

# 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

誌名	日本土壤肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者名	杉山,泰之 江本,勇治 鈴木,晴夫
発行元	日本土壤肥料学会
巻/号	76巻6号
掲載ページ	p. 897-900
発行年月	2005年12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





## 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\*1

杉山泰之\*2・江本勇治\*3・鈴木晴夫\*4

キーワード ウンシュウミカン, 葉柄汁液, 硝酸イオン濃度, 窒素栄養診断

### 1. はじめに

ウンシュウミカンでは、窒素施肥量が多すぎると果実品質が低下したり（浮皮果の発生、果皮色の着色遅延、酸高）、マンガン過剰症による落葉が発生したりする。また、逆に施肥量が少なすぎると隔年結果が発生しやすくなることから、その生育状態や土壌条件にあった施肥量を把握する必要がある。そのため、葉中の無機成分含有率が施肥量を反映することを利用し、葉身の無機分析を行う栄養診断が行われている。

この方法は採取した葉を試料調製（乾燥・粉砕）した後、分析に供するため、結果が明らかとなるまで長期間を要する。また、煩雑な分析操作や高価な分析機器が必要となるため、試験研究機関で分析するのが一般的である。

しかし、生産現場では、近年の地球温暖化の影響で、春季と秋季の気温が高まり、ウンシュウミカンの生態が大きく変化してきていることから、適正量の施肥を行うために、迅速で簡単にできる樹体の栄養診断方法が求められている。

一方、温室の野菜では過剰な施肥による障害が発生し、適正な栄養状態を把握する必要性が高まった。そこで、キュウリ、イチゴ、ナス等の野菜について、葉柄中の硝酸イオン濃度の多少による栄養診断が六本木により検討された<sup>1-3)</sup>。この手法は、葉柄から汁液をニンニク絞り器等で採取し、硝酸イオン等の濃度から施肥量や無機成分吸収量

の多少を判断するものだが、濃度測定に小型反射式光度計を使用することで、生産現場でも簡単・迅速に測定が可能となった。このため、リアルタイム栄養診断として広く普及がはかられ、トマト<sup>7)</sup>、バレイショ<sup>6)</sup>、イチジク<sup>5)</sup>などでも実施されてきた。

そこで、ウンシュウミカンにおいても、生産現場で葉柄汁液中の硝酸イオン濃度を指標に、迅速な栄養診断をするため、試料採取条件を検討した。また、ウンシュウミカンの葉柄汁液が緑色に呈色しており、小型反射式光度計で用いる試験紙の発色への影響が心配されたことから、この機器の実用性を検討した。

### 2. 材料および方法

#### (試験1) 硝酸イオンの分析部位の検討

硝酸イオン濃度による栄養診断を行うため、分析に適した部位を葉柄と葉身について比較検討した。

供試樹は、静岡県柑橘試験場内で窒素施肥量試験を行っている10年生‘青島温州’（1,500本/ha<sup>-1</sup>）を用い、ここから葉柄と葉身を採取し、分析試料とした。窒素施肥量は半量区（N 90 g/樹・年=135 kg ha<sup>-1</sup>）、基準量区（180 g）、2倍量区（360 g）の3段階で、各区8反復で行った。施肥はFTE 磷硝安加里 S 604（N：16、P：10、K：14）により、2001年3月（春肥）、6月（夏肥）、11月（秋肥）にそれぞれ年間施肥量の3分の1を施用した。

2001年9月7日の午前9時頃、1樹当たり10枚の春葉（樹冠赤道部付近、不着果新梢の中位葉）を採取し、葉柄と葉身を分離した。葉柄（約0.8g）を薄くスライスした後、乳鉢で9倍量の蒸留水とともに摩砕した。さらに40倍量の蒸留水を加え、メンブレンフィルター（ADVANTEC製 DISMIC 0.45 μm）でろ過した後、液中の硝酸イオン濃度をイオンクロマトグラフ（(株) Dionex 製, DX-100）で測定した。測定値を50倍し、葉柄汁液中の硝酸イオン濃度とした。また、すべての葉身から均等に、合計1.0gを採取し、葉柄と同様に乳鉢で摩砕後、イオンクロマトグラフで分析したものを葉身中硝酸イオン濃度とした。残りの葉身は乾燥・粉砕後、NCアナライザー（(株)住化分析センター製, NC-800）で測定し、葉身中全窒素含有率とした。

Yasuyuki Sugiyama, Yuuji Emoto and Haruo Suzuki:  
Diagnosis of Nitrogen Nutrition of Satsuma Mandarin  
Based on Nitrate Concentration in Petiole Sap

\*1 本試験は農林水産省助成事業「先端技術等地域実用化研究促進事業（農林水産新技術実用化）」で行われた。また、本報告は2004年4月の園芸学会春季大会で発表した。

\*2 静岡県柑橘試験場（424-0905 静岡市清水区駒越西2-12-10）

\*3 同上（現在、静岡県環境衛生科学研究所 420-8637 静岡市葵区北安東4-27-2）

\*4 同上（現在、静岡県農業大学校 438-0803 磐田市富丘678-1）

2005年2月2日受付・2005年4月12日受理

日本土壤肥科学雑誌 第76巻 第6号 p.897~900 (2005)

(試験 2) 葉柄汁液中硝酸イオン濃度による栄養診断の適期とその基準値

葉柄汁液中硝酸イオン濃度により栄養診断を行うため、その濃度の経時的变化を明らかにし、栄養診断の適期を決定しようと試みた。また、併せて葉身中全窒素含有率を経時的に調査し、比較検討した。

供試試料の葉身と葉柄は試験 1 と同様に、施肥量が 3 段階に異なる樹 (静岡県柑橘試験場内植栽の 11 年生 '青島温州') 各 8 本から、2002 年 6 月から 11 月まで、毎月 1 度、晴天日の午前 9 時頃、試験 1 と同じ要領で採取した。

試料採取日の前日や当日が雨等で葉が濡れていると、分析値は低くなる傾向がみられたことから (データ示さず)、晴天日に採取した。

葉の採取時間については、2002 年 7 月 12 日に、8 時、10 時、12 時、14 時に 5 本の樹について、硝酸イオン濃度を測定した。その結果、分析値はほぼ同じだったことから (データ示さず)、摩砕作業に要する時間を考慮し、午前 9 時頃を採取時間とした。

なお、施肥は試験 1 と同量を 2002 年 3 月 20 日 (春肥)、6 月 20 日 (夏肥)、11 月 12 日 (秋肥) に化成肥料で行った。

葉柄汁液の採取方法、硝酸イオンの分析方法、全窒素の分析方法は、試験 1 と同様に行った。

(試験 3) 小型反射式光度計による硝酸イオン濃度の測定

試験 1 と同じ樹から採取した試料について、葉柄を摩砕し、最終的に蒸留水で 20 倍と 50 倍に希釈した。この 20 倍希釈液は小型反射式光度計 (MERCK 製, RQ フレックス, 使用試験紙:  $\text{NO}_3^-$  (測定レンジ 5~225 ppm)) で、50 倍希釈液はイオンクロマトグラフでそれぞれ測定した。この測定値に、希釈倍数を乗じ、葉柄中硝酸イオン濃度として比較検討した。

3. 結果および考察

(試験 1) 硝酸イオンの分析部位の検討

葉柄と葉身汁液中の硝酸イオン濃度は、施肥量が多いほど高くなり (表 1)、この傾向は葉身中の全窒素含有率と同様の結果だった。また、葉柄汁液中の硝酸イオン濃度は葉身中のそれより濃度が高く、約 11~17 倍の濃度であった。

表 1 施肥量が異なるウンシュウミカンの葉柄と葉身中の硝酸イオン濃度および葉身中の全窒素含有率

窒素施肥量	硝酸イオン濃度		全窒素含有率
	葉柄 ( $\text{mg L}^{-1}$ )	葉身 ( $\text{mg L}^{-1}$ )	葉身 ( $\text{g kg}^{-1}$ )
半量	1,649	98	30.1
基準	2,082	137	31.2
2 倍量	2,460	215	32.2
F 検定	**	**	*

\*\*は 1%, \*は 5%の危険率で有意差あり。反復数 8 本。

いずれの汁液も葉緑素由来の緑色を呈しているが、葉柄汁液の方が色は薄かった。後述する小型反射式光度計の使用を考慮すると、葉柄汁液の方が、試験紙は緑色になりにくいことから、正確な分析値が得られると考えられた。

これらのことから、ウンシュウミカンの硝酸イオン濃度による栄養診断の分析部位として、葉柄を用いることとした。

(試験 2) 葉柄汁液中硝酸イオン濃度による栄養診断の適期とその基準値

葉柄汁液中の硝酸イオン濃度の経時的变化は、6 月から 8 月まで急激に増加した。しかし、その後減少し、11 月には 6 月とほぼ同じ値まで減少した (図 1)。一方、葉身中全窒素含有率の経時的变化は、いずれの施肥量においても、6 月では低い値を示すものの、時期の経過とともに増加し、8~10 月でほぼ最高値を示した (図 2)。その後、11

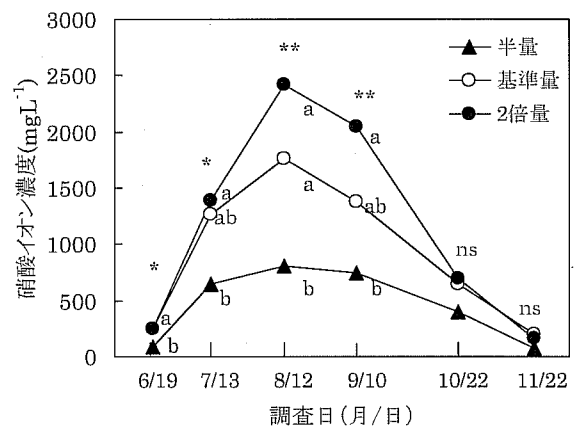


図 1 施肥量が異なるウンシュウミカンの葉柄汁液中硝酸イオン濃度の経時的变化

\*\*は 1%, \*は 5%の危険率で有意差あり, ns は有意差なし。同一調査日における異符号間には, Tukey の多重検定法 (5%) で有意差があることを示す。

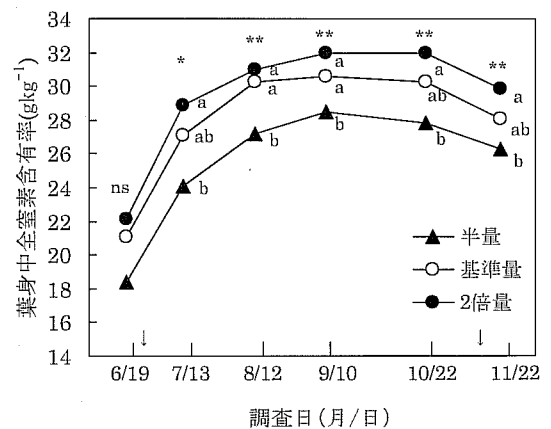


図 2 施肥量が異なるウンシュウミカンの葉身中全窒素含有率の経時的变化

\*\*は 1%, \*は 5%の危険率で有意差あり, ns は有意差なし。同一調査日における異符号間には, Tukey の多重検定法 (5%) で有意差があることを示す。矢印 (↓) は施肥日を示す。

月にはやや減少した。

葉柄汁液中硝酸イオン濃度の推移は、葉身中全窒素含有率の推移に比べると、非常に変化が大きかった。

他の果樹であるイチジク<sup>5)</sup>の葉柄汁液中硝酸イオン濃度の経時的変化(4~8月)は、施肥量が少ない区で、濃度が不規則に変化する推移を示した。これは調査期間中の施肥回数が、イチジクでは4回なのに対し、ウンシュウミカンは6月の1回だけであることが関係していると考えられた。

施肥量が葉柄汁液中の硝酸イオン濃度に及ぼす影響は、試験1と同様に、窒素施肥量が多いほど硝酸イオン濃度が高くなる傾向がみられ、7~9月で有意差がみられた。一方、その他の時期では差がみられなかった。これらのことから、ウンシュウミカンにおいても他の作物と同様に施肥量の多少が葉柄汁液中の硝酸イオン濃度に反映し、測定時期を限定すれば葉柄汁液中の硝酸イオン濃度で施肥量の多少が判断できる可能性が示唆された。また、硝酸イオン濃度は葉身中の全窒素含有率に比べると、変動が大きいいため、現在の樹の栄養状態をより表していると考えられ、単に施肥量の多少だけでなく、現在の土壌中の硝酸イオン濃度、肥料の吸収・転流状態なども推測できるのではないかと考えられた。これについては更に追及すべきであると考えられた。

葉柄汁液中の硝酸イオン濃度と葉身中窒素含有率との関係は、採取した時期により異なり、6月から9月では葉柄汁液中の硝酸イオン濃度が高いほど葉中窒素含有率が高くなる傾向がみられたものの、10月と11月では葉柄汁液中の硝酸イオン濃度が低くても葉中窒素含有率が高かった(図3)。

今回、葉柄汁液中の硝酸イオン濃度が施肥量の違いを反映し、従来の診断基準である葉中窒素含有率とも相関が高かったことから、硝酸イオン濃度を指標に栄養診断することが可能と考えられた。今回の分析結果から、7~9月の全窒素含有率と硝酸イオン濃度の関係式は

$$7月: y = 5.36 \ln(x) - 10.0 \quad (\ln: \log e), R^2 = 0.739,$$

$$8月: y = 2.34 \ln(x) + 12.5, R^2 = 0.539,$$

$$9月: y = 2.29 \ln(x) + 14.2, R^2 = 0.636$$

であった。そこで、この関係式からウンシュウミカンの葉身中窒素含有率の適正域<sup>4)</sup>(28~32 g kg<sup>-1</sup>)に対応する葉柄汁液中の硝酸イオン濃度を算出し、暫定的に適正域を推測した。その値は測定月により異なり、7月で1,100~1,900 mg L<sup>-1</sup>、8月では1,000~2,400 mg L<sup>-1</sup>、9月では600~1,800 mg L<sup>-1</sup>と考えられた。この値より夏季における樹体の栄養状態を把握するとともに、年間窒素施肥量の過不足を判断し、値が低い場合は、11月の秋肥から年間施肥量を増加させ、更に葉面散布等により早期の樹勢回復を図る。また、値が基準を大幅に超過している場合は、土壌中の窒素が過剰である恐れがあるため、年間施肥量を少なくするとともに、鶏ふん等窒素成分の多い有機物

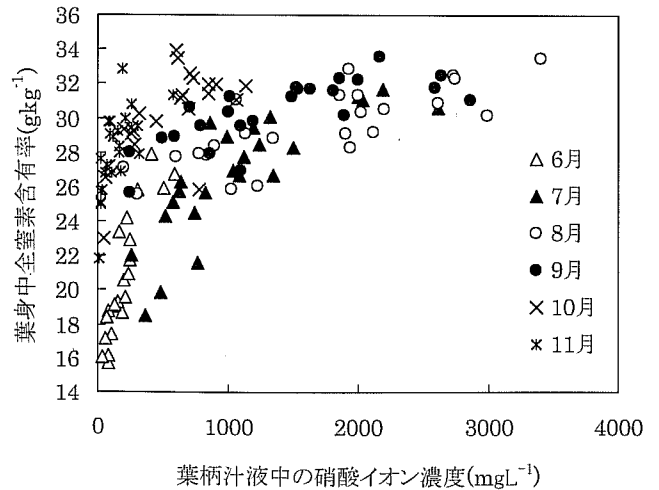


図3 ウンシュウミカンの葉柄汁液中の硝酸イオン濃度と葉身中全窒素含有率との関係

$$7月: y = 5.36 \ln(x) - 10.0, R^2 = 0.739^{**}, n = 24$$

$$8月: y = 2.34 \ln(x) + 12.5, R^2 = 0.539^{**}, n = 24$$

$$9月: y = 2.29 \ln(x) + 14.2, R^2 = 0.636^{**}, n = 24$$

$\ln: \log e$ . \*\*は1%水準で有意であることを示す。

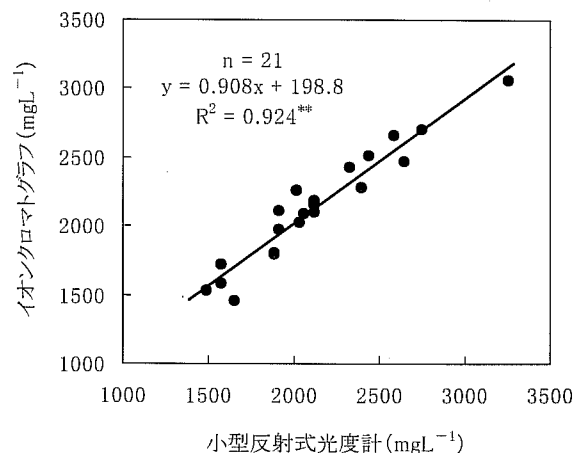


図4 小型反射式光度計とイオンクロマトグラフによる葉柄汁液中の硝酸イオン濃度測定値の関係

\*\*は1%水準で有意であることを示す。

の投入を中止するなどの対応が可能と考えられた。ただし、この値は1年の結果から推定された値であることから、今後は生産現場のサンプルを用い、年度変化、樹齢・土壌条件の影響等を更に検討し、もっと正確な基準値を示す必要があると考えられた。

#### (試験3) 小型反射式光度計による硝酸イオン濃度の測定

同じ試料について小型反射式光度計とイオンクロマトグラフで測定した結果、両者の測定値は高い相関( $y = 0.908x + 198.8, R^2 = 0.924$ )がみられた(図4)。このことから、この機器は他の作物と同様、カンキツにおいても生産現場での利用が可能と考えられた。ただし、葉柄の摩砕作業に長時間を要する(1試料当たり約15分)ことから、今後は更に迅速な汁液採取方法を検討する必要があると考えられた。

#### 4. 摘要

葉柄汁液中の硝酸イオン濃度を指標とし、生産現場で簡単・迅速にウンシュウミカンの栄養診断をするため、試料採取条件を検討するとともに、小型反射式光度計の実用性を検討した結果、以下の事項が明らかになった。

1) ウンシュウミカンの葉柄汁液中の硝酸イオン濃度は、葉身汁液中の約 11~17 倍の濃度だった。

2) 葉柄汁液中の硝酸イオン濃度は窒素施肥量を反映したことから、施肥量の多少を判断する栄養診断指標となり得ると考えられた。

3) 葉柄汁液中の硝酸イオン濃度を測定する時期は 7~9 月が適すると考えられた。

4) ウンシュウミカンの葉柄汁液中の硝酸イオン濃度を小型反射式光度計とイオンクロマトグラフにより測定したところ、その分析値は高い相関がみられた。

謝辞 本稿をとりまとめるにあたり、静岡県柑橘試験場 久田秀彦研究技監、吉川公規主任研究員にご校閲いただいた。ここに厚く感謝の意を表します。

#### 文 献

- 1) 六本木和夫：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（1991）
- 2) 六本木和夫：同上（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，同上，**19**，19~29（1992）
- 3) 六本木和夫：同上（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，同上，**20**，19~26（1993）
- 4) 静岡県農林水産部研究調整室編：持続的農業を推進する静岡県土壤肥料ハンドブック，p.298~299（2002）
- 5) 瀧 勝俊：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（2000）
- 6) 建部雅子・細田洋一・笠原賢明・唐澤敏彦：パレイショの葉柄汁液を用いた栄養診断，土肥誌，**72**，33~40（2001）
- 7) 山田良三・加藤利博・井戸 豊・関 稔・早川岩夫：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（1995）