

## 葉柄抽出液を利用したブドウ ‘デラウェア’ におけるカリウム欠乏症の診断

藤本順子<sup>a</sup>

島根県農業試験場 693-0035 島根県出雲市

### Diagnosis of Potassium Deficiency by Using Petiole Extract in ‘Delaware’ Grape

Junko Fujimoto<sup>a</sup>

Shimane Agricultural Experiment Station, Izumo, Shimane 693-0035

#### Abstract

This experiment aimed to establish a method for diagnosing potassium deficiency in ‘Delaware’ grape using petiole extract. It is considered that potassium concentration in petiole extract could be used for diagnosis of potassium deficiency in ‘Delaware’ grape, because there was a significant positive correlation between potassium concentration in the petiole extract and potassium content in leaves. When potassium concentration in the petiole extract which was measured by a simple reflection photometer system at the flowering stage was found to be lower than 2,400 ppm, potassium deficiency would definitely occur at a later stage, even if none of the symptoms were observed at that time. However, it is suggested that potassium deficiency could be avoided by the application of potassium after diagnosis.

**Key Words :** nutritional diagnosis, simple reflection photometer system

キーワード : 栄養診断, 小型反射式光度計

#### 緒 言

島根県で栽培されているブドウ品種は ‘デラウェア’ が中心で、その栽培面積の約 80% が加温栽培されている。また、加温面積の約 50% が 12 月中旬～1 月中旬に加温を開始する超早期～早期加温栽培であり、これらの作型では他の作型に比較し、生育が劣ったり、様々な生理障害が多発している (小豆沢, 1995; 小豆沢ら, 2003)。中でも果粒肥大期以降、元葉の葉縁黄化や枯死、落葉などの症状が見られ、果実品質が低下する障害が多発し、問題となっている。この生理障害は、症状、葉分析結果および再現試験からカリウム欠乏症と判断されている (藤本未発表)。藤本ら (2002) は、早期加温栽培では普通加温栽培に比較し、開花期の葉中空素、カリウムおよびカルシウム含有率が明らかに低いと報告している。また、小豆沢ら (2003) は、超早期加温栽培では生育初期に葉身の窒素含有率が低く、成熟期には加里、石灰及びマグネシウム含有率が低いことを明らかにし、この理由として超早期加温栽培では地温が低いので新根の密度が低くなり、無機成分の吸収量が少なくなるためとしている。

カリウム欠乏症の対策としては、加里肥料の施用や葉面散

布などが考えられるが、その後の症状の進行や発生を防止することはできても、すでに症状が発生した葉やカリウム欠乏症に由来する果実の品質低下に対してはあまり効果がない。また、カリウム欠乏症が発生した葉は落葉が早い、元葉の早期落葉は次年度の生育にも悪影響を及ぼすため (高橋, 1993)、症状発生を回避することが重要と考えられる。

近年、野菜 (六本木, 1991, 1992; 建部ら, 2001; 山田ら, 1995, 1996) や花き類 (古口ら, 2000; 伊藤ら, 2000) において葉柄汁液や葉柄抽出液を用いた栄養診断が行われるようになった。また、果樹でもイチジク (瀧, 2000, 2001, 2003)、ウンシュウミカン (杉本ら, 2005) で葉柄汁液を用いた窒素栄養診断が試みられている。これらは、小型反射式光度計やコンパクトイオンメーターなどの簡易な分析機器を用い、葉柄汁液や葉柄抽出液中の成分濃度を迅速に測定し、作物体の栄養状態を把握して、追肥量の決定などに活用されている。同様に、加温栽培 ‘デラウェア’ においても、葉柄汁液または葉柄抽出液診断により樹体内のカリウム栄養を把握することができれば、カリウム欠乏症の発生予測や防止に活用できると考えられる。そこで、葉柄抽出液中カリウム濃度が樹体内のカリウム栄養状態を反映しているかどうかを検討した。

また、カリウム欠乏症は、果粒肥大期以降に発生するケースが多く、開花期にはまだ症状が肉眼的に観察されないことが多い。そこで、まだ症状が認められない開花期の葉柄抽出液中カリウム濃度を測定し、その値からカリウム欠乏症

2005 年 1 月 10 日 受付. 2005 年 6 月 26 日 受理.  
E-mail: fujimoto-junko@pref.shimane.lg.jp

<sup>a</sup> 現在: 島根県東部農林振興センター 699-1396 島根県雲南市木次町

の発生を予測を試みた。さらに、島根県では開花盛期～ジベレリン後期処理期に追肥を行うが、開花期にカリウム欠乏症の発生を予測することができれば、追肥で不足分を補えるのではないかと考え、その可能性についても検討した。

## 材料および方法

### 1. 葉柄抽出液中カリウム濃度と葉中カリウム含有率との関係

2001年に、島根県出雲市および大社町の超早期加温栽培‘デラウェア’園から18園を調査対象園として抽出した。

開花期に当たる1月31日～2月16日に、各園から3樹を選び、中庸の生育を示す新梢10本の基部から第5葉を採取し、葉身と葉柄に分けた。葉柄については2～5mmにスライスし、生重2.5gに10mLの純水を加え、24時間浸漬後小型反射式光度計(RQフレックス, Merck社製)を用いてカリウム濃度を測定した。得られた値を5倍して葉柄抽出液中カリウム濃度とした。なお、RQフレックスにおけるカリウム濃度の検出範囲は $0.25 \sim 1.2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  (250～1,200 ppm)であり、葉柄抽出液中カリウム濃度に換算すると1,250～6,000 ppmの範囲となる。また、葉身のカリウム含有率については、乾燥粉末試料を乾式灰化後1M塩酸に溶解し、原子吸光光度計(Z-6000, 島津製作所製)による炎光光度法で測定した。

### 2. 葉柄抽出液診断によるカリウム欠乏症の発生予測

#### 1) 現地実態調査

調査対象園、葉柄抽出液中カリウム濃度の測定方法は1.と同様である。3月11日に調査樹におけるカリウム欠乏症発生の有無を調査し、開花期である1月31日～2月16日における葉柄抽出液中カリウム濃度との関係を検討した。なお、開花期にはどの調査樹にも肉眼的なカリウム欠乏症状は認められなかった。

#### 2) ポット試験

60Lポットに植え付けた‘デラウェア’(自根)を用い、パーライトを培地として養液栽培を行った。1年生苗植え付け時である2000年4月3日から翌年のジベレリン後期処理期である2001年4月15日まで、培養液中カリウム濃度を5, 10, 50 ppmの3段階で栽培した。カリウム以外の培養

液濃度組成は第1表のとおりである。この培養液組成は、安田らの報告(1998)をもとに作成した。

2001年1月25日に加温を開始し、開花期に当たる3月19～29日に全新梢の基部から第5葉を採取し、1.と同様の方法で得られた上澄み液のカリウム濃度を測定した。

2001年4月16日以降、それぞれの濃度区で培養液のカリウム供給を停止し、カリウム欠乏症の発生日と成熟期における症状を肉眼で観察した。試験の反復数は1区当たり6ポットとした。1樹当たりの新梢数は8本、着果数は12房にそろえた。また、適度な着粒密度であったため、摘粒は行わなかった。

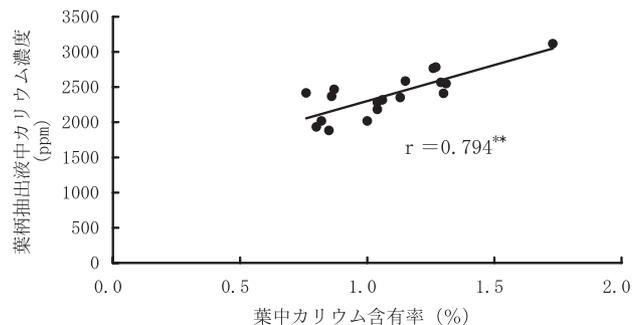
### 3. カリウム供給の効果

2001年4月15日までの栽培方法、葉柄抽出液中カリウム濃度の測定法は2-2)と同じである。4月16日以降、各濃度区で培養液のカリウムを欠除させた区と50 ppmを供給した区を設け、カリウム欠乏症発生の有無を観察した。1区当たりの反復数は3ポットとした。果実品質調査は6月4日に行い、各区ともすべての果房について行った。

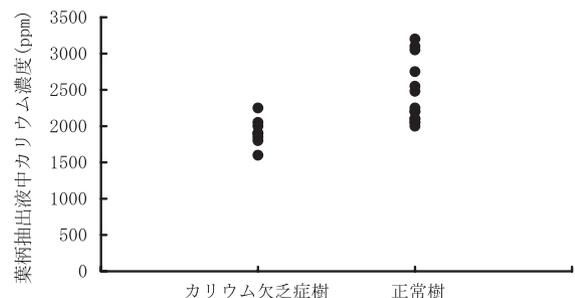
## 結果および考察

### 1. 葉柄抽出液中カリウム濃度と葉中カリウム含有率との関係

第1図に葉柄抽出液中カリウム濃度と葉中カリウム含有率の関係を示した。両者の間には高い正の相関関係があり、葉柄抽出液中カリウム濃度は樹体内におけるカリウムの栄養状態を反映しているものと考えられた。従って、葉柄抽出



第1図 葉柄抽出液中カリウム濃度と葉中カリウム含有率との関係



第2図 開花期の葉柄抽出液中カリウム濃度とカリウム欠乏症発生との関係

第1表 カリウム以外の培養液組成 (ppm)

NO <sub>3</sub> -N	(Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O) <sup>z</sup>	28
NH <sub>4</sub> -N	((NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	12
P	(Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> · 12H <sub>2</sub> O)	20
Ca	(Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O)	40
Mg	(MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O)	40
Fe	(Fe-EDTA)	1
Zn	(ZnSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O)	0.05
Cu	(CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O)	0.02
B	(H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> )	0.5
Mo	(Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O)	0.05
Mn	(MnSO <sub>4</sub> )	0.5

<sup>z</sup>( )内は調整した試薬

出液中カリウム濃度はカリウム欠乏症の診断に活用できると判断した。

## 2. 葉柄抽出液診断によるカリウム欠乏症の発生予測

現地における開花期の葉柄抽出液中カリウム濃度とカリウム欠乏症発生との関係を第2図に示した。カリウム欠乏症が発生した樹の開花期における葉柄抽出液中カリウム濃度は1,500～2,200 ppm, 欠乏症が見られなかった樹では2,000～3,350 ppmであった。

第2表にポット試験による結果を示した。植え付け2年目の開花期における葉柄抽出液中カリウム濃度は、培養液

のカリウム濃度が5 ppm区で1,700 ppm以下、10 ppm区で1,400～2,350 ppm (1,813±86 ppm), 50 ppm区で2,700～3,350 ppm (3,149±61 ppm)であった。植え付け2年目のジベレリン後期処理期以降培養液のカリウムを欠除した場合、5 ppm区ではカリウム欠除7日後の4月23日、10 ppm区では21日後の5月7日にカリウム欠乏症が発生し始め、成熟期には両区とも葉縁褐変や葉の枯死、果軸の枯死などの激しい症状が認められた。一方、50 ppm区では欠乏症の発生は認められなかった。

現地調査およびポット試験の結果から、開花期における

第2表 開花期における葉柄抽出液中カリウム濃度とカリウム欠乏症状発生との関係

培養液のカリウム濃度 (ppm)		葉柄抽出液中 カリウム濃度 <sup>x</sup> (ppm)	症状発生日	成熟期における症状 (発生率 <sup>u</sup> , %)		
植え付け～翌年ジベレリン後期処理期 <sup>z</sup>	ジベレリン後期処理期～成熟期 <sup>y</sup>			葉縁褐変	葉の枯死	果軸の枯死
5	0	N.D. <sup>w</sup> ～1,700	処理後7日 (4/23)	100	67	50
10	0	1,813±86 <sup>v</sup> (1,400～2,350)	処理後21日 (5/7)	100	17	0
50	0	3,149±61 (2,700～3,350)	—	0	0	0

<sup>z</sup>2000年4月3日～2001年4月15日

<sup>y</sup>2001年4月16日～6月4日

<sup>x</sup>開花期の測定値

<sup>w</sup>RQフレックスの測定レンジ以下 (1,250 ppm 以下)

<sup>v</sup>平均値 ± 標準誤差 (n=6)

<sup>u</sup>発生樹数/調査樹数 × 100

第3表 開花期における葉柄抽出液カリウム濃度とジベレリン後期処理以降のカリウム供給が欠乏症状発生に及ぼす影響

培養液のカリウム濃度 (ppm)		葉柄抽出液中 カリウム濃度 <sup>x</sup> (ppm)	症状発生日	成熟期の症状
植え付け～翌年ジベレリン後期処理期 <sup>z</sup>	ジベレリン後期処理期～成熟期 <sup>y</sup>			葉縁黄化 (発生率 <sup>u</sup> , %)
5	50	N.D. <sup>w</sup> ～1,700	処理後21日 (5/7)	100
10	50	1,813±86 <sup>v</sup> (1,400～2,350)	処理後28日 (5/14)	17
50	50	3,149±61 (2,700～3,350)	—	0

<sup>z</sup>2000年4月3日～2001年4月15日

<sup>y</sup>2001年4月16日～6月4日

<sup>x</sup>開花期の測定値

<sup>w</sup>RQフレックスの測定レンジ以下 (1,250 ppm 以下)

<sup>v</sup>平均値 ± 標準偏差 (n=6)

<sup>u</sup>発生樹数/調査樹数 × 100

第4表 開花期における葉柄抽出液カリウム濃度とジベレリン後期処理以降のカリウム供給が果実品質に及ぼす影響

培養液のカリウム濃度 (ppm)		果房重 (g)	果粒重 (g)	果皮色 (c.c.)	糖度 (Brix%)	酸含量 (g・100 g <sup>-1</sup> )
植え付け～翌年ジベレリン後期処理期 <sup>z</sup>	ジベレリン後期処理期～成熟期 <sup>y</sup>					
5	0	60.2 a <sup>x</sup>	1.16 a	4.9 a	19.3 a	0.48 a
5	50	88.1 b	1.38 b	5.9 b	23.5 b	0.51 a
10	0	86.7 b	1.45 b	3.6 c	17.2 c	0.41 b
10	50	111.0 c	1.50 b	6.0 b	24.1 b	0.50 a
50	0	112.0 c	1.52 b	5.5 b	23.9 b	0.45 a
50	50	103.9 c	1.43 b	5.6 b	24.7 b	0.43 ab

<sup>z</sup>2000年4月3日～2001年4月15日

<sup>y</sup>2001年4月16日～6月4日

<sup>x</sup>異符号間に5%レベルで有意差あり (最小有意差法)

葉柄抽出液中カリウム濃度が2,400 ppm以下の場合、開花期に肉眼的に症状が認められなくてもカリウム欠乏症が発生する可能性が高いと考えられた。なお、予備試験として小型反射式光度計の精度を確認するため、 $0.50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$  (500 ppm) カリウム標準液を測定した。異なる2ロットの試験紙を用い、1ロットにつき3反復測定したところ、 $0.498 \pm 0.005 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ を示した。したがって、小型反射光度計の精度は高いと考えられた。

### 3. カリウム供給の効果

開花期における葉柄抽出液中カリウム濃度とジベレリン後期処理以降のカリウム供給の有無がカリウム欠乏症状発生に及ぼす影響を第2および3表に、果実品質に及ぼす影響を第4表に示した。

植え付け時から翌年のジベレリン後期処理まで10 ppm、それ以降50 ppmを供給した区では、軽度の欠乏症が発生したものの、果実品質については植え付け時から常にカリウムが供給されていた区との間に差は認められなかった。一方、植え付け時から翌年のジベレリン後期処理まで5 ppm、それ以降50 ppmを供給した区における果粒重、果皮色、糖度は、植え付け時からカリウムが供給されていた区と差がなかったが、果房重および果粒重は明らかに減少した。これは、5 ppm区では初年目から軽いカリウム欠乏症が発生し、花穂重の減少と（データ省略）果粒肥大が抑制されたことによると考えられる。また、開花期の葉柄抽出液中カリウム濃度が2,700 ppm以上であった50 ppm区では、ジベレリン後期処理以降にカリウムが供給されなくても、カリウム欠乏症は発生せず、果実品質もカリウム供給された場合と同等であった。

以上のことから、開花期に小型反射式光度計を用いて測定した葉柄抽出液中カリウム濃度が2,400 ppm以下では、カリウム欠乏症発生の可能性があると考えられるが、ジベレリン後期処理以降にカリウムを供給することにより、欠乏症が発生しても症状は軽く、果実への悪影響もほとんど認められないことが明らかとなった。今後、この簡易栄養診断法を活用することにより、‘デラウェア’におけるカリウム欠乏症の発生を未然に防止できることが示唆された。

### 摘 要

葉柄抽出液を利用した加温栽培‘デラウェア’におけるカリウム欠乏症の診断法を検討した。

小型反射式光度計で測定した葉柄抽出液中カリウム濃度と葉中カリウム含有率との間には正の高い相関があり、カリウム欠乏症診断に活用できると考えられた。また、開花期に小型反射式光度計で測定した葉柄抽出液中カリウム濃度が2,400 ppm以下では、この時に肉眼的な症状が認められなくても、カリウム欠乏症が発生する可能性が高いと考えられた。しかし、この時カリウムを供給することにより欠乏症の発生を回避できることが示唆された。

**謝 辞** 本稿をご高閲いただいた島根大学生産資源科学

部板村裕之博士、現地調査にご協力いただいた秦 智秋氏、前島秀子氏、安田雄治氏、内田芳朋氏に深謝の意を表します。

### 引用文献

- 小豆沢斉. 1995. 施設栽培ブドウにおける土壌肥料的研究. 島根農試研報. 29: 1-107.
- 小豆沢斉・安田雄治・山本孝司. 2003. 超早期加温栽培ブドウ‘デラウェア’の生育特性と樹体栄養. 島根農試研報. 34: 71-82.
- 藤本順子・内田芳朋・山本孝司. 2002. 砂地栽培‘デラウェア’における作型別葉中無機成分含有率. 園学雑. 71(別2): 557.
- 古口光夫・船山卓也・鈴木智久. 2001. 花き類の養液土耕栽培. p. 33-42. 誠文堂新光社. 東京.
- 伊藤淳次・奥野かおり・道上伸宏. 2000. 小型反射式光度計を用いたシクラメンの植物体および土壌溶液の簡易栄養診断. 島根農試研報. 33: 105-113.
- 六本木和夫. 1991. 果菜類の栄養診断に関する研究(第1報) 葉柄汁液の硝酸態窒素に基づくキュウリの窒素栄養診断. 埼玉園試研報. 18: 1-15.
- 六本木和夫. 1992. 果菜類の栄養診断に関する研究(第2報) 葉柄汁液の硝酸態窒素濃度に基づくイチゴの栄養診断. 埼玉園試研報. 19: 19-29.
- 杉本泰之・江本勇治・鈴木晴夫. 2005. ウンシュウミカンの葉柄汁液中の硝酸イオン濃度による栄養診断. 土肥誌. 76: 897-900.
- 高橋国昭. 1993. ハウスブドウの作業便利帳. p. 148-152. 農文協. 東京.
- 建部雅子・細田洋一・笠原賢明・唐澤敏彦. 2001. バレイショの葉柄汁液を用いた栄養診断. 土肥誌. 72: 33-40.
- 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.
- 瀧 勝俊. 2001. イチジクのリアルタイム栄養診断(第1報) 主に生育前半の樹体窒素栄養と着果との関係から. 愛知農総試研報. 33: 181-186.
- 瀧 勝俊. 2003. イチジクのリアルタイム窒素栄養診断. 土肥誌. 74: 343-347.
- 山田良三・加藤俊博・井戸 豊・関 稔・早川岩夫. 1995. リアルタイム土壌・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.
- 山田良三・加藤俊博・井戸 豊・関 稔・早川岩夫. 1996. リアルタイム土壌・栄養診断に基づくトマトの効率的肥培管理(第2報) 持続的生産のための施肥管理技術. 愛知農総試研報. 28: 133-140.
- 安田雄治・小豆沢斉・石倉一憲. 1998. ブドウ‘巨峰’の水気耕栽培における培養液濃度およびN濃度が生育に及ぼす影響. 植工誌. 10: 194-202.