

市販ハウレンソウ,コマツナの硝酸態窒素含有率と全窒素,カリウム含有率との関係

誌名	日本土壌肥料学雑誌 = Journal of the science of soil and manure, Japan
ISSN	00290610
著者名	落合,久美子 岩田,良子 間藤,徹
発行元	日本土壌肥料学会
巻/号	75巻6号
掲載ページ	p. 693-695
発行年月	2004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



市販ホウレンソウ、コマツナの硝酸態窒素含有率 と全窒素、カリウム含有率との関係

落合久美子*・岩田良子*・間藤 徹*

キーワード コマツナ, 硝酸態窒素, ホウレンソウ

1. はじめに

最近、政府は食料安全委員会を設置し食料の安全を一元的に管理する方針を打ち出した。食料からの摂取量が多く、健康被害が心配されるもののひとつに硝酸イオンがある¹⁾。ヒトが摂取する硝酸イオンのほとんどは野菜に由来する²⁾。WHOは硝酸イオンが体内で還元されて生じる亜硝酸イオンが毒性を発揮するとして、亜硝酸イオンが急性毒性を引き起こす濃度をもとに硝酸イオンの摂取上限を推定し摂取量に規制値を設けた³⁾。さらに1997年、欧州連合(EU)は域内を流通するサラダナ及びホウレンソウが含有する硝酸イオンの許容上限値として、新鮮重1 kgあたり2,500~3,000 mgという値を設定し、これ以上の野菜の流通を禁止した⁴⁾。葉菜の硝酸態窒素含有率を低減するためのヒントを得ることを目的として、京都市内で市販されているホウレンソウとコマツナの硝酸態窒素含有率と全窒素含有率、カリウム含有率の関係を検討した。

2. 材料と方法

2002年10月から12月の3カ月間にわたり、京都市左京区の2軒のスーパーマーケットで、産地の異なる2種類ずつのコマツナとホウレンソウを毎週購入した。表示されていた産地は岐阜県、滋賀県、鳥取県、兵庫県、和歌山県、奈良県、京都府であった。総試料数はコマツナ、ホウレンソウ共に24ずつであった。

ホウレンソウとコマツナは購入後、根際部分部分を包丁で切り離し、茎葉部を蒸留水で洗浄した後、ペーパータオルを用いて水分を拭き、4から8個体からなる試料を2つに分けた。新鮮重を測定したのち、通風乾燥器(70°C)で一夜乾燥して乾燥重量を測定後、ボールミルで粉碎した。新鮮重と乾燥重の差を含水量とし、単位乾燥重あたりの水分量を含水率とした。

分析は各試料2連で行った。乾燥試料約100 mgを100

倍の蒸留水(10 mL)にけんたくし、沸騰水浴中で10分間加熱後放冷し抽出液を得た。抽出液は遠心分離(3,000 ×g, 10分)後、上清をメンブレンフィルター(0.2 μm, 13 mm径)でろ過した。この抽出液を適宜希釈して硝酸イオンをイオンクロマトグラフィー(島津製作所, IC6A型)で、カリウム濃度を炎光分光法(島津製作所, AA630型)によって測定し、抽出液中の濃度を乾燥重量、新鮮重量あたりの含有量に換算して表示した。窒素含有率は乾燥試料をケルダール分解-水蒸気蒸留-滴定法によって測定し、イオンクロマトグラフィー法で求めた硝酸態窒素含有率との和を全窒素含有率とした。

3. 結果

1) 硝酸イオン含有量

図1にコマツナとホウレンソウの新鮮重あたりの硝酸イオン含有量の度数分布を示した。新鮮重1 kgあたりの硝酸イオン含有量はコマツナで30~8,000 mg、ホウレンソウでは3,600~11,000 mgと幅広く分布していた。24試料全部の平均値は新鮮重1 kgあたりコマツナで4,700 mg、ホウレンソウで7,400 mgであった。

ここではケルダール窒素、硝酸態窒素含有率を同一試料で測定するため、試料をいったん乾燥し、乾燥試料から硝酸イオンを沸騰水で抽出した。この方法による測定値は新鮮物の搾汁液や新鮮物を凍結したのち調製した搾汁液の硝酸イオン濃度とよく一致したので(結果示さず)、乾燥試料から硝酸イオンを沸騰水で抽出する方法は、新鮮物を10倍重の水で磨砕して硝酸イオンを抽出する、EUで推奨されている試料調製方法⁵⁾と同等の測定値を与えると判断した。

2) 全窒素含有率と硝酸態窒素含有率の関係

図2に乾物の全窒素含有率と硝酸態窒素含有率の関係を示した。コマツナにおける硝酸態窒素含有率は全窒素含有率が33 mg N g⁻¹を越えると増加し始め、回帰直線の勾配から全窒素含有率が10 mg N g⁻¹増加すると硝酸態窒素量は4.7 mg N g⁻¹増加した。ホウレンソウでは40 mg N g⁻¹を越えると硝酸態窒素が蓄積し始め、それ以後は全窒素含有率が10 mg N g⁻¹増加すると硝酸態窒素は6.3 mg増加した。

3) カリウム含有率と硝酸イオン含有率の関係

図3に乾物のカリウム含有率と硝酸イオン含有率の関係を示した。両者の間には正の相関が見られ、カリウム含有率が高い試料では硝酸イオン含有率が高かった。

4) 含水率と硝酸イオン含有率の関係

含水率は10月から12月にかけて次第に低下する傾向が見られたが(結果示さず)、試料間の振れも大きかった。含水率の平均値はコマツナで17.0、ホウレンソウで11.6だった。含水率と硝酸イオン含有率にも相関が見られ(図4)、含水率の低い試料は硝酸イオン含有率も低かった。

4. 考察

京都市内で販売されていたホウレンソウの硝酸イオン含有量は、EUの規制値である新鮮重1 kgあたり2,500 mg

Kumiko Ochiai, Yoshiko Iwata and Toru Matoh: Accumulation of Nitrate-Nitrogen in Spinach and Komatsu-na (*Brassica* spp.) Sold at Local Markets

* 京都大学大学院農学研究科応用生命科学専攻植物栄養学研究室(606-8502 京都市左京区北白川追分町)

2004年3月5日受付・2004年5月31日受理

日本土壤肥科学雑誌 第75巻 第6号 p.693~695 (2004)

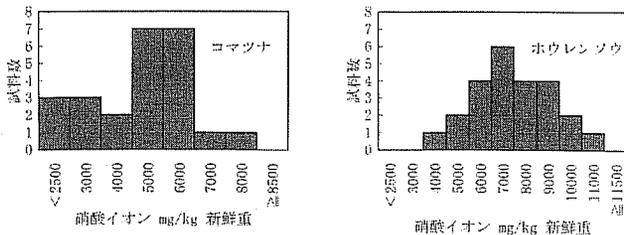


図1 コマツナとホウレンソウの新鮮重あたりの硝酸イオン含有率の度数分布

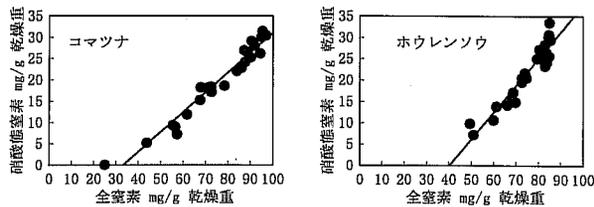


図2 コマツナとホウレンソウにおける乾燥重あたりの全窒素含有率と硝酸態窒素含有率の関係

コマツナでの回帰式 $y=0.466x-15.5$, $r^2=0.954$; ホウレンソウでの回帰式 $y=0.628x-25.3$, $r^2=0.897$.

をすべての試料で上回った。コマツナでも24試料中3個が下回っただけであった。10月から12月にかけて、乾燥重あたりの硝酸態窒素含有量は低下する傾向にあった。野菜の硝酸イオン含有量については、ほとんど含まないものから新鮮重1kgあたり5,000mgを越えるものまでが報告されている^{1,6-8)}。特に、サラダナ、ホウレンソウ、ターツァイなど、生育期に摂食する葉菜類で高い。窒素施肥量と野菜の硝酸態窒素含有率には関係があることは広く認められているが⁹⁻¹²⁾、ここでの分析結果(図2)から、コマツナ、ホウレンソウでは全窒素含有率がある値を超えると硝酸態窒素が蓄積し始めること、全窒素含有率と硝酸態窒素含有率の関係の一次回帰式の勾配が1以下であったので、吸収された窒素のすべてが硝酸態窒素として蓄積するのではないこと、が示された。

カリウムの増施も硝酸イオンの蓄積に影響することが報告されている¹³⁻¹⁵⁾。カリウムは植物細胞の浸透圧を形成、維持する。硝酸イオンは植物の好む窒素源として機能する他に、陰イオンとして陽イオンカリウムの対イオンになっている。硝酸イオン含有率はカリウム含有率と正の相関があり、硝酸イオン含有率はカリウム含有率の増加に伴って上昇した(図3)。含水率はカリウム含有率と高い正の相関が認められ(結果示さず)、カリウム含有率が低いと含水率が低く、カリウム含有率が高いと含水率が増加し、硝酸イオン濃度も高かった(図4)。窒素吸収量だけでなくカリウム吸収量も硝酸イオン含有量に関係すると推察した。

硝酸イオン含有量の上限值である $2,500 \text{ mg kg}^{-1}$ 新鮮重は、含水率の平均値(コマツナ17.0, ホウレンソウ11.6)をもとに乾燥重1gあたりの硝酸態窒素含有量に換算する

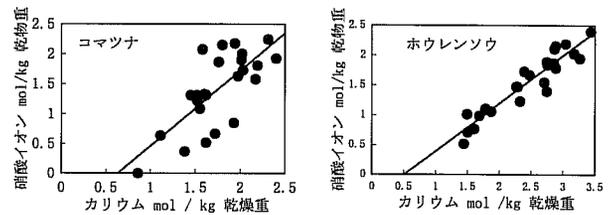


図3 コマツナとホウレンソウにおける乾燥重あたりのカリウムと硝酸態窒素含有率の関係

コマツナでの回帰式 $y=1.38x-0.455$, $r^2=0.632$; ホウレンソウでの回帰式 $y=0.728x-0.002$, $r^2=0.870$.

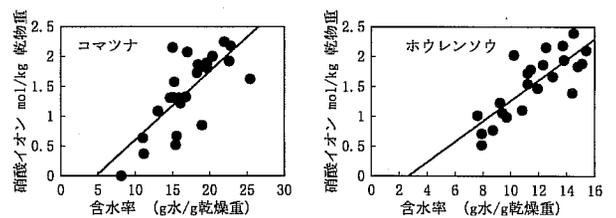


図4 コマツナとホウレンソウにおける含水率と硝酸態窒素含有率の関係

コマツナでの回帰式 $y=1.26x-0.802$, $r^2=0.535$; ホウレンソウでの回帰式 $y=0.800x-0.408$, $r^2=0.880$.

と、コマツナで 10.2 mg 硝酸態窒素、ホウレンソウで 7.12 mg 硝酸態窒素に相当する。この値と図2に示した回帰式から、ホウレンソウでは乾物1gあたりの窒素含有量を 52 mg 、コマツナで 55 mg 程度に抑えれば新鮮重あたりの硝酸イオンの蓄積量は $2,500 \text{ mg kg}^{-1}$ 新鮮重程度となると推定した。

硝酸イオンの経口摂取が人体に与える影響については詳しく検討されてきたが^{2,6)}、硝酸イオンそのものの毒性は低く、体内で亜硝酸イオンに還元されてはじめて毒性を示す。亜硝酸イオンはアミン類と結合して動物実験において発ガン性を示すニトロソアミンを生成する。しかし今のところ硝酸イオンの摂取とヒトの胃ガンの発生を結びつける疫学的証拠はない。京都の小売店で販売されていたコマツナ、ホウレンソウに硝酸態窒素が高い濃度で含有されていたという結果は、これらの野菜に多量の施肥が行われていることを示している。過剰な窒素施肥は、陸水、沿岸部海洋の富栄養化や大気中への窒素化合物の放出の原因となる¹⁶⁾。野菜中の硝酸態窒素濃度が高いことを消費者の健康問題としてだけでなく、耕地土壌に過剰の窒素肥料が施肥されている結果と捉え、施肥を制御することで農業生産に伴う環境負荷を減らしていく努力が必要である。今後、野菜の硝酸態窒素、カリウム含有率と、その葉菜が栽培された土壌の硝酸態窒素含有率、可給態カリウム含有率の関係について検討し、硝酸態窒素が蓄積しなかった施肥条件を検索していく予定である。

謝辞 本論文執筆にあたり東京大学 米山忠克先生に分析値の解釈に貴重なご助言を賜りました。また、本研究の一部は京都市産業観光局農林部からの受託研究によって

行われました。記して感謝いたします。

文 献

- 1) 孫 尚穆・米山忠克：野菜の硝酸：作物体の硝酸の生理、集積、人の摂取、農及園，71，1179～1182 (1996)
- 2) Ishiwata, H., Sugita, T., Kawasaki, Y., Takeda, Y., Yamada, Y., Nishijima, M. and Fukasawa, Y.: Estimation of inorganic food additive (nitrite, nitrate and sulfur dioxide) concentrations in foods and their daily intake based on official inspection results in Japan in fiscal year 1996. *J. Food Hyg. Soc. Jpn.*, 41, 79～85 (2000)
- 3) WHO: Evaluation of certain food additives and contaminants. *WHO tec. rep. ser.*, 859, 1～54 (1995)
- 4) Commission regulation (EC) No 194/97 of 31 January 1997: Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Off. J. Eur. Commun.*, L31, 48～51 (1997)
- 5) Beljaars, P. R., Van Dijk, R. and Van der Horst, G. M.: Determination of nitrate in vegetables by continuous flow: Interlaboratory study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 77, 1522～1529 (1994)
- 6) 農林省野菜試験場：野菜の硝酸をめぐる諸問題，野菜試験場研究資料，第3号 (1977)
- 7) 辻 澄子・高坂雅子・森田幸博・柴田 正・兼田 登・若林和子・内堀 (長谷) 幸子・井出重明・藤原一也・鈴木 宏・伊藤誉志男：生鮮食品及び加工食品中の天然由来の硝酸根及び亜硝酸根の含有量，食衛誌，34，294～302 (1993)
- 8) Gangolli, S. D., Van den Brandt, P. A., Feron, V. J., Janzowsky, C., Koeman, J. H., Speijers, G. J. A., Spiegelhalder, B., Walker, R. and Wishnok, J. S.: Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds. *Eur. J. Pharmacol. Environ. Toxicol. Pharmacol. Sect.*, 292, 1～38 (1994)
- 9) Maynard, D. N., Barker, A. V., Minotti, P. L. and Peck, N. H.: Nitrate accumulation in vegetables. *Adv. Agron.*, 28, 71～118 (1976)
- 10) 中村武次郎：葉菜類の生育と硝酸態窒素含有量，農及園，58，587～588 (1983)
- 11) 目黒孝司・吉田企世子・山田次良・下野勝昭：夏どりホウレンソウの内部品質指標，土肥誌，62，435～438 (1991)
- 12) 建部雅子・石原俊幸・松野宏治・藤本順子・米山忠克：窒素施用がホウレンソウとコマツナの生育と糖，アスコルビン酸，硝酸，シュウ酸含有率に与える影響，同上，66，238～246 (1995)
- 13) Regan, W. S., Lambeth, V. N., Brown, J. R. and Blevins, D. G.: Fertilization interrelationships on yield nitrate and oxalic acid content of spinach. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, 93, 485～492 (1968)
- 14) Wright, M. J. and Davison, K. L.: Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Adv. Agron.*, 16, 197～246 (1964)
- 15) 王 秀峰・伊東 正：水耕ホウレンソウの生育，収量，葉中 NO₃ 含量に及ぼす培養液の硝酸態窒素制限とカリウム増与の影響，園学雑，67，74～80 (1998)
- 16) Mosier, A. R., Azzaroli, M., Chaiwanakupt, P., Ellis, E. C., Freney, J. R., Howarth, R. B., Matson, P. A., Minami, K., Naylor, R., Weeks, K. N. and Zhu, Z.: Policy implications of human-accelerated nitrogen cycling. *Biogeochemistry*, 57/58, 477～516 (2002)