報 文

一日当たり 350 g 以上の野菜を使った食事の硝酸塩および
亜硝酸塩の含有量調査

(平成 21 年 5 月 22 日受理)

村田美穂子^{1,*} 杉山寿美² 上田愛子² 石永正隆²

Contents of Nitrate and Nitrite in Menus Containing more than 350 g of Vegetables per Day

Mihoko MURATA^{1,*}, Sumi SUGIYAMA², Aiko UEDA² and Masataka ISHINAGA²¹Hiroshima Bunka Gakuen Two-Year College: 3-5-1 Nagatsukanishi, Asaminami-ku,
Hiroshima-shi, Hiroshima 731-0136, Japan;²Prefectural University of Hiroshima: 1-1-71 Ujina-Higashi, Minami-ku,
Hiroshima-shi, Hiroshima 734-8558,
Japan; * Corresponding author

The contents of nitrate and nitrite in menus containing more than 350 g of vegetables per day were investigated. The amounts of vegetables in menu A developed by female students and menu B taken from a recipe book were 350 ± 2 g and 457 ± 77 g, respectively. The average content of the nitrate was 321.0 ± 139.3 mg (104.2–636.9 mg) in menu A, and 245.7 ± 90.7 mg (140.1–507.3 mg) in menu B. Sixteen and thirteen samples exceeded the ADI in menus A and B, respectively. This may be because menu A contained more raw vegetables than menu B (menu A; 120 ± 58 g, menu B; 72 ± 71 g). The contents of nitrite in menu A and B were 1.2 ± 0.3 mg (0.7–1.8 mg) and 2.8 ± 0.9 mg (1.3–4.6 mg), respectively, and 6 samples in menu B exceeded the ADI. Intake of 350 g of vegetables or more in a day may require careful consideration of selection, frequency of use and cooking method, especially for vegetables with high nitrate content. A questionnaire to female students showed that 80% or more of students recognized that vegetables containing high contents of nitrate, such as spinach and komatsuna, should be boiled before eating them.

(Received May 22, 2009)

Key words: 硝酸塩 nitrate; 亜硝酸塩 nitrite; 一日摂取量 daily intake; 野菜 vegetables

緒 言

硝酸塩は、ヒトの体内に野菜類や飲料水などを介して、絶えず摂取されている。硝酸塩は食品添加物として食品の製造および加工に使用されるが、それらによる摂取量はごくわずかであり、大部分は野菜類から摂取されている^{1), 2)}。

ヒトの体内に摂取された硝酸塩の一部は亜硝酸塩に変換され、アミン類と反応し強い発がん原性を有するN-ニトロソ化合物を生成する可能性があることから、食品中の硝酸塩は亜硝酸塩の前駆物質として、食品衛生上の重要な問題点となった^{3)~5)}。

日本人における硝酸塩および亜硝酸塩の摂取量については、「マーケットバスケット方式による日本人の硝酸・亜硝酸の一日摂取量調査研究 (1995~1996 年度)」⁶⁾ や「食品添加物一日摂取量総点検調査報告書」⁷⁾、「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」⁸⁾ が報告されている。いずれにおいても硝酸塩の摂取量は、FAO/WHO 合同食品添加物専門家委員会 (FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives: JECFA) の設定した一日摂取許容量 (acceptable daily intake: ADI) を上回る結果であった。著者らは、陰膳方式により成人男性および学童における硝酸塩および亜硝酸塩の一日摂取量^{9), 10)} を調査し、ADI を超えた人の存在を確認した。また市販飲料における硝酸塩および亜硝酸塩の含有量¹¹⁾ を調査し、野菜ジュース類の中には比較的硝酸塩を多く含むものがあることを明らかにした。

一方、JECFA の硝酸塩の評価報告書 (2007 年)^{*1)} では、「野菜は硝酸塩の主な摂取源となりうるが、野菜が食品として優れていること、野菜中の硝酸塩の体内での吸

* 連絡先

¹ 広島文化学園短期大学: 〒731-0136 広島市安佐南区長東西 3-5-1² 県立広島大学: 〒734-8558 広島市南区宇品東 1-1-71*1 農林水産省「野菜中の硝酸塩に関する情報」http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/risk_analysis/priority/syosanen/

Table 1. List of vegetables in the menu

Flower vegetables (3)	Fruit vegetables (13)	Leaf vegetables (14)	Stem vegetables (17)	Taproot and rhizome vegetables (4)
Cauliflower	Sayaendo	Cabbage	Onion	Japanese radishes
Broccoli	Sayaingen	Red cabbage	Bamboo shoots	Carrot
Chrysanthemum	Green peas	Head lettuce, butter type	Ginger	Edible burdock
	Green sweet pepper	Head lettuce, crisp type	East Indian lotus root	Turnip
	Red sweet pepper	Leaf lettuce	Ha-negi	
	Yellow sweet pepper	Chinese cabbage	Nebuka-negi	
	Tomatoes	Qing gin cai	Parsley	
	Cherry tomatoes	Komatsuna	Asparagus (green)	
	Pumpkin	Watercress	Asparagus (white)	
	Eggplant	Garland chrysanthemum	Chinese chive	
	Cucumber	Spinach	Mitsuba	
	Bitter gourd	Turnip leaf	Garlic	
	Okra	Perilla	Kuki-ninniku	
		Kyona	Soybean sprouts	
			Black gram sprouts	
			Bracken	
			Royal fern	

収・代謝についてはデータがないことなどから、野菜に由来する硝酸塩の摂取量を直接 ADI と比較することなどは適当ではない」としている。

わが国では、健康日本 21^{*2}や食事バランスガイド^{*3}において、毎日の食事をバランスよく摂取することを推奨している。とりわけ、不足しがちな野菜に関しては、国民栄養調査¹²⁾の結果を踏まえて、一日当たりの野菜の摂取目標値を 350 g に設定しており、2010 年には 350 g 以上に摂取を増やすとしている。しかし、実際に推奨値である 350 g 以上の野菜を摂取した場合における硝酸塩の摂取量に関する報告は見当たらない。

そこで、一日当たり 350 g 以上の野菜を使用した食事として、女子大学生の作成した献立と市販料理本を参考に作成した献立に基づいて調理し、硝酸塩および亜硝酸塩の一日摂取量について分析した。また女子大学生を対象に野菜の食べ方に関するアンケート調査を実施したので報告する。

実験方法

1. 食事の硝酸塩および亜硝酸塩の分析

1) 試料

一日の食事は、朝食、昼食、夕食および間食とした。一日当たりのエネルギーは 1,800 kcal を基準とし、栄養士養成課程に在籍する女子大学生 6 名が 2 種類の献立を作成した。1 種類の献立は一日当たり野菜約 350 g がとれ、一般的な調理法で調理できる献立（献立 A とする）とし、もう 1 種類の献立は、一日 350 g 以上の野菜がとれるという市販の料理本¹³⁾から料理を組み合わせ、料理本のとお

りに調理したもの（献立 B とする）とした。各献立は 20 日分作成し、実際に献立に従って調理した後、一日ごとに食事分析用試料として用いた。使用した材料は広島市内のスーパーマーケットで購入した。特に野菜類は購入後 2 日以内に使用した。

使用した野菜類を日本食品大事典¹⁴⁾に従って可食部位ごとに分類したものを Table 1 に示した。花菜類：3 種、果菜類：13 種、葉菜類：14 種、茎菜類（鱗茎を含む）：17 種、根菜類：4 種の計 51 種類を使用した。

2) 試験溶液の調製

試料の硝酸塩および亜硝酸塩の分析は、食品添加物分析法¹⁵⁾に準じて、すでに述べた方法^{9), 10)}で試験溶液を調製した。野菜試料は、可食部を生の状態で行い、献立 A および B は、調理した食事を一日ごとにまとめて食事分析用試料とした。各試料を超高速ホモゲナイザーで粉碎後、10 g を正確に量り取り、飽和ホウ酸ナトリウム溶液 25 mL を加え、時々かくはんしながら 80℃ の湯浴上で 15 分間加熱した。室温まで冷却後、硫酸亜鉛 (120 g/L) 溶液 10 mL を加え、30 分以上室温で放置後、ろ過して 100 mL に定容した。これを試験溶液とし、適宜希釈して分析に供した。

3) 硝酸塩および亜硝酸塩の分析

硝酸塩および亜硝酸塩の分析は、それぞれ硝酸根 (NO₃⁻)、亜硝酸根 (NO₂⁻) として、フローインジェクション法 (flow injection analysis: FIA) により分析した^{16), 17)}。FIA システムは東京化成工業(株)製硝酸イオン・亜硝酸イオン分析装置 TCI-NOX1000、東ソー(株)製紫外可視検出器 UV-8020 および(株)島津製作所製クロマトパック C-R6A で構成したものをを用い、波長 540 nm、流量 1.5 mL/min で測定した。発色試薬 NO キャリヤー溶液 I および NO 試薬溶液 A 液と B 液は東京化成工業(株)の調製方法に従って調製後使用した。

*2 厚生省発健医第 612 号平成 12 年 3 月 31 日通知

*3 平成 17 年厚生労働省農林水産省策定 <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyuu-syokuji.html>

Table 2. Contents of nitrate in vegetables

Vegetables*	No. of samples**	NO ₃ ⁻ (mg/100 g)	
		Mean±SD	Range
Komatsuna	6	494.9±42.1	415.9~530.6
Garland chrysanthemum	6	453.9±55.9	398.2~519.8
Qing gin cai	6	446.7±57.2	368.2~520.0
Spinach	6	354.6±164.4	170.1~631.5
Eddible burdock	6	245.5±102.3	135.1~350.6
Head lettuce, butter type	6	223.1±88.4	137.1~376.7
Celery	4	196.4±56.0	122.4~236.6
Chinese cabbage	6	147.9±45.6	108.6~148.1
Japanese radishes	7	137.1±114.0	42.5~347.7

* These vegetables were purchased from several supermarkets in Hiroshima city.

** Vegetables with different varieties, production area, cultivation method and purchase date were used.

なお、野菜試料および各食事分析用試料は1試料を3回繰り返して分析を行い、平均値を求めた。得られた含有量およびADIの数値は硝酸根(NO₃⁻)および亜硝酸根(NO₂⁻)として示した。

2. 野菜の食べ方に関するアンケート調査

女子大学生（栄養士養成課程学生を除く）241名を対象に、2005年から2006年に日常生活における野菜の食べ方に関するアンケート調査を実施した。アンケートで扱った野菜は、社団法人全国野菜需給調整機構による「母と子の野菜消費動向調査」（平成12年3月）で「朝食3日計で登場した野菜」、「昼食3日計で登場した野菜」、「夕食3日計で登場した野菜」の使用頻度の高いもの45種から上位35種を選んだ。これらは、総務省統計局による「家計動向調査」（平成15年）で「家庭でよく使う野菜」の上位10種を含んでいたが、さらに硝酸含量の多いモロヘイヤ（142.1~1,026.8 mg/100 g）¹⁷⁾、話題性のあるゴーヤを加えて、計37種類とした。

調査内容は、これらの野菜の食べ方について、「生で食べられると思う野菜」、「生で食べられる野菜」、「ゆでたり煮たりして食べる野菜」、「焼いたり炒めたりして食べる野菜」、「知っているが食べ方が分からない野菜」、「知らない野菜」の6項目について、「そうだと思う」ものを複数回答で選択してもらった。さらに、その使用頻度について、「よく料理で使う野菜（3日に1回以上）」、「たまに料理で使う野菜（1週間に1回くらい）」、「あまり料理で使わない野菜（1か月に1回くらい）」、「ほとんど使わない野菜」の4項目から1つを選択してもらった。

結果および考察

1. 野菜中の硝酸塩含有量

今回の献立で使用した野菜について、硝酸塩含有量を分析した結果をTable 2に示した。100 g当たりの硝酸塩含有量は、小松菜 494.9 mg、春菊 453.9 mg、青梗菜 446.7 mg、ほうれん草 354.6 mgで、いずれも葉菜類が高値であった。

一般的に、野菜の硝酸塩含有量は葉菜類で比較的高く、

茎菜類、果菜類、花菜類、根菜類は低い^{18), 19)}。また、国内産の野菜については、硝酸塩を肥料に使用する影響により硝酸塩含有量が高い野菜が多い傾向が見られる²⁰⁾。野菜の硝酸塩含有量は、種類や品種で大きく異なるが、今回使用した野菜中の硝酸含量においてもかなりの幅が見られた。

2. 食事中的硝酸塩含有量

献立AおよびBについて硝酸根の分析を行った。なお、硝酸塩は、野菜類以外の食材に由来するものも含まれており、無視はできないが、本調査では、ヒトの体内に摂取される硝酸塩の約80%が野菜由来である^{6)~8)}ことを踏まえて、野菜類の種類別使用量および野菜の調理法と食事中的硝酸塩量との関連について検討した。

1) 野菜の可食部位による分類と硝酸塩含有量

野菜の可食部位による分類と硝酸塩含有量との関連について、硝酸塩含有量の順に並べ替えたものをFig. 1に示した。献立Aの硝酸塩含有量は321.0±139.3 mg（平均値±標準偏差、以下同様）（範囲104.2~636.9 mg）、献立Bは245.7±90.7 mg（範囲140.1~507.3 mg）であった。

野菜使用量は、献立Aで350±2 g（範囲347~358 g）、献立Bは457±77 g（範囲364~636 g）であり、献立Bが約100 g多かった。

可食部位により野菜を分類し、それぞれの献立における使用割合を重量比で示すと、献立Aは花菜類1.9%、果菜類31.6%、葉菜類29.1%、茎菜類19.4%および根菜類18.0%であるのに対し、献立Bは花菜類3.7%、果菜類21.5%、葉菜類28.5%、茎菜類24.5%および根菜類21.8%であった。これは、献立Aは女子大学生が考えたものであり、比較的簡単に作ることができる野菜サラダや青菜のお浸しなどの料理に果菜類や葉菜類の野菜が多く使用されていたことによる。一方、献立Bは、献立Aより一日当たりの野菜使用量が多く、花菜類、茎菜類および根菜類の使用量も増加し、分類ごとの割合の差が小さくなっている。これは、料理本に基づいてさまざまな野菜を使用していたことによると考える。

Fig. 1. Amounts of various vegetables and nitrate in diets

2) 野菜の調理法と硝酸塩含有量

野菜の調理法と硝酸塩含有量との関連について、硝酸塩含有量の順に並べたものを Fig. 2 に示した。

各献立で使用した野菜を調理法別重量比で示すと、献立 A は生野菜（生で食す）34.2%，温野菜（ゆでる，蒸す）13.8%，煮野菜（煮る）28.5%，焼野菜（焼く，炒める）23.5%であるのに対して，献立 B は生野菜 15.9%，温野菜 28.0%，煮野菜 36.5%，焼野菜 19.6%であった。

献立 A が献立 B よりも硝酸塩含有量が高かった要因の一つに，野菜を生で食べる料理を多く用いていたことが挙げられる（献立 A: 120 ± 58 g, 献立 B: 72 ± 71 g）。一方，献立 B では野菜を「ゆでる，蒸す」「煮る」「焼く，炒める」といった加熱調理する料理が多く用いられ，野菜のかさを減らして積極的に摂取することを可能とする献立が多かった。

3) ADI と硝酸塩含有量

JECFA の設定した硝酸塩の ADI は 3.7 mg/kg 体重/日であり，成人当たり（日本人では体重 50 kg 当たりとする）に換算すると硝酸塩の許容量は 185 mg である。献立 A で ADI の 174%，献立 B では 133%に相当し，いずれも ADI を上回った。ADI を超えた試料は，献立 A では 16 試料，献立 B では 13 試料であった。

4) 献立 A について

献立 A において ADI を大きく超えた試料番号 3 の一日献立を Table 3 に示した。一日当たりの野菜使用量は 350 g である。生野菜は，スクランブルエッグの付け合せに使用したレタス，トマト，きゅうり，パセリと，そうめんのきゅうりと葉ねぎ，しその葉で合わせて 125 g (36%) であった。煮野菜は，味噌汁のなすと葉ねぎ，すまし汁の三つ葉，肉じゃがに使用した玉ねぎ，にんじん，さやえん

Fig. 2. Amounts of vegetables used in various cooking methods and nitrate in the diets

どう、合わせて 95 g (27%) であった。焼野菜は、グリーンアスパラガスと玉ねぎのソテーと青梗菜のソテーで合わせて 130 g (37%) で、温野菜はこの日の献立には含まれていなかった。また、その他の食事試料（硝酸塩量が高い順：試料番号 2, 4, 16, 19, 14, 8, 7, 17, 20）のように、ほうれん草、小松菜、青梗菜などの硝酸塩含有量が比較的多いと考えられる葉菜類を 60 g から 80 g 程度使用していた場合にも、硝酸塩含有量が多くなる傾向が見られた。野菜類を調理する際には、「ゆでこぼし」（ゆでた後にゆで汁を捨てること）操作により硝酸塩が損失する^{21), 22)}ことが知られているが、その操作を行っていても多かった。

5) 献立 B について

献立 B では、野菜使用量が献立 A より多いにもかかわらず ADI を下回った 7 試料については、葉菜類の使用量が少なく、生で食べる野菜が少ない傾向が見られた。

硝酸塩量が最も高かった試料番号 16 の一日献立を Table 4 に示した。一日当たりの野菜使用量は 439.3 g である。そのうち、煮野菜に 319 g (73%) を使用していた。

内訳は、生揚げのはさみ煮のたまねぎ 20 g と生姜 2 g、白菜のクリーム煮の白菜 125 g としょうが 2 g、のっぺい汁の具としてかぶ 30 g、にんじん 15 g、チリコンカンのたまねぎ 50 g、にんじん 25 g、トマト 50 g であった。温野菜は、汁に使用した三つ葉やクリーム煮のさやえんどう、三色ピーマンの粒マスタード和えなどで合わせて 100 g (23%)、焼野菜にパセリライスのたまねぎ 20 g、生野菜では、パセリライス用のパセリ 0.3 g を使用していた。この日の献立は、野菜使用量が多いことに加えて、煮野菜が多く、煮汁中に硝酸塩が含まれており、その結果、硝酸塩含有量が高くなったと考えられる。また、料理本のレシピどおりにほうれん草、小松菜、青梗菜などを使用する際に「ゆでこぼし」を行った料理を含む食事試料（硝酸塩量が高い順：試料番号 4, 12, 9, 7）でも、献立 A と同様、硝酸塩量が高値を示すものがあったため、野菜摂取量が 350 g 以上である場合、硝酸塩の過剰摂取となる可能性が高いことが認められた。

Table 3. Ingredient list of sample number 3 of menu A

Menu	Food	Weight (g)	Menu	Food	Weight (g)
【Breakfast】			Yogurt	Yogurt	120
Boiled rice	Rice	70		Apple	50
Miso soup	Eggplant	30	【Supper】		
	Abura-age	3	Boiled rice	Rice	70
	Ha-negi	2	Clear soup	Shrimp	20
	Miso	12		Potato starch	1
	Niboshi extract	120		Mitsuba	5
Scrambled eggs	Egg	50		Soy sauce	*
	Milk	10		Salt	*
	Butter	3		Katsuo-bushi and kombu extract	150
	Salt	*	Potatoes boiled with meat	Beef	40
	Parsley	1		Potato	80
	Head lettuce, crisp type	30		Onion	30
	Tomato	30		Carrot	20
	Cucumber	30		Sayaendo	8
	Mayonnaise	8		Oil	4
Orange jelly	Orange jelly	80		Soy sauce	8
【Lunch】				Sugars, white	2
Somen	Somen	75		Mirin	3
	Egg	30		Katsuo-bushi and kombu extract	30
	Oil	2	Sauteed qin gin cai	Qing gin cai	80
	Cucumber	30		Shiitake	10
	Ham, loin	20		Oil	2
	Ha-negi	3		Salt, pepper	*
	beefsteak plant	1	【Snack】		
	Purple laver, toasted	1	Milk	Milk	120
Sauteed asparagus	Asparagus	20	Cookie	Cookie	20
	Shiitake	10			
	Onion	30			
	Bacon	7			
	Oil	2			
	Salt, pepper	*			

* Suitable quantity

2. 食事の亜硝酸塩含有量

一日当たり 350 g 以上の野菜を使った食事の亜硝酸塩の含有量の分析結果を Fig. 3 に示した。亜硝酸塩含有量は、献立 A で 1.2 ± 0.3 mg (範囲 0.7~1.8 mg)、献立 B は 2.8 ± 0.9 mg (範囲 1.3~4.6 mg) であった。

JECFA の設定した成人当たりの亜硝酸塩の ADI は 0.06 mg/kg 体重/日であり、成人当たりの亜硝酸塩の許容量は 3 mg といわれている。亜硝酸塩の含有量は、献立 A で ADI の 40%、献立 B では 93% に相当し、いずれも ADI 未満であった。しかし、献立 B では、ADI を超えていたものが 6 試料あった。これらの献立には、加工食品は多く使用されていなかったため、この原因については今後さらなる検討が必要であると思われる。

3. 野菜の食べ方に関するアンケート調査

日常の食生活において、野菜を食事献立に取り入れる際に重要となる野菜の調理法についての認識およびその使用頻度について、実態を把握するため、女子大学生を対象に

野菜の食べ方に関するアンケート調査を実施し、本研究の一助とした。

1) 野菜の調理法についての認識

「生で食べられる野菜」と回答があった野菜は、レタス、きゅうり、トマト、ミニトマト、キャベツで、90% 以上であった。また、大根、サラダ菜で 75% 以上が「生で食べられる野菜」と回答しており、大根はツマあるいはすり下ろし大根をイメージしていると思われた。ほうれん草も 28% であり、近年生食用ほうれん草が販売されているので、そのような結果が得られたものと考えられる。

「ゆでたり煮たりして食べる野菜」と回答されたのは、ほうれん草、小松菜、春菊、青梗菜、大根が 80% 以上であり、これらは硝酸塩含量が多い野菜^{1), 23)}である。特に、ほうれん草は 98% が回答しており、大根では、「生で食べられる野菜」でも「ゆでたり煮たりして食べる野菜」でも回答があった。春菊は 88% が「ゆでたり煮たりして食べる野菜」と回答していた。青梗菜は「ゆでたり煮たりして

Table 4. Ingredient list of sample number 16 of menu B

Menu	Food	Weight (g)	Menu	Food	Weight (g)
【Breakfast】					
Boiled rice	Rice	80	Three-color sweet pepper fry-up	Green sweet pepper	25
				Red sweet pepper	25
				Yellow sweet pepper	25
The food boiled and seasoned with fried bean curd	Nama-age	60		Grain mustard	3
	Ground meat	30		Yogurt	16
	Onion	20		Olive oil	4
	Sugars, white	2		Salt	*
	Soy sauce	5		Pepper	*
	Ginger	3	【Supper】		
	Katsuo-bushi and kombu extract	40	Parsley rice	Rice	80
				Butter	6
Noppei-stew	Turnip	30		Onion	20
	Carrot	15		Soup stock	120
	Bunashimeji	10		Parsley	0.3
	Whiter mushrooms	10			
	Konjac, block	20	Tiri-kon-kan	Beef	50
	Abura-age	5		Bacon	5
	Mitsuba	15		Onion	50
	Katsuo-bushi and kombu extract	100		Carrot	25
	Salt	*		Tomato	50
	Soy sauces	*		Garlic	3
	Potato starch	*		Broth	75
【Lunch】				Sayaingen	75
French bread	French bread	60		Tomato puree	30
	Butter	10		Salt	*
				Pepper	*
Chinese cabbage simmered in cream	Chinese cabbage	125		Chili powder	*
	Sayaendo	10		Oil	*
	Shrimp	13	Fruit	Apple	50
	Ginger	1	【Snack】		
	Broth	60	Milk	Milk	200
	Sake	5			
	Milk	50			
	Potato starch	*			
	Oil	*			
	Salt	*			

* Suitable quantity

食べる野菜」に加えて「焼いたり炒めたりして食べる野菜」として71%が回答していた。ほうれん草、小松菜も「焼いたり炒めたりして食べる野菜」と回答した学生は50～70%いた。

以上のように、硝酸塩量の多い野菜については、「生で食べられる野菜」ではなく、むしろ「ゆでたり煮たりして食べる野菜」あるいは「焼いたり炒めたりして食べる野菜」として認識されていることがわかった。ただ、本研究の食事献立のように野菜をより多く摂取したい場合、女子大学生においては、献立 A (Fig. 2) のように「生で食べられる野菜」として野菜サラダなどが多く見られた。これは、短時間で簡単に作れる料理であるからかもしれない。

2) 野菜の使用頻度

女子大学生が料理で「よく料理で使う野菜（3日に1回以上）」と回答したのは、たまねぎ 78%、にんじん 67%、

キャベツ 63%、レタス 50%であった。硝酸塩が比較的多いほうれん草の回答は18%にすぎなかった。同じく硝酸塩含量の多い野菜であるサラダ菜は6%、小松菜 5%、春菊 3%であり、青梗菜は1%程度であった。

4. 一日当たり野菜 350 g 以上を使用する食事での硝酸塩の低減化

本研究では、健康日本 21 で推奨する一日当たり 350 g 以上の野菜を使用した 2 種類の献立各 20 日分を作成し、食事での硝酸塩および亜硝酸塩の含有量を調査した。さらに、女子大学生対象に日常の野菜の食べ方に関する調査を行い、食生活における野菜の利用の傾向を明らかにした。

食事の献立 A および B の結果より、一日当たり野菜 350 g 以上を使用する食事では、硝酸塩含有量が多い傾向が見られ、ADI を大幅に超える可能性があることが示唆された。これまでの報告^{6)~8)}のように、野菜類以外の食品

Fig. 3. Amounts of vegetables served per day and nitrite in the diets

■ Amounts of served vegetables
○ Nitrite

由来の硝酸塩量も無視はできないが、摂取量の約 80% が野菜類由来であったことから、野菜類の使用量は食事中硝酸塩量に大きく関与している。

JECFA も示しているように、硝酸塩の摂取量は主に野菜類であるが、野菜類に含まれる特有のビタミンや無機質、その他の化学物質には健康に対する有用性があり²⁴⁾、野菜を摂取することの利点はよく知られている。一方、硝酸がマウスの心臓発作または心筋梗塞後の生存率を高めるという報告²⁵⁾もあるが、硝酸塩のヒトにおける生物学的利用能においては、野菜類がどのような作用を持っているかは明らかではない。

したがって、現時点では ADI 値を超える硝酸塩量を示したとしても直ちに問題があるとは言い切れない。健康日本 21 が推奨するだけの野菜摂取量を求めるには、ADI に固執しすぎないことも必要であろう。もし、硝酸塩の摂取量が ADI を超えないような食事献立を求めるならば、野菜類を中心とした硝酸塩を多く含む食材では、含まれる硝酸イオン量²³⁾を参考にするとともに、その選択や使用量、使用頻度、さらに調理方法などにより硝酸塩を減らす工夫をすることも必要と考える。

ま と め

一日当たり 350 g 以上の野菜を使った食事の硝酸塩および亜硝酸塩の含有量について調査した。

野菜の使用量は、女子大学生の作成した献立 A で 350 ± 2 g、市販料理本に基づいた献立 B は 457 ± 77 g であった。硝酸塩含有量は、献立 A は 321.0 ± 139.3 mg (範囲 104.2~636.9 mg)、献立 B は 245.7 ± 90.7 mg (範囲 140.1~507.3 mg) で、ADI を超えたものは、献立 A は 16 試料、献立 B で 13 試料であった。

亜硝酸塩含有量は、献立 A で 1.2 ± 0.3 mg (範囲 0.7~1.8 mg)、献立 B では 2.8 ± 0.9 mg (範囲 1.3~4.6 mg) であった。献立 A はいずれも ADI 以下であったが、献立 B では、ADI を超えた試料は 6 試料あった。

食事の硝酸塩量は、献立 A で ADI の 174%、献立 B では 133% に相当しており、いずれも ADI を上回った。また、亜硝酸塩量は、献立 A で 40%、献立 B で 93% に相当しており、いずれも ADI 未満であった。

女子大学生における野菜の食べ方についてのアンケート調査では、硝酸塩の多いほうれん草や小松菜は、「ゆでたり煮たりして食べる野菜」として 80% 以上が回答しており、50~70% が「焼いたり炒めたりして食べる野菜」と

回答していた。

野菜の摂取量が増えると硝酸塩量が ADI を超える可能性もあることから、野菜類を中心とした硝酸塩を多く含む食材では、その選択や使用量、使用頻度、さらに調理方法などにより硝酸塩を減らす工夫をすることも必要と考える。

謝 辞

本研究の一部は、平成 19 年度旗影会による研究費により実施した。また、ご協力いただいた研究室の学生諸氏ならびにアンケートにご協力してくださった方々に深く感謝いたします。

文 献

- 1) Tsuji, S., Kohsaka, M., Morita, Y., Shibata, T., Kaneta, N., Wakabayashi, K., Uchibori (Hase), S., Ide, S., Fujiwara, K., Suzuki, H., Ito, Y. Naturally occurring of nitrite and nitrate existing in various raw and processed foods. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (J. Food Hyg. Soc. Japan)*, **34**, 294-302 (1993).
- 2) Okabe, S. Yasai Oyobi Shokuhinchu No Shousanen Wo Megutte. *Kagaku (Chemistry) To Seibutsu*, **15**, 352-359 (1997).
- 3) Tannenbaum, S. R., Young, V. R., Land, P. D., Bruce, W. R. Nitrite and nitrate are formed by endogenous synthesis in the human intestine. *Sience*, **200**, 1487-1489 (1978).
- 4) Ishiwata, H., Tanimura, A. Metabolic fate of nitrate and nitrite. *Eisei Kagaku*, **28**, 171-183 (1982).
- 5) Eichholzer, M., Gutzwiller, F. Dietary nitrates, nitrites, and *N*-nitroso compounds and cancer risk: A review of the epidemiologic evidence. *Nutr. Rev.*, **56**, 95-105 (1998).
- 6) Yada, T., Fujii, M., Tabuchi, Y., Hirasawa, Y., Hirono, R., Fukui, H., Toyota, Y., Koh, T., Hayashi, S., Semma, M., Ito, Y. A study on daily intake of nitrate and nitrite in Japan in fiscal year 1995-1996. *Nippon Shokuhin Kagaku Gakkaishi (Jpn. J. Food Chem.)*, **5**(1), 69-73 (1998).
- 7) 厚生省 “食品添加物一日摂取量総点検調査報告書” (2000).
- 8) Matsuda, R., Watanabe, T., Ikarashe, A., Shiramasa, Y., Maitani, T. Estimation of the daily intake of nitrate based on analysis of total diet samples. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (J. Food Hyg. Soc. Japan)*, **50**, 29-33 (2009).
- 9) Murata, M., Ishinaga, M. Daily intakes of nitrate and nitrite in middle-aged men by the duplicate portion method. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (J. Food Hyg. Soc. Japan)*, **42**, 215-219 (2001).
- 10) Murata, M., Kishida, N., Ishinaga, M. Survey of the daily intake of nitrate and nitrite in school children by the duplicate portion method. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (J. Food Hyg. Soc. Japan)*, **43**, 57-61 (2002).
- 11) Murata, M., Ishinaga, M. Contents of nitrate and nitrite in vegetable juice, tea beverage and mineral water on the market. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (J. Food Hyg. Soc. Japan)*, **46**, 165-168 (2005).
- 12) 厚生労働省健康局総務課生活習慣病対策室栄養調査係 “平成 14 年国民栄養調査結果の概要” 平成 15 年 12 月 24 日 (2003).
- 13) 宗像伸子. 一日に野菜 350 g! からだ快適, 野菜おかず. 東京, 日本放送出版協会, 2002, 103 p. (ISBN 4-14-187877-4)
- 14) 杉田浩一, 田島 眞, 平 宏和, 安井明美編 “日本食品大事典”, 東京, 医歯薬出版, 2003, p. 104.
- 15) 厚生省環境衛生局食品化学課編 “食品中の食品添加物分析法”, 東京, 講談社, 1982, p. 14.
- 16) Higuchi, K., Motomizu, S. Flow-injection spectrophotometric determination of nitrite and nitrate in biological samples. *Analytical Science*, **15**, 129-134 (1999).
- 17) Murata, M. Determination of nitrate and nitrite contents of various vegetables by flow injection analysis method. *Nippon Chouri Kagakukaishi (Journal of Cookery Science of Japan)*, **33**, 244-247 (2000).
- 18) Yamashita, I. Nitrate in vegetable. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (J. Food Hyg. Soc. Japan)*, **43**, J12-J15 (2002).
- 19) Fjinuma, K., Ibe, A., Tabata, S., Hashimoto, H., Saito, K., Nakazato, M., Ishikawa, F., Moriyasu, T., Shimamura, Y., Kikuchi, Y., Ogawa, H., Ushiyama, H., Yokoyama, K., Yasuda, K. Contents of nitrate and nitrite in vegetables and fruits. *Tokyo Kenko Anzen Kenkyu Senta Kenkyu Nenpo (Annual Report of Tokyo Metropolitan Institute of Public Health)*, **58**, 195-203 (2007).
- 20) Ohtuki, R., Kikugawa, K. Nitrosamine formation from vegetables produced in Japan. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (J. Food Hyg. Soc. Japan)*, **46**, 58-61 (2005).
- 21) Hata, A. Studies on nitrate and nitrite in horticultural products. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **26**, 403-415 (1979).
- 22) Sako, F., Mori, E., Watabe, H. Changes of nitrate and nitrite contents in Chinese vegetables by storage and various cooking. *Nippon Chouri Kagakukaishi (Journal of Cookery Science of Japan)*, **31**, 46-50 (2000).
- 23) 科学技術庁資源調査会編 “五訂日本標準食品成分表” (2001).
- 24) 木苗直秀. “第 7 章 食品に存在する変異原・発がん物質と抗変異原・抗発がん物質”. 食品衛生学—「食の安全」の科学—. 菊川清見, 那須正夫編. 東京, 南江堂, 2004, p. 153-181. (ISBN 4-524-40197-0)
- 25) Bryan, N. S., Calvert, J. W., Elrod J. W., Gundewar, Ji, S. Y., Lefer, D. J. Dietary nitrite supplementation protects against myocardial ischemia-reperfusion injury. *PNAS*, **104**, 19144-19149 (2007).