

福岡市における野菜および野菜加工食品からの硝酸塩摂取量調査

古賀梓美・岩佐泰恵・内山亜喜子・赤木浩一

福岡市保健環境研究所保健科学課

Study on Daily Intake of Nitrate from Vegetables and Processed Foods in Fukuoka City

Azumi KOGA, Yasue IWASA, Akiko UCHIYAMA and Kouichi AKAKI

Health Science Division, Fukuoka City Institute for Hygiene and the Environment

要約

福岡市民が野菜および野菜加工食品から摂取する硝酸塩の量を推定した。国民健康・栄養調査の福岡市民の食品摂取量に基づき、福岡市内の販売店で購入した野菜類、きのこ類、海藻類およびその加工品 45 品目を 2 つの食品群に分類し、群毎に粉碎・混合したものを試料とした。調査は夏季と冬季の 2 回実施し、福岡市民が野菜および野菜加工食品から一日に摂取する硝酸塩は 147.9~157.9mg (硝酸根として) であり、ADI (一日許容摂取量) の 80~85% であった。また、硝酸塩の主な摂取源はほうれん草、しゅんぎく、サニーレタス等の葉物野菜類および大根、海苔等であった。

Key Words : 野菜 vegetables, 加工食品 processed foods, 硝酸塩 nitrate, 一日摂取量 daily intake

1 はじめに

福岡市民の硝酸塩摂取量を推定するため、著者らは平成 21 年に福岡市内で購入・調製したマーケットバスケット方式によるトータルダイエツト試料 (全 13 群) を用いて調査したところ、推定摂取量は ADI (一日許容摂取量; 硝酸根として 3.7mg/kg bw/day) を超えていた¹⁾。この調査において、硝酸塩の摂取の大半が 7 群 (緑黄色野菜類とその加工品) および 8 群 (その他の野菜類・きのこ・海草類とその加工品) に由来することがわかったが、その具体的な摂取源は特定できていない。一方、野菜中の硝酸塩濃度についてはこれまでに数多く報告されており^{2~6)}、同一品種であっても栽培条件等によって個体差が大きいこと、季節間変動や地域間差があることがわかっている。しかし、先に述べたトータルダイエツト試料においては食品の購入数が少なく、試料の購入が冬季のみであった。そこで、食品の個体差、季節間差を考慮したうえで、現時点での福岡市における野菜類等からの硝酸塩摂取量の実態把握を行い、硝酸塩の主な摂取源の特

定を試みた。

一方、農林水産省は野菜を「茹でる」ことや「漬ける」ことで野菜中の硝酸根を減少させることができると公表している (www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/riskanalysis/priority/syosannen/sessyu/001.html)。そこで、野菜類の調理による硝酸塩の低減化についても確認したのであわせて報告する。

2 試験方法

2.1 試料の調製

平成 22 年 9 月 (夏季) および 23 年 2 月 (冬季) に福岡市内の販売店でトータルダイエツト試料の 7 群 (緑黄色野菜の群) および 8 群 (その他の野菜の群) に該当する野菜類等を購入した。購入食品は平成 19 年から 21 年度の「国民健康・栄養調査結果 (福岡市集計分)」を参考に選定した。食品中の硝酸塩含有量の個体差を考慮し、硝酸塩濃度が高いと報告されている野菜類等については、産地や販売店の異なる 3 品を購入した。購入した主

な食品およびその喫食量を表1に示す。これらのうち、一般的に生で食される生鮮食品は水洗し、加熱調理して食される食品は茹で、加工食品はそのまま（切干大根は水戻し後）粉砕したものを試料とした。また、先に述べた国民健康・栄養調査結果の食品喫食量の平均値に従って秤量し、加水して食品群毎に混合、均質化したものを混合試料とした。

また、本調査では先述したとおり一般的に加熱して食される野菜類は茹でて調理を行っているが、実際にこれらの野菜類に含まれる硝酸塩の調理による変化を確認するため、ほうれん草3検体、しゅんぎく2検体を試料として「茹で」及び「電子レンジ加熱」による調理を行い、調理前後の検体それぞれを粉砕したものを試料とした。

表1 主な購入食品と一日喫食量

食品分類	主な購入食品	食品数	購入品数	一日喫食量(g)
7群(緑黄色野菜類)	トマト, にんじん, ほうれん草	9	19	82.0
8群(その他の野菜類, きのこと海藻類)	キャベツ, きゅうり, だいこん	16	28	193.7

2.2 試薬等

標準品：硝酸カリウム（特級，和光純薬工業（株）製）を用いた。

標準原液：標準品 815mg を蒸留水で溶解し，50mL に定容し，標準原液とした（硝酸根として 10,000 μ g/mL）。

標準溶液：標準原液を適宜蒸留水で希釈した。

その他試薬：全て特級試薬を用いた。

2.3 装置および測定条件

装置は高速液体クロマトグラフ（Agilent 社製 1100 シリーズ）を用いた。測定条件を表2に示す。

表2 測定条件

カラム	Shodex Asahipak NH2P-50 4E, 4.6mm×250mm
移動相	0.1mol/L 過塩素酸ナトリウムを含む 10mmol/L リン酸塩緩衝液
カラム温度	25 $^{\circ}$ C
流速	0.8ml/min
測定波長	210nm
注入量	10 μ L

2.4 試験溶液の調製

食品衛生検査指針⁷⁾ および松田らの報告⁸⁾ を参考に試験溶液の調製を行った。試料 5g (混合試料については

10g) を量りとり，0.5mol/L 水酸化ナトリウム溶液 16mL，80 $^{\circ}$ C の蒸留水 30mL，9% 酢酸亜鉛溶液 16mL を加え，時々攪拌しながら 80 $^{\circ}$ C で 20 分間加温後，室温まで冷却し蒸留水で 100mL に定容した。ろ紙（5A）ろ過後，必要に応じて蒸留水で希釈しメンブランフィルター（0.45 μ m）でろ過したものを試験溶液とした。メンブランフィルターおよびシリンジは，あらかじめ蒸留水で洗浄したものを使用した。

3 結果および考察

3.1 添加回収試験

混合試料に対し，1,000 μ g/g となるように標準品を添加した回収試験を行い，回収率を求めた。結果を表3に示す。回収率は 86.6～98.0% の範囲で良好であった。

表3 添加回収試験結果 (%)

	夏季	冬季
7群 (緑黄色野菜の群)	88.4	86.6
8群 (その他の野菜の群)	98.0	88.8

3.2 硝酸塩測定結果および摂取量

3.2.1 混合試料の測定結果と一日推定摂取量

混合試料の測定結果を表4に示す。実際の測定結果から試料調製の際に加水した分を考慮して算出した。また混合試料の含有量から算出した，野菜類等からの硝酸塩の一日推定摂取量を表5に示す。硝酸塩含有量は7群（613.1～683.1 μ g/g）が8群（566.9～575.1 μ g/g）より高く，摂取量は8群が7群より多い結果となり，松田らの報告⁸⁾と同様の傾向を示した。夏季と冬季の摂取量に大きな差は見られなかった。

表4 混合試料の測定結果（硝酸根として μ g/g）（n=3）

	夏季	冬季
7群 (緑黄色野菜の群)	613.1	683.1
8群 (その他の野菜の群)	575.1	566.9

表5 一日推定摂取量（硝酸根として mg/man/day）

	夏季	冬季
7群 (緑黄色野菜の群)	42.9	50.0
8群 (その他の野菜の群)	105.0	107.9
合計	147.9	157.9

3.2.2 個別試料の測定結果と硝酸塩の主な摂取源

1) 個別試料の測定結果

個別試料の硝酸塩測定結果を表6に示す。硝酸塩濃度に関する報告^{2~6)}と同様に生鮮食品では葉菜類およびにんじん、大根など一部の根菜類で含有量が高く、もやしやきのこ類は低かった。同時期に購入した同一種の野菜でも含有量に最大で10倍以上の差があり、個体差が非常に大きかった。加工食品では切り干し大根やのり、野菜類漬物が高かったが、これらは添加物としての硝酸塩の使用対象食品ではないため、原材料の野菜や海藻類に由来するものと考えられる。

硝酸塩含有量の季節間での変動については、個体差が大きく検体数も少ないため、十分な評価は難しいが、夏季と冬季それぞれの平均値を比較すると、ほうれん草、はくさい、キャベツは夏に高く、サニーレタス、レタスは冬に高いという結果が得られ、酒井らの報告²⁾や寄藤らの報告³⁾と同様の傾向を示した。一方、大根については夏に高く冬に低いという結果となり、酒井らの報告²⁾とは異なるものであったが、Chungらの報告⁶⁾とは同様の傾向を示した。また、わかめは夏に低く冬に高いという結果であった。

表6 食品中の硝酸塩含有量(硝酸根として μg/g)

食品名	濃度	
	夏季	冬季
7群 トマト ^{※1}	N.D	13.9
ホールトマト缶 ^{※1}	5.2	1.1
にんじん ^{※2}	129.6	197.0
ほうれん草 ^{※2}	1798.6	924.8
青ピーマン ^{※2}	66.3	120.7
かぼちゃ ^{※2}	N.D	24.4
しゅんぎく ^{※2}	3820.3	3028.5
サニーレタス	1430.4	2374.4
トマトミックスジュース ^{※1}	66.1	49.4
8群 キャベツ	585.1	456.6
きゅうり	177.2	140.0
大根	1041.5	727.5
切り干し大根 ^{※1※2}	2874.2	1290.5
たまねぎ ^{※1※2}	56.3	6.6
はくさい ^{※2}	1539.9	1082.4
レタス	776.2	1356.1
クリームコーン缶 ^{※1}	1.2	1.2
緑豆もやし ^{※1※2}	4.5	3.4
高菜漬 ^{※1}	191.2	230.0
梅干し ^{※1}	1.9	10.0
たくあん漬 ^{※1}	283.6	519.7
ぶなしめじ ^{※1※2}	7.4	N.D
えのきたけ ^{※1※2}	N.D	N.D
乾燥のり	8493.1	6908.7
わかめ ^{※1}	1.3	1193.3

※1 以外は全て3試料の平均値 N.D:<1.0

※2 は簡易な調理を行ったもの

2) わかめの追加試験結果

個別試料の硝酸塩測定結果において、わかめの夏季および冬季の硝酸塩含有量が大きく異なっていた。海藻類の硝酸塩含有量は、辻らの報告⁵⁾では塩蔵わかめが15.9μg/g(硝酸根として)との記載があるが、野菜中の硝酸塩濃度のように他の報告例は多くない。冬季のわかめの硝酸塩含有量が辻らの報告と比較して、非常に高い数値であったため、平成23年3月に追加試料として産地等の異なるわかめを3種、乾燥わかめを1種購入し、乾燥わかめは水戻し後、それ以外についてはそのまま個別試料と同様に測定を行った。

結果を表7に示す。生わかめは塩蔵や乾燥わかめに比較し、非常に高い数値であった。このことから、わかめは加工状態によって硝酸塩の含有量の差が非常に大きいこと、季節や産地等の生息状況によっては葉菜類と同様に高い硝酸塩を含有していることが示唆された。

表7 わかめの測定結果(硝酸根として μg/g)

食品名	濃度
わかめ①塩蔵・生	4.2
わかめ②生	178.8
わかめ③生	954.3
わかめ④乾燥・水戻し	N.D

N.D:<1.0

3) 硝酸塩の主な摂取源

個別試料の測定結果とその食品の一日喫食量から各食品からの硝酸塩摂取量を算出した。主な摂取源は、ほうれん草、しゅんぎくなどの葉菜類および大根、海苔、わかめ等であった。主な摂取源とその食品からの硝酸塩の摂取量を表8に示す。

表8 硝酸塩の主な摂取源(食品)および一日摂取量

食品名	濃度	
	夏季	冬季
7群 ほうれん草	12.5	8.1
しゅんぎく	18.4	18.7
サニーレタス	13.0	21.6
8群 キャベツ	15.4	12.0
大根	20.3	12.8
はくさい	17.6	14.3
レタス	10.1	17.6
海苔	20.7	16.7
わかめ	—	13.4

3.2.3 調査結果と一日許容摂取量の比較

硝酸塩の ADI は 3.7 mg/kg/day (硝酸根として) であり、ADI から計算した成人 (体重 50 kg とした場合) 一人あたりの一日許容摂取量は 185 mg である。今回の調査により求めた硝酸塩一日摂取量は表 5 に示すように 147.9~157.9 mg であり、ADI から算出した一日許容摂取量の 80~85% であった。

3.2.4 野菜の調理による硝酸塩の低減化

ほうれん草 3 検体、しゅんぎく 2 検体について各々「茹で」及び「電子レンジ加熱」による調理を行い、調理前後の硝酸塩濃度を測定し、調理前濃度を 100% とした場合の、調理後の含有量 (%) を求めた結果を図 1 に示す。電子レンジ加熱では硝酸塩濃度にほとんど変化はないが、茹でた場合は硝酸塩が減少しており、茹で時間が長いほど減少する傾向にあった。硝酸塩は水溶性であるため、茹で汁に移行しているものと考えられ、この結果から野菜の硝酸塩の低減化には電子レンジよりも「茹でる」ほうが有効であることが示唆された。農林水産省は野菜を「茹でる」ことで、いわゆる葉物野菜では約 30~45% の硝酸根を、根菜類では 20% 程度除去できると算出している (www.maff.go.jp/j/shousan/seisaku/riskanalysis/priority/syosanen/sessyu/001.html)。本調査でも茹で時間を 1~2 分とした場合において同様の結果が得られた。

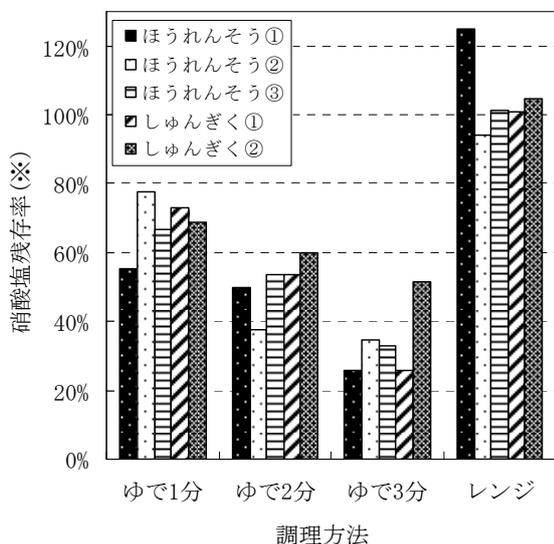


図 1 野菜の調理と硝酸塩の変化
※調理前を 100% とする

4 まとめ

福岡市民が野菜および野菜加工品等から摂取する硝酸塩の量を推定した。成人一人あたりが一日に摂取する硝酸塩は 147.9~157.9mg (硝酸根として) であり、ADI (一日許容摂取量) の 80~85% であった。また、硝酸塩の主な摂取源はほうれん草、しゅんぎく、サニーレタス等の葉物野菜類および大根、海苔等であり、硝酸塩の摂取の大半が食品添加物でなく天然に由来することがわかった。また、これらの食品中に含まれる硝酸塩は「茹でる」ことで低減化できることを確認した。

文献

- 1) 岩佐泰恵, 他: 福岡市における食事からの硝酸塩一日摂取量調査, 福岡市保健環境研究所報, 36, 96~98, 2011
- 2) 酒井信夫, 他: 野菜及び野菜加工食品に含まれる硝酸塩について, 日本食品化学学会誌, Vol.15(3), 110~115, 2008
- 3) 寄藤俊明, 他: 市販の国産野菜に含まれている硝酸濃度の実態調査, 日本食品化学工学会誌, Vol.52(12), 605~609, 2005
- 4) 藤沼賢司, 他: 野菜類等の硝酸根, 亜硝酸根含有量調査, 東京都健康安全研究センター研究年報, 第 58 号, 別刷, 2007
- 5) 辻澄子, 他: 生鮮食品及び加工食品中の天然由来の硝酸根および亜硝酸根の含有量, 食品衛生学雑誌, Vol.34(4), 294~302, 1993
- 6) Stephen W.C.Chung, Jeff C.H.Tran, Katherine S.K.Tong, Melva Y.Y.Chen, Ying Xiao, Y.Y.Ho and Constance H.Y.Chan: Nitrate and nitrite levels in commonly consumed vegetables in Hong Kong, Food Additives and Contaminants: Part B Vol.4, No.1, 34~41, March 2011
- 7) 厚生労働省監修: 食品衛生検査指針 (食品添加物編), 149~154, (社) 日本食品衛生検査協会, 2003
- 8) 松田りえ子, 他: トータルダイエット試料の分析による硝酸塩の摂取量推定, 食品衛生学雑誌, Vol.50(1), 29~33, 2009