

小型反射式光度計によるニンジンの硝酸含量の簡易測定について

片山 勝之

中央農業総合研究センター

要旨：ニンジンの生産現場で、小型反射式光度計システムを用いた硝酸含量の簡易測定に関して、抽出による許容誤差を少なくして高い信頼水準の測定値を得るための適正標本数について検討を行った。

キーワード：小型反射式光度計システム、ニンジン、硝酸。

1. はじめに

野菜の硝酸濃度については多くの報告がなされており、特に葉菜や根菜で硝酸濃度が高い（杉山・高橋，1958，孫・米山，1996）。ヒトが摂取する硝酸の50～90%を野菜中の硝酸から得ていると言われている（孫・米山，1996）。ヒトが過剰に硝酸を摂取した場合、赤ん坊ではブルーベイベーといわれる酸素欠乏症を起こしたり、亜硝酸がアミンと結合して発癌性をもつといわれているニトロソアミンになる（相馬，1988）。そのため、ドイツ、オランダ、スイス、オーストリアおよびロシアでは対象野菜は違うものの、レタス、ハウレンソウ、ダイコン、キャベツ及びニンジンの硝酸濃度の制限値を設定している（孫・米山，1996）。一方、日本では野菜の硝酸濃度の制限値を設定していない（孫・米山，1996）。しかしながら、日本人が一週間に摂取する野菜の量から硝酸摂取量を推定すると、WHO（1980年）の定めた制限値を越えている（孫・米山，1996）ことから、個々の野菜の硝酸濃度を低くすることが望まれる。従って、消費者の安全性の視点から、土壌、作期、品種等の種々の条件において低硝酸濃度の高品質野菜栽培技術を開発する必要がある。そのために、生産現場で品質評価ができれば、その情報を野菜栽培技術に反映することが可能と思われる。本報告では、ウリ科の果菜類やアブラナ科野菜に次いで硝酸含量が高いニンジン（杉山・高橋，1958）について、生産現場で信頼度の高い測定値を簡易に得るために検討したので紹介する。

2. 測定方法

(1) 測定の準備

圃場から収穫されたニンジンのうち店頭と並べられる正品で M サイズ（一本当たり 110～160g：千葉県農業試験場の基準）のニンジンを対象に分析に用いた。一般に根菜類の分析用の標本数は5個体で、不揃い試料は10個体とされている（堤ら，1996）。しかしながら、谷和原の試験圃場（牛糞堆肥 2 t/10a，高度化成 $N-P_2O_5-K_2O=25-15-25$ kg/10a）と生産農家圃場（豚糞 1.5 t/10a，重焼リン $N-P_2O_5-K_2O=0-9.8-0$ kg/10a）で栽培されたニンジンを用いて分析したところ、硝酸含量の測定値の変動が大きかったため、分析用の標本数について（津村，1956）検討を行った。圃場により土壌肥沃度や栽培条件が異なるため適正標本数は異なったが、抽出による許容誤差を少なくして、高い信頼水準の結果を得ようとする場合、標本数は多くなった（第1表）。抽出による許容誤差を7.5%以内として95%信頼水準に設定した場合、ニンジンの適正標本数は、試験圃場で30本、生産農家圃場で37本になった。

硝酸イオン濃度の簡易分析法として、カード式イオンメーター（平岡ら，1990）や硝酸イオン試験紙（六本木，1991）がある。しかし、これらは測定値に変動が見られたり読みとりの判別が難しいなどの問題点があるため、コマツナなどの野菜の硝酸含量を簡易に精度高く測定できることを示した小型反射式光度計システム（RQフレックスシステム，メルク社）（建部・米山，1995）を使用した。ニンジン汁液でも硝酸イオン濃度について、小型反射式光度計システムとイオン分析計（IA-100，東亜電波）

で比較したところ、1%水準で有意な正の相関関係が認められ、両者の測定値はよく一致した(第1図)。

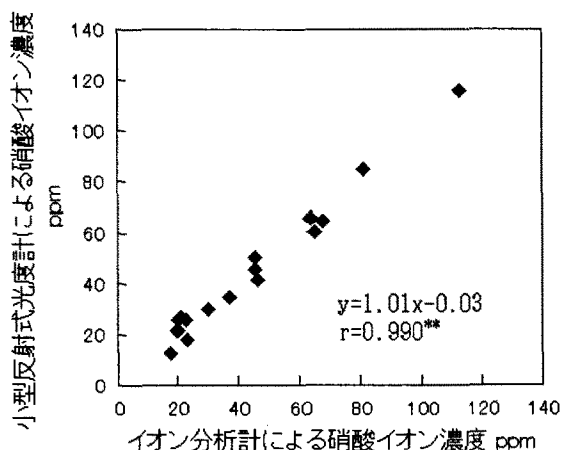
(2) 測定の手順

第1表を参考にして、正品でMサイズ(110~160g)のニンジンについて、抽出による許容誤差や信頼水準を考慮した適正標本数を用意す

第1表 谷和原の試験圃場及び生産農家圃場のニンジンの硝酸含量を測定する場合の適正標本数

	試験圃場		生産農家圃場	
反復数	50	50	50	50
平均値(mg/100g)	23.4	32.6	23.4	32.6
標準偏差	4.8	7.4	4.8	7.4
適正標本数				
標本誤差率	10%	7.5%	10%	7.5%
90%信頼水準	11.7	20.8	14.2	25.3
95%信頼水準	16.8	29.9	20.5	36.4

適正標本数は各試験の変動係数の平均を使用して算出。算出方法は標本数= $t^2 \times C^2 / \epsilon^2$
 t: t値, C: 変動係数, ϵ : 標本誤差率。
 標本誤差率: 許容する誤差の平均値に対する相対的比率, 抽出誤差の許容限界値を母平均値で割った値, 信頼水準: 標本平均値が各標本誤差の範囲内に入る確率。



第1図 イオン分析計と小型反射式光度計システムによるニンジンの硝酸イオン濃度測定による比較(小型反射式光度計システムには5倍に希釈したニンジン汁液を用い、イオン分析計には50倍に希釈した汁液を用いた)。

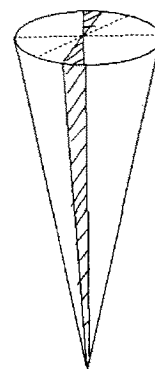
る。根菜類で行われる縮分の仕方(堤ら, 1996)に従い、包丁で縦方向に16分割し(第2図)、対になる部分を採用する。全てのニンジンから縮分して得られた採取試料を合わせて重さを測定する。その採取試料をミキサーにかけやすいように包丁で1~2cm片にしてミキサーに入れ、ニンジンの重さの3倍から4倍の水を加えてニンジン汁液を作る。その汁液を、メスシリンダー等で体積を測定する。汁液の一部を濾紙あるいは布で濾す。硝酸イオン濃度測定用リフレクトクアント試験紙(測定範囲5ppm~250ppm)に、ニンジンの濾液を少しつけ、紫赤色に発色させ、55秒後に小型反射式光度計に差し込み、5秒後に測定を終了する。硝酸イオン濃度の測定値がppmで示されるので、ニンジン100g当たりの硝酸含量(mg/100g新鮮重)は以下の式で求められる。

$$\frac{\text{小型反射式光度計の測定値} \times \text{ニンジン汁液の体積} \times 100}{1000 \times \text{分析に用いたニンジンの重さ}}$$

なお、測定値はニンジンの着色により、およそ1%程度値の増大がみられた(第1図)ので、回帰式により補正する必要がある。

3. おわりに

ドイツでは、赤ん坊の食物として新鮮重100g当たりの硝酸含量の制限値を25mgと定めている。ニンジンの硝酸含量は重要な品質項目として認められているため、この制限値を越えた場合、ニンジンの生産農家はしばしば出荷が止められている(Gutezeit, 1999)。日本の場合、まだ野菜の硝酸含量の制限値は決められていないものの、食品の安全性の観点から硝酸摂取量を減らしていくことが望まれる。今後は、硝酸含量に関する品質評価を行い、その結果を



第2図 ニンジンの縮分採取方法(斜線をつけた部分を採用)

窒素施肥量に反映させて、高品質で多収をあげるニンジン栽培技術の確立が求められる。

4. 引用文献

- Gutezeit, B. 1999. Yield and nitrate content of carrots (*Daucus carota* L.) as affected by nitrogen supply. In Burns, I.G., Bending, G.D. and Mulholland, B. eds., Proc. Workshop Eco. Aspects Veg. Fert. Integ. Crop Prod. in the Field. Acta Hort. 506, ISHS pp87-91.
- 平岡潔志, 松永俊朗, 米山忠克 1990. 平板電極式携帯用イオンメーターによる土壌および作物体中の硝酸イオンとカリウムの分析. 土肥誌 61: 638-640.
- 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.
- 孫 尚穆, 米山忠克 1996. 野菜の硝酸: 作物体の

硝酸の生理, 集積, 人の摂取. 農業および園芸. 養賢堂, 東京. 1179-1182.

- 相馬 暁 1988. 品質アップの野菜施肥. 農文協, 東京. pp46-53.
- 杉山直儀, 高橋和彦 1958. 蔬菜の窒素栄養の診断法としての硝酸態窒素の検定について. 園学雑 27: 161-171.
- 建部雅子, 米山忠克 1995. 作物栄養診断のための小型反射式光度計システムによる硝酸および還元型アスコルビン酸の簡易測定法. 土肥誌 66: 155-158.
- 津村善郎 1956. 標本調査法. 岩波全書, 東京. pp26-29.
- 堤 忠一, 安井明美, 氏家 隆 1996. 試料の調整と調整. (社)日本食品科学工学会編. 新・食品分析法. 光琳, 東京. pp1-5.

Title: An analysis of nitrate in carrots using a simple reflection photometer system.

Author: Katsuyuki KATAYAMA (NARC)