒軟化期の葉柄搾汁液中の無機成分濃度と葉焼け発生率および果実品質との相関係数(1996年および1997年, N = 54)

	NO ₃ -N	NH ₄ -N	PO ₄	K	Ca	Mg
葉焼け	-0.195	-0.350	-0.673***	-0.578***	0.139	0.666***
果粒重	0.171	0.507***	0.387	0.475***	-0.202	-0.558***
Brix	-0.142	-0.553***	-0.183	-0.498***	0.380	0.540***
果房重	0.381	0.485***	0.390	0.695***	-0.291	-0.586***

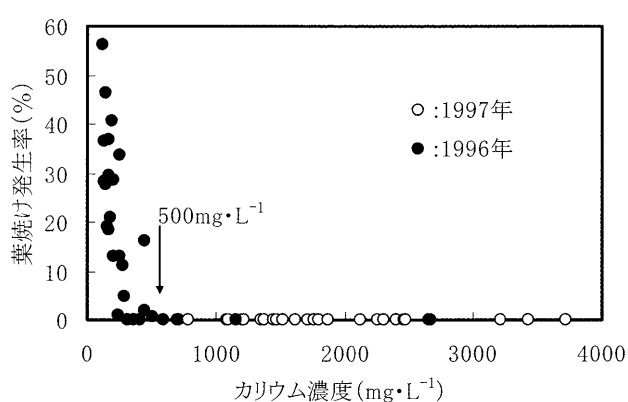
*** は0.1%水準で有意であることを示す



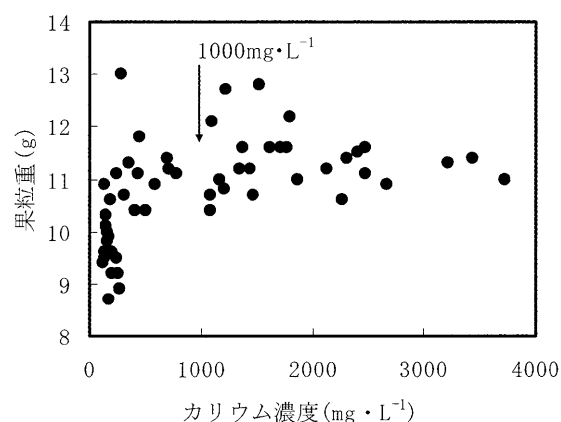
第2図 果粒軟化期の葉柄搾汁液中のリン酸濃度と葉焼け発生率との関係



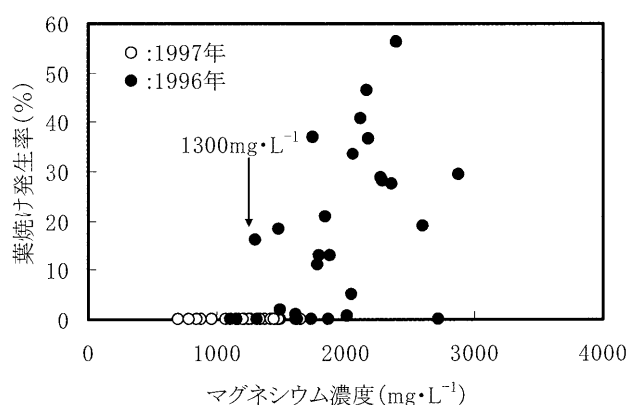
第5図 幼果期の葉柄搾汁液中のカリウム濃度と障害発生率との関係



第3図 果粒軟化期の葉柄搾汁液中のカリウム濃度と葉焼け発生率との関係



第6図 果粒軟化期の葉柄搾汁液中のカリウム濃度と果粒重との関係



第4図 果粒軟化期の葉柄搾汁液中のマグネシウム濃度と葉焼け発生率との関係

生しなかった(第2図)。カリウムと葉焼け発生率との関係では、1996年には葉焼けはカリウム濃度が概ね $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下で多く発生した。一方、1997年にはカリウム濃度が $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下となることはなく、葉焼けも発生しなかった(第3図)。マグネシウム濃度と葉焼け発生との関係

では、1996年にはマグネシウム濃度が $1,300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上で葉焼けが発生し始めたが、1997年には $1,300 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上でも葉焼けは全く発生しなかった(第4図)。

幼果期における葉柄中のカリウム濃度と葉焼け発生率との関係をみると、1996年には葉焼け発生率とカリウム濃度は負の相関関係を示す傾向があるが、1997年にはカリウム濃度がかかなり低くても、葉焼けは発生せず、相関関係は認められなかった(第5図)。

果粒軟化期におけるカリウム濃度と果粒重との関係をみると、カリウム濃度が $1,000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ よりも低いと果粒重が小さい傾向が認められた(第6図)。カリウム濃度と糖度、果房重および収量との関係、さらにマグネシウムと果粒重、糖度、果房重および収量との関係はそれほど高くなかった(データ省略)。

考 察

本研究では、ブドウ樹におけるカリウムのリアルタイム栄養診断法を確立するため、養液栽培したアレキを実験材料とし、葉柄搾汁液のカリウム濃度と葉焼け発生および果

実品質との関係を検討した。その結果、果粒軟化期頃の適正な樹体内カリウムレベルについての基礎的知見が得られた。

本実験において、カリの施用量が少なかった1996年には、果粒軟化後2週間頃に葉焼けが発生したが、カリ施用量が比較的多かった1997年には全く発生しなかった。さらに、葉焼け発生が多かった1996年と少なかった1997年の果粒軟化期の葉柄搾汁中カリウム濃度を比較すると1996年の平均値が $405 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 、1997年の平均値が $1,277 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ と1997年が明らかに高かった。次に、1996年の果粒軟化期における葉身および葉柄の無機成分と第3期における葉焼け発生率との関係を単相関で検討したところ、葉身、葉柄中のリン酸および葉柄中のカリウムレベルと葉焼け発生率との間に有意な相関関係が認められ、リン酸あるいはカリウムの濃度が低いと葉焼けの発生が増加する傾向が認められた。また、葉柄搾汁液中のリン酸およびカリウム濃度と葉焼け発生率との相関関係は、灰化法による葉身の分析値との関係よりも明瞭であった。

次に、1996年および1997年のデータを合わせて、葉柄中の無機成分と葉焼け発生率との関係を検討したところ、葉焼けの発生とリン酸、カリウムおよびマグネシウム濃度との間に有意な相関関係が認められた。各成分と葉焼け発生率との散布図を作成したところ、カリウム濃度と葉焼け発生率との間の関係が最も高く、カリウム濃度 $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下で葉焼けが発生する傾向が認められた。

1996年における幼果期の葉柄中のカリウム濃度と葉焼け発生率との間には有意な負の相関関係が認められたが、1997年には相関関係が認められなかった。これは、1996年には幼果期から果粒軟化期までにはカリウムを追肥しなかったため、幼果期と果粒軟化期のカリウム濃度との間に相関関係があり ($r=0.698$)、幼果期のカリウム濃度と葉焼けの発生との間にも相関関係が成立したためと考えられる。一方、1997年には追肥を行ったため、カリウム濃度は幼果期に低くても、果粒軟化期には高くなり、葉焼けの発生が抑えられたと考えられる。このことは、ブドウにおいては果粒軟化期にカリウムレベルが低いと葉に致命的な障害を引き起こすが、幼果期には多少カリウムレベルが低くても大きな障害が起こらないことを示唆している。これらは、ブドウのカリウム要求度が果粒軟化後の肥大が急速な時期に増大すること、カリウムはこの時期までに追肥として施用することが望ましい (小林, 1975) こととも一致している。

Heら (1998a) は、培養液濃度の異なる条件で栽培したトマトにおいて、葉柄搾汁液中のカリウム濃度と灰化法によって測定した葉身のカリウム含量との間に相関が認められないこと、さらに、葉柄搾汁液分析により測定したカリウム濃度は培養液濃度を良く反映するのに対して、灰化法により測定した葉身のカリウム含量は培養液の濃度を反映しにくいことを報告し、汁液分析による測定値はカリウム

供給量をより良く表現すると結論している。

本実験でも、葉柄搾汁中のカリウム濃度と葉身のカリウム含量との間に相関が認められなかった (データ省略)。しかし、果粒軟化期の葉柄中カリウム濃度と葉焼けの発生との間には高い相関関係が示された。また、1997年には、追肥によって葉柄内カリウム濃度が明らかに高まっており、追肥によるカリウムの供給をよく反映していると考えられた。以上のことから、ブドウ樹体のカリウムレベルのリアルタイムな診断には葉柄搾汁液の分析が適していると考えられる。

著者らは、1999年および2000年に岡山県岡山市および御津郡内の実際栽培農家において、土耕栽培を行った1月加温、2月加温および無加温ののべ45樹について、同様な果粒軟化期の葉柄搾汁液と葉焼け、果実品質に関する調査を行った (未発表)。その結果、調査樹の葉柄搾汁液のカリウム濃度は、 $817 \sim 4,123 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ の範囲にあって、 $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ を下回る樹は無く、葉焼け障害を示すものは全く認められなかった。この調査結果は、葉柄搾汁液のカリウム濃度が $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上であれば葉焼けが発生しないとする本実験の結果と一致する。また、この調査結果から1～2月加温作型や無加温作型の一般土耕栽培ではカリウムの欠乏が生じることは少ないと考えられる。

次いで、果粒軟化期の葉柄中の無機成分レベルと果実品質との関係について検討した。その結果、果粒重および果房重が、アンモニウム態窒素およびカリウム濃度と正の相関関係を示し、マグネシウム濃度と負の相関関係を示した。一般に、植物体内のカリウム濃度とマグネシウム濃度とは拮抗関係を示すことが多い (Jakobsen, 1993) が、本実験においても同様にカリウムとマグネシウム濃度は負の相関 ($r=-0.761$) を示した (データ省略)。従って、相関係数の大きさから、カリウムとマグネシウムのどちらが果粒肥大に強く影響しているのかを明確に判断することは難しい。しかし、葉柄搾汁液中のカリウムおよびマグネシウム濃度と果粒重との散布図を比較すると、カリウム濃度が $1,000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下となると果粒重が減少する傾向が認められた。このことから、マグネシウムよりもカリウムの方が果粒重に強く影響を及ぼしていると考えられる。先に述べた一般土耕栽培での調査においては、カリウム濃度は $800 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上に分布し、この範囲ではカリウム濃度と果粒重との間の関係は認められなかった。

一方、本実験において果実糖度とカリウム濃度との間には負の、マグネシウム濃度との間には正の相関が認められ、カリウム濃度が高いと糖度が低く、マグネシウム濃度が高いと糖度が高い傾向が認められた。このことから、カリウム濃度が高く、マグネシウム濃度が低い条件では、果実での糖の蓄積が抑制されることが示唆される。しかし、本実験においては、葉柄中のカリウム濃度の最高値が $4,000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 程度であったにもかかわらず、果実糖度が16度以下の低水準となった例は全く無かった。このことから、

カリウム濃度が $4,000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下の範囲では、栽培的に問題となるほどのカリウム濃度が高ことを原因とする果実での糖の蓄積抑制が生じることはないと考えられる。前述の土耕栽培でも、カリウム濃度は $800 \sim 4,000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ に分布し、この範囲ではカリウム濃度と糖度との間に相関関係は認められなかった。以上の結果から、アレキにおける果粒軟化期の葉柄中のカリウム濃度は $1,000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \sim 4,000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ が適切な範囲と予想される。

瀧 (2000) は、ハウス内でコンテナ栽培したイチジク ‘榊井ドーフィン’ を用いた実験で、最高収量が得られた試験区では、結果枝中段葉の葉柄汁液中の硝酸濃度およびカリウム濃度がともに $4,000 \sim 6,000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ であることから、イチジクでの葉柄汁液中のカリウムの適正範囲は $4,000 \sim 6,000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ とし、適正濃度の時期的な変動については、特に考慮していない。養液栽培したブドウを用いた本実験の結果では、カリウムの適正濃度は瀧が示したイチジクの結果よりもやや低いと予想され、特に果粒軟化期のカリウム濃度が重要であると考えられた。

本実験における葉柄中のマグネシウム濃度は $409 \sim 994 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ であるのに対して、前述の土耕栽培においては、 $168 \sim 508 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ (未発表) であり、実際栽培に比べて葉柄内のマグネシウム濃度が高いと思われる。本実験におけるマグネシウムの施肥量は、 MgO として約 $3.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ と際立って多くはない。栽培期間中の培養液中マグネシウム (Mg) 濃度は $3 \sim 15 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ で推移し (データ省略)、一般的な養液栽培の培養液中のマグネシウム濃度と比べて著しく高濃度ではなかったにもかかわらず、葉柄中のマグネシウム濃度が高くなった原因については、パーライト培地と土壌との間で、無機イオンの吸着力が異なること、あるいはカリウムの施肥量不足のために、マグネシウムの吸収が増加したことが考えられるが、本実験で得られたデータからは判断できないと考えられる。

本実験では、葉焼けの発生に関わる無機成分を特定するために、多数のサンプルについて複数のイオンを同時に測定できるイオンクロマトグラフィーを用いて生体内イオン濃度の測定を行った。しかし、現場においてより迅速な判定を行うには、この方法は不適當であろう。最近、土壌水や生体内の硝酸態窒素の測定に RQ フレックスが用いられており (藤本, 2002; 藤本・山本, 2001; 金原・岸, 2001; 六本木・加藤, 2000)、圃場でも利用できる簡易な分析方法である。ブドウ葉柄搾汁液のカリウム濃度の RQ フレックスによる測定は一般的ではないが、ブドウ葉柄搾汁液中のカリウム濃度が一般土耕栽培で概ね $4,000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下であり、葉焼けが生じない最低水準が概ね $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上であること、またカリウム用試験紙の判定領域が $250 \sim 1,200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ であることから、適当な希釈操作を加えれば、十分に使用可能と考えられる。しかし、RQ フレックスによるカリウムの測定値は、温度環境の影響を受けるとされていることから (安藤ら, 2004)、ブドウにおけるカリ

ウムの簡易栄養診断への利用については今後の検討が必要であると考えられる。

摘 要

ブドウ ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’ におけるカリウムのリアルタイム栄養診断法を確立するため、養液栽培した樹について、葉柄搾汁液のカリウムの濃度と葉の葉焼け発生率および果実品質との関係を検討した。

果粒軟化期における葉柄搾汁液中のカリウム濃度と葉焼け発生率との間に有意な相関関係が認められ、カリウム濃度が $500 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下では、濃度が低いほど葉焼けの発生が多い傾向が認められた。

果粒軟化期におけるカリウム濃度と果粒重との間にも、相関関係が認められ、カリウム濃度が $1,000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下では、濃度が低いほど果粒重が小さい傾向が認められた。カリウム濃度と成熟果実の糖度との間には負の相関関係が認められたが、 $4,000 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ までは栽培上問題となるほどの糖度低下は観察されなかった。

幼果期における葉柄搾汁液中のカリウム濃度と葉焼け発生率および果実品質との関係は、果粒軟化期に比べると、明瞭でなかった。

引用文献

- 安藤義明・小柳 渉・守山則男. 2004. 小型反射式光度計 (RQ フレックス) による有機質資材中のカリウム、リン、窒素の簡易測定法. 土肥誌. 75: 605–608.
- 藤井雄一郎・田村史人・依田征四. 1999. 多孔質人工培地を用いたブドウ ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’ の栽培 (第 4 報) 収量・生理障害と樹体内カリウムレベルとの関係とその簡易診断の可能性. 園学雑. 68 (別 2) : 189.
- 藤本順子. 2002. 超早期加温栽培 ‘デラウェア’ の開花期における葉柄汁液中硝酸濃度の適正範囲. 鳥根県農業試験場・研究ガイド「ときめき」. 279.
- 藤本順子・山本孝司. 2001. ブドウ ‘デラウェア’ の葉柄汁液診断における試料調整法と採取部位. 土肥要旨集. 47: 174.
- 何 毅清 (He, Y.)・寺林 敏・並木隆和. 1996. トマト栄養診断技術のための葉柄汁液試料の調整法の検討. 京都府大報・農. 48: 1–6.
- He, Y., S. Terabayashi and T. Namiki. 1998a. Comparison between analytical results of plant sap analysis and dry ashing method for tomato plants cultured hydroponically. J. Plant Nutr. 21: 1179–1188.
- He, Y., S. Terabayashi and T. Namiki. 1998b. The effects of position and time of sampling on nutrient concentration in the petiole sap from tomato plants cultured hydroponically. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 67: 331–336.
- Jakobsen, S. T. 1993. Interaction between plant nutrients III.

- Antagonism between potassium, magnesium and calcium. *Acta Agric. Scand. Sect. B, Soil and Plant Sci.* 43: 1-5.
- 金原啓一・岸 祐子. 2001. ドリップ灌水によるブドウの根圏制御栽培における窒素およびリン酸施肥量の違いが樹体生長, 果実品質および収量に及ぼす影響. *栃木農研報*. 50: 69-77.
- 小林 章. 1975. ブドウ園芸. p. 328-332. 養賢堂. 東京.
- 六本木和夫. 1993. 果菜類の栄養診断に関する研究 (第3報) 葉柄汁液の硝酸態窒素濃度に基づくナスの栄養診断. *埼玉園試研報*. 20: 19-26.
- 六本木和夫・加藤俊博. 2000. 野菜・花卉の養液土耕. p. 122-134. 農文協. 東京.
- 高木伸友. 1992. 温室ブドウ. p. 136-166. 岡山県特産果樹対策推進本部編. 岡山県果樹栽培指針.
- 高野和夫. 1996. 果樹園土壌の実態と施肥・土づくりの考え方 (温室ブドウ). *果樹*. 50: 8-11.
- 高野和夫. 2006. 果樹の施肥・肥料を考える (6) カリ肥料の働きと過不足問題. *果樹*. 60: 22-24.
- 瀧 勝俊. 2000. 葉柄汁液によるイチジクのリアルタイム栄養診断. *愛知農総試研報*. 32: 141-147.
- 田村史人・藤井雄一郎. 2003. 底面給液および培養液循環を組み合わせた養液栽培法がブドウ ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’ の新梢生長, 果実品質および収量に及ぼす影響. *園学研*. 2: 83-88.
- 田村史人・藤井雄一郎・依田征四. 1999. 多孔質人工培地を用いたブドウ ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’ の栽培 (第3報) 秋季の窒素施用量と樹体内窒素レベル, 新梢生長及び果実品質・収量との関係. *園学雑*. 68 (別2): 188.
- 山田良三・加藤俊博・井戸 豊・関 稔・早川岩夫. 1995. リアルタイム栄養診断に基づくトマトの効率的肥培管理 (第1報) 葉柄汁液の硝酸濃度に基づく診断基準の作成. *愛知農総試研報*. 27: 205-211.