
研究報文

健康食品中の硝酸塩の含有量調査

川添 禎浩^{1,2}, 門前 なつ希², 高橋 美佳¹,
松井 元子², 大谷 貴美子², 有蘭 幸司³

Nitrate Levels in Health Foods

Sadahiro Kawazoe, Natsuki Monzen, Mika Takahashi,
Motoko Matsui, Kimiko Otani and Koji Arizono

Summary

We investigated the contents of nitrate in health foods, vegetables, baby foods and crude drugs by HPLC. Nitrate was detected from all the products. The nitrate contents of products was as follow: supplements containing vegetables or herbs (n=14), 292~5,151 $\mu\text{g/g}$; powdered vegetable juice (n=14), 404~11,860 $\mu\text{g/g}$; health foods containing ginseng (n=10), 56~1,253 $\mu\text{g/g}$; vegetables (n=8), 604~6,238 $\mu\text{g/g}$; vegetable baby foods (n=6), 118~1,421 $\mu\text{g/g}$; ginseng crude drugs (n=3), 372~2,142 $\mu\text{g/g}$. The nitrate level is high in some powdered vegetable juices.

(Received October 14, 2014)

I. 緒 言

現在、我が国では健康志向の高まりとともに、健康を補う方法の一つとして健康食品（錠剤、カプセルなどのサプリメント、粉末ジュースなど）の需要が高まっている。健康食品は、ドラッグストアやネット販売を通じて容易に購入することができ、野菜のビタミンやミネラル類の補給を目的とした製品、ハーブを使用した製品、生薬を使用した製品などさまざまなものが出回っている。健康食品は、その有用性の情報をインターネット、テレビや雑誌の広告などを通して知ることができる。しかし、安全性に関する情報はあまり知られておらず報告も少ない。特定の成分を抽出し濃縮しているカプセルや錠剤、粉末などの健康食品は容易に摂取することができるが、過剰摂取の知見は少なく、特に多用した場合の安全性についてはほとんど知られていない。

ところで、硝酸塩は植物に含まれ、特にレタスやホウレンソウなどの葉物野菜に多く含まれている。また硝酸塩は、食品添加物としてハムの発色剤としても使用されている。硝酸塩は、体内に摂取されると、代謝され亜硝酸塩となり、二級アミンと反応し、ニトロソアミンと呼ばれる強力な発がん物質を生成する可能性がある¹⁻³。WHOの国際がん研究機関 (International Agency for Research on Cancer: IARC) は、生体内でニトロソ化が起こる条件下では、硝酸塩や亜硝酸塩を Group 2A 「ヒトに対しておそらく発がん性のある」物質に分類している^{3,4}。また、亜硝酸塩はメトヘモグロビン血症を引き起こす可能性があり、特に乳児が影響を受けやすいと報告されている³⁻⁵。さらに、硝酸塩は生体内でステロイド産生を抑制することから内分泌攪乱化学物質の可能性も指摘されている^{6,7}。硝酸塩はこのように有害作用を指摘されているが、食事性の硝酸塩はヒトにおいて発がん性をもたず、野菜は心血管系疾患のリスクを低下させる有益な作用をもち、それは硝酸塩が一酸化窒素へ還元されるためであるとの報告もある⁸。

¹ 京都女子大学家政学部食物栄養学科

² 京都府立大学大学院生命環境科学研究科

³ 熊本県立大学環境共生学部

FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議 (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: JECFA) は、硝酸塩の1日許容摂取量 (Acceptable Daily Intake: ADI) を0~5.0 mg/kg 体重/日、硝酸イオンとしては0~3.7 mg/kg 体重/日と定めている(3ヶ月未満の乳児には適用しない)^{3,5,9)}。加えて、野菜は硝酸塩の主な摂取源となるが、野菜の有用性の知見および野菜中の硝酸塩の吸収に関するデータがないことから、野菜から摂取する硝酸塩量を直接 ADI と比較することや野菜中の硝酸塩の基準値を設定することは適当ではないとしている。また、EU では、レタスとホウレンソウなどの硝酸塩の基準値 (硝酸イオン) を以下のように定めている^{3,10)}。生鮮ホウレンソウ 3,500 mg/kg、保存加工、急速冷凍または冷凍ホウレンソウ 2,000 mg/kg、アイスバーグ (結球) レタスを除く生鮮レタスで10~3月に収穫されるもの: 施設栽培 5,000 mg/kg; 露地栽培 4,000 mg/kg、4~9月に収穫されるもの: 施設栽培 4,000 mg/kg; 露地栽培 3,000 mg/kg、アイスバーグ (結球) レタス: 施設栽培 2,500 mg/kg; 露地栽培 2,000 mg/kg、ルッコラで10~3月に収穫されるもの 7,000 mg/kg、4~9月に収穫されるもの 6,000 mg/kg、乳幼児用の穀類主体の加工食品およびベビーフード 200 mg/kg。なお、日本においては、チーズ、清酒、食肉製品、鯨肉ベーコンに対する食品添加物としての硝酸塩の使用基準があるが、野菜など天然由来の食品に含まれる硝酸塩の基準値は定められていない³⁾。

一方、健康食品の多くは植物を原料とし、加工し、錠剤や粉末状にしており、硝酸塩を含んでいる可能性がある。硝酸塩を含んでいる可能性がある健康食品として、野菜を使用した健康食品、ハーブを使用した健康食品、生薬を使用した健康食品などがある。すなわちそれらを摂取した場合、製品に含まれる硝酸塩を摂取することになる。しかし、健康食品は硝酸塩の基準値が定められておらず、どの程度の硝酸塩を摂取する可能性があるのか不明である。そこで本研究では、野菜やハーブ等を使用したサプリメント、野菜等を使用した健康食品の粉末ジュース、生薬の人参を使用した健康食品中の硝酸塩含有量の調査を行った。

II. 方 法

1. 試 料

野菜やハーブ等を使用したサプリメント14製品、野菜等を使用した健康食品の粉末ジュース14製品

を、京都市内のドラッグストアまたはネット販売で購入した。また、生薬を使用した健康食品として代表的な生薬の人参が含まれる健康食品を10製品選んだ。1製品は京都市内のドラッグストアで購入し、9製品は韓国や米国のドラッグストアで購入したものを(株)演算工房の日下部謙一氏より譲与を受けた。これらの試料と比較するために、硝酸塩を含有する野菜8品種 (ホウレンソウ、レタス夏・冬、サニーレタス、白菜、ニンジン、大根および大根の葉、きゅうり、水菜) を京都市内のスーパーマーケットで購入し、野菜ベビーフード6製品を京都市内のドラッグストアまたはネット販売で購入した。また、日本薬局方の人参は京都市内の漢方薬局で購入し、田七人参と高麗人参は(株)演算工房の日下部謙一氏より譲与を受けた。

2. 試 薬

硝酸カリウム、りん酸二水素カリウム、りん酸は、特級試薬を和光純薬工業(株)より購入した。その他の試薬は特級試薬を和光純薬工業(株)およびナカライテスク(株)より購入した。

3. HPLC の試験溶液の調製

野菜やハーブ等を使用したサプリメント、野菜等を使用した健康食品の粉末ジュース、生薬の人参を使用した健康食品、野菜、野菜ベビーフード、生薬の人参試料からの HPLC 試験溶液の調製は酒井らの方法¹¹⁾に従った。

4. HPLC 測定条件

HPLC の装置は、(株)島津製作所製の送液ポンプ LC-9A、検出器 SPD-6AV、データ処理装置クロマトパック C-R6A を用いた。HPLC 測定条件は、衛生試験法・注解 2010¹²⁾ を参考に、以下のように設定した。カラム: SHIMAZU Shim-pack WAX-1 (4.0 mm i.d. × 50 mm, 3 μm)、移動相: 0.05 mol/L りん酸二水素カリウム溶液に 0.05 mol/L りん酸溶液を加えて pH 3.0 に調整、流速: 1.0 mL/min、試料注入量: 10 μL、カラム温度: 室温、検出波長: 210 nm。

5. HPLC による硝酸イオンの定量

酒井らの方法¹¹⁾に従い、硝酸カリウムを用い硝酸塩原液 (硝酸イオン NO₃⁻ として 1 mg/mL) を作製した。それを希釈して硝酸イオン標準溶液を調製した。上記の HPLC 測定条件で、硝酸イオン標準溶液 10 μL を注入し、ピーク面積を測定した。硝酸イ

オン標準溶液の濃度とピーク面積から検量線 ($Y = 56846.578X$, $r = 1.000$) を作成した。試料の硝酸塩濃度は、試料注入によって得られたピーク面積を検量線へ適用し、さらに希釈濃度を考慮し算出した。

Ⅲ. 結 果

1. 試料の成分・原材料名, 形状, 包装に表示された一日摂取目安量

野菜やハーブ等を使用したサプリメント, 野菜等を使用した健康食品の粉末ジュース, 生薬の人参を使用した健康食品の成分・原材料名, 形状, 包装に表示された一日摂取目安量を表 1 に示した。

野菜やハーブ等を使用したサプリメントにおいて, 7 製品に大麦若葉やケールが原材料として含まれていた。14 製品中 13 製品が錠剤であり, 1 製品がカプセルであった。一日摂取目安量は, アルファルファパウダーを含むサプリメント (S-09) が 4,320 mg (24 粒) と最も多く, それに対して最も少ないのはイチヨウ葉エキスを含むサプリメント (S-08) の 520 mg (2 粒) であった。

野菜等を使用した健康食品の粉末ジュースにおいて, 11 製品に大麦若葉やケールが原材料として含まれていた。一日摂取目安量は, 大豆レシチン, スピルリナなどを含む粉末ジュース (J-06) が 8.8~17.6 g (スプーン 1~2 杯) と最も多かった。

生薬の人参を使用した健康食品において, 紅参エキス, 高麗ニンジンエキス抽出物, 田七人参末, アメリカ人参抽出物などが原材料として含まれていた。形状は, 10 製品中 3 製品が顆粒, 3 製品がカプセル, 2 製品が乾物, 1 製品が錠剤および液体であった。一日摂取目安量は, 紅参抽出液を含む健康食品 (P-05) が 50 mL (1 袋) と最も多かった。なお, 原産国について, 9 製品が米国製 (P-02, P-06, P-07, P-08, P-09, P-10) や韓国製 (P-01, P-04, P-05) であり, 1 製品が日本製 (P-03) であった。

野菜ベビーフードの成分・原材料名, 形状, 包装に表示された使用時期を表 2 に示した。野菜ベビーフードでは, 6 製品中 4 製品がフレックであり, 2 製品は粉末であった。4 製品にホウレンソウが使用

表 1 野菜やハーブ等を使用したサプリメント, 野菜等を使用した健康食品の粉末ジュース, 生薬の人参を使用した健康食品の成分・原材料名, 形状, 包装に表示された一日摂取目安量, 一日摂取目安量あたりの硝酸塩摂取量

試料 No.	成分・原材料名	形状	一日摂取目安量	一日摂取目安量あたりの硝酸塩摂取量
野菜やハーブ等を使用したサプリメント				
S-01	野菜末 (大麦若葉, ケール, にんじん, トマト, アヤマラサキ, キャベツ, 赤シソ, タマネギ, カボチャ, ほうれん草, モロヘイヤ, 大根葉, しょうが, パセリ, ごぼう, ブロccoli, セロリ, 明日葉, ゴーヤ, よもぎ), 乳糖, デキストリン, グリセリン脂肪酸エステル, 二酸化ケイ素	錠剤	2,000 mg (4 粒)	7,204 μ g
S-02	大麦若葉, 大豆ペプチド, タマネギ, タイム, 緑茶, ローズマリー, トマト, バジル, 大豆多糖類, モロヘイヤ, 紫サツマイモ (アヤマラサキ), ニンジン, ケール, パセリ, パプリカ, カボチャ, ウコン, 大豆胚芽, 明日葉, ブロccoli, リースプラウト	錠剤	1,300 mg (5 粒)	4,330 μ g
S-03	さつまいも, かぼちゃ, 大麦若葉, ポリデキストロース, 還元麦芽糖水飴, ケール, ゴーヤ, ほうれん草, 小松菜, 紫いも, ごぼう, れんこん, にんじん, スイートコーン, 桑葉, ブロccoli, 明日葉, ごま若葉, 大麦, 山芋, たまねぎ, 甘藷若葉, ステアリン酸Ca	錠剤	1,200 mg (4 粒)	1,536 μ g
S-04	トマト, 乳糖, ホウレン草, ニンジン, 大麦若葉, ケール, ブロccoli, アシタバ, ニガウリ, パセリ, 青ジソ, グリセリン脂肪酸エステル	錠剤	1,500 mg (6 粒)	7,727 μ g
S-05	ニンジン, タマネギ, カボチャ, 大豆ペプチド, 麦芽糖, キャベツ, ウコン, トマト, ニンニク, ムラサキイモ, モロヘイヤ, 大麦若葉, ケール, ほうれん草, ブロccoli, 赤キャベツ, パセリ, ショウガ, セロリ, グリセリン脂肪酸エステル, 微粒酸化ケイ素	錠剤	1,750 mg (5 粒)	3,520 μ g
S-06	結晶セルロース, 西洋オトギリ草エキス, 乳化剤	錠剤	900 mg (3 粒)	264 μ g
S-07	オリーブ油, メリロートエキス末, ジュワティーエキス末, イチヨウ葉エキス末, ゼラチン, グリセリン, ミツロウ, グリセリン脂肪酸エステル, トウガラシ抽出物	カプセル	910 mg (2 粒)	634 μ g
S-08	イチヨウ葉エキス, 乳糖, 寒天, セルロース, ショ糖脂肪酸エステル, 酸化ケイ素	錠剤	520 mg (2 粒)	711 μ g
S-09	アルファルファパウダー, 結晶セルロース, ショ糖エステル, セラック	錠剤	4,320 mg (24 粒)	8,016 μ g

表 1 (続き)

S-10	大麦若葉末, クロレラ末, キャベツ末, 結晶セルロース末, 乳糖, 貝Ca, アシタバ末, 青シソ末, ホウレンソウエキス末, ヨモギ末, クマ笹末, ビーマン末, サイリウムハスク末, ショ糖脂肪酸エステル, 葉酸	錠剤	3,000 mg (12粒)	10,083 µg
S-11	ニンジン末, 結晶セルロース, 乳糖, トマト末, ビタミンC, 赤シソ末, カボチャ末, サフラン末, ベニバナ末, クコの実末, 赤ダイコン末, ウコン末, サイリウムハスク末, トウガラシ末, β-カロテン, ショ糖脂肪酸エステル	錠剤	3,000 mg (12粒)	1,002 µg
S-12	発酵野菜エキス含有野菜粉末 (ニンジン, ムラサキイモ, タマネギ, カボチャ, キャベツ, ウコン, トマト, ニンニク, モロヘイヤ, 大麦若葉, ケール, ほうれん草, ブロッコリー, 赤キャベツ, パセリ, ショウガ, セロリ), デキストリン, 多穀麹粉末 (大麦, あわ, ひえ, きび, タカキビ, 紫黒米, うるち米), 結晶セルロース, ステアリン酸カルシウム, 微粒酸化ケイ素	錠剤	1,000 mg (4粒)	2,349 µg
S-13	植物発酵エキス末 [黒糖, 葉菜類, 大粒果実 (りんご, バナナを含む), 柑橘類 (オレンジを含む), イモ類 (やまいもを含む), 果菜類, きのこと類, 野草, 小粒果実 (キウイフルーツを含む), 穀類, 豆類, 茎菜類, 花菜類, 海藻類, ナッツ類 (くるみを含む), 結晶セルロース], 食物繊維 (難消化性デキストリン), ビフィズス菌エキス末, 抹茶末, 有胞子性乳酸菌末, 結晶セルロース, ショ糖脂肪酸エステル	錠剤	1,000 mg (2粒)	1,781 µg
S-14	モロヘイヤ末	錠剤	2,000-3,000 mg (10-15粒)	1,060-1,590 µg
野菜等を使用した健康食品の粉末ジュース				
J-01	有機大麦若葉粉末, 濃縮野菜・果実汁 (人参, りんご, オレンジ, レモン, ほうれん草, アスパラガス, 赤ビーマン, 小松菜, クレソン, かぼちゃ, 紫キャベツ, ブロッコリー, メキャベツ, ビート, 赤じそ, セロリ, レタス, 白菜, ケール, パセリ, なす, たまねぎ, 大根, キャベツ), ぶどう糖, 香料	粉末	3.3-6.6 g (1-2袋)	22.8-45.5 mg
J-02	大麦若葉末	粉末	5-10 g (大さじ約1-2杯)	3.2-6.4 mg
J-03	大麦若葉末, 難消化性デキストリン (小麦を含む), はちみつ, 有胞子性乳酸菌末, 卵殻カルシウム, 甘味料 (アスパルテームL-フェニルアラニン化合物), ビタミンD	粉末	3 g (1包)	7.3 mg
J-04	ケール末, 難消化性デキストリン, ほうれん草末, モロヘイヤ末, ブロッコリー末, 小松菜末, アスパラ末, ニンジン末, カボチャ末, 明日葉末, 大根葉末, ヨモギ末	粉末	2.5-5.0 g (1-2袋)	23.9-47.8 mg
J-05	大麦若葉, オリゴ糖, ほうれん草, 抹茶, ケール, でんぷん	粉末	3 g (1包)	4.9 mg
J-06	大豆レシチン, スピルリナ, カムットジュース, スラックシード, アップルファイバー, 大麦ジュース, フラクオリゴ糖, クロレラ, 小麦ジュース, アセロラベリー, ビートジュース, アルファルファ, ほうれん草, 桑の葉, ラズベリージュース, 甘草エキス, 胚芽米, アーティチョーク, ローヤルゼリー, アカシア花粉, グレープシード, 松の樹皮, 玄米, ローズヒップ, Co-Q10, れんげ草, エキナセア, ノバスコシア産藻, 大あざみ, 緑茶, いちよう葉, ビルベリー, ショ糖, ジンジャールート, オレンジの果皮, 玄米酵母, 整腸菌	粉末	8.8-17.6 g (スプーン1-2杯)	14.3-28.7 mg
J-07	ケール, 水溶性食物繊維, DFA III, でんぷん分解物	粉末	4.2-12.6 g (1-3本)	40.8-122.5 mg
J-08	有機明日葉粉末, 還元麦芽糖, キトサン (カニを含む), ショ糖, 抹茶, 黒砂糖, スピルリナ末, 増粘多糖類	粉末	9 g (3袋)	3.6 mg
J-09	ケール, ビタミンC	粉末	14 g (2包)	166 mg
J-10	桑の葉粉末	粉末	1.0-1.5 g, 2.0-3.0 g (さじ2杯)	3.5-5.3 mg, 7.0-10.5 mg
J-11	デキストリン, ボタンポウフウ粉末, 大麦若葉末, 緑茶末, でん粉, サンゴカルシウム, クチナシ色素	粉末	3-6 g (1-2包)	2.5-4.9 mg
J-12	大麦若葉エキス末 (デキストリン, 大麦若葉エキス), リンゴ粉末果汁 (デキストリン, リンゴ果汁), バナナパウダー, 果糖, リンゴ食物繊維, ブドウ糖, マンゴーパウダー (デキストリン, マンゴー), アセロラパウダー, 香料 (原材料の一部にバナナ, りんごを含む)	粉末	7 g (1袋)	78.6 mg
J-13	大麦若葉末, 難消化性デキストリン, ケール末, 明日葉末, ゴーヤ末, トレハロース, 環状オリゴ糖	粉末	3-6 g (1-2袋)	8.6-17.3 mg
J-14	コラーゲン粉末, 大麦若葉末, ビタミンC, コエンザイムQ10, 低分子ヒアルロン酸, 甘味料 (アスパルテームL-フェニルアラニン化合物)	粉末	3 g (1包)	3.9 mg
生薬の人参を使用した健康食品				
P-01	ブドウ糖, 乳糖, 紅参エキス, ビタミンC	顆粒	3-6 g (1-2袋)	192-384 µg

表 1 (続き)

P-02	高麗ニンジン抽出物, 寒天, セルロース, ショ糖, 脂肪酸エステル, 酸化ケイ素	錠剤	540 mg (2 粒)	676 μ g
P-03	田七人参末, 酵母エキス, コーンスターチ, 大豆たんぱく, トレハロース, HPC, 酸化ケイ素, クエン酸, ショ糖エステル, 香料, 加工デンプン (小麦由来)	顆粒	3 g (2 袋)	868 μ g
P-04	紅参濃縮液, 無水結晶ブドウ糖, 乳糖, ナツメ濃縮液, ビタミンC	顆粒	3 g (1 袋)	249 μ g
P-05	紅参抽出液, 固形分1.5%以上/精製水, 紅参100%	液体	50 mL (1 袋)	2,750 μ g
P-06	アメリカ人参抽出物 (根), 紅参抽出物 (根), Panax 高麗人参抽出物 (根), ロイヤルゼリー濃縮物, シベリア人参	カプセル	500-1,000 mg (1-2 カプセル)	64 μ g
P-07	炭水化物, ビタミンB ₁₂ , 高麗人参抽出物 (根), アメリカ人参抽出物 (根), 中国紅人参抽出物 (根), ロイヤルゼリー濃縮物	カプセル	1.6 g (4 カプセル)	107 μ g
P-08	シベリア人参 (根), 東洋高麗人参, アメリカ人参 (根), ゴツコラ (葉), マツバサ属 (果実), オクタコサノール (小麦胚芽)	カプセル	1.2 g (2 カプセル)	470 μ g
P-09	アメリカ人参	乾物 (スライス)	不明	
P-10	アメリカ人参	乾物	不明	

一日摂取目安量あたりの硝酸塩摂取量は試料の硝酸塩濃度の結果をもとに算出した。

表 2 野菜ベビーフードの成分・原材料名, 形状, 包装に表示された使用時期

試料 No.	成分・原材料名	形状	使用時期
野菜ベビーフード			
BF-1	ほうれん草ペースト, グリンピースペースト, デキストリン, 小麦澱粉, リンゴピューレ, 脱脂粉乳, 重曹, 酸化防止剤 (ビタミンE)	フレーク	5ヶ月頃～幼児期
BF-2	野菜 (にんじん, たまねぎ), マッシュポテトフレーク, 小麦粉, デキストリン, トマトピューレー, でん粉, 植物油, 酸化防止剤 (ビタミンE)	フレーク	5ヶ月頃～幼児期
BF-3	野菜 (ほうれんそう, こまつな), ジャがいも, 小麦粉, デキストリン, 植物油, 酸化防止剤 (ビタミンE)	フレーク	5ヶ月頃～幼児期
BF-4	マッシュポテトフレーク, たら, 野菜 (にんじん, ほうれんそう, こまつな, たまねぎ), 小麦粉, 米粉, デキストリン, ジャがいも, 植物油, トマトピューレー, でん粉, 酸化防止剤 (ビタミンE)	フレーク	5ヶ月頃～幼児期
BF-5	デキストリン, 野菜エキス (白菜, たまねぎ, キャベツ, しいたけ), 乳糖, にんじん, 食塩, 酵母エキス, (原材料の一部に小麦を含む)	粉末	5, 6ヶ月頃～18ヶ月
BF-6	牛肉, チキンエキス, 野菜 (グリーンピース, ほうれん草), 乳糖, オニオンエキス, 酵母エキス, 食塩, こんぶエキス, ごま油, 増粘剤 (加工でん粉), 酸化防止剤 (ビタミンE)	粉末	7ヶ月～18ヶ月

されていた。

2. 硝酸塩濃度

硝酸イオン標準溶液 (1.0 μ g/mL) および野菜やハーブ等を使用したサプリメント (S-01) から調製された試験溶液のHPLCクロマトグラムを図1に示した。

野菜やハーブ等を使用したサプリメント, 野菜等を使用した健康食品の粉末ジュース, 生薬の人参を使用した健康食品, 野菜および野菜ベビーフード, 生薬の人参の硝酸塩濃度を図2に示した。濃度は, 野菜が生重量あたり, 生薬の人参を使用した健康食品 (P-05) が液体重量あたり, それ以外は乾燥重量

あたりの量である。全て硝酸塩が検出された。

野菜やハーブ等を使用したサプリメントの硝酸塩濃度は292～5,151 μ g/gであり, ホウレンソウなどを含むサプリメント (S-04) の硝酸塩濃度が最も高く, 西洋オトギリ草エキスを含むサプリメント (S-06) が最も低かった。硝酸塩濃度が3,000 μ g/g以上のサプリメント (S-01, S-02, S-04, S-10) は, 原材料に大麦若葉が含まれていた。

野菜等を使用した健康食品の粉末ジュースの硝酸塩濃度は404～11,860 μ g/gであった。ケールを含む粉末ジュース (J-09) の硝酸塩濃度が最も高かった。明日葉などを含む粉末ジュース (J-08) が最も低かった。硝酸塩濃度が6,000 μ g/g以上の粉末ジュース

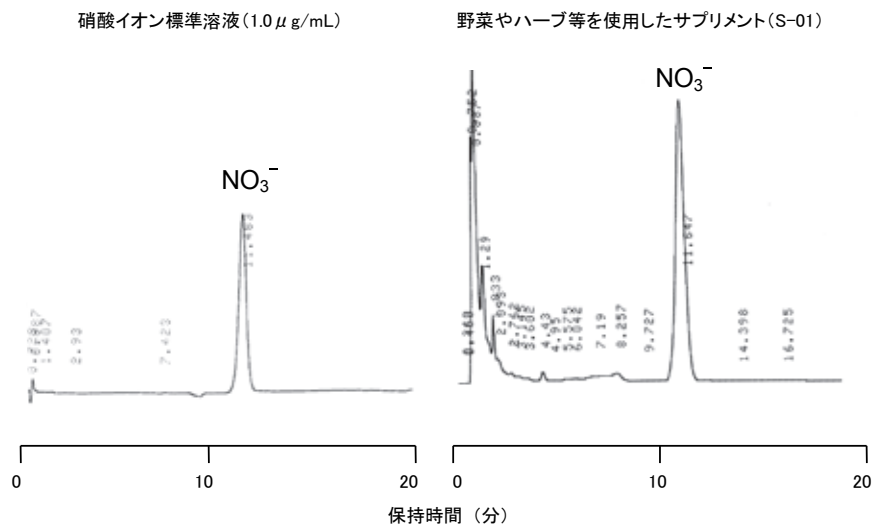


図1 硝酸イオン標準溶液 (1.0 $\mu\text{g/mL}$) および野菜やハーブ等を使用したサプリメント (S-01) から調製された試験溶液のHPLCクロマトグラム

ス (J-01, J-04, J-07, J-09, J-12) は、原材料に大麦若葉やケールが含まれていた。

生薬の人参を使用した健康食品の硝酸塩濃度は56~1,253 $\mu\text{g/g}$ であり、高麗ニンジン抽出物を含む健康食品 (P-02) の硝酸塩濃度が最も高かった。これ以外は硝酸塩濃度が低かった。

比較対象とした野菜の硝酸塩濃度は604~6,238 $\mu\text{g/g}$ であり、水菜と大根の葉の硝酸塩濃度が非常に高く、きゅうりが最も低かった。

野菜ベビーフードの硝酸塩濃度は118~1,421 $\mu\text{g/g}$ であり、野菜エキスを含むベビーフード (BF-5) が最も高かった。これ以外の硝酸塩濃度は比較的 low だった。

生薬の人参の硝酸塩濃度は372~2,142 $\mu\text{g/g}$ であった。田七人参の硝酸塩濃度が最も高かった。

3. 一日あたりの硝酸塩摂取量

硝酸塩濃度の結果をもとに、サプリメント、粉末ジュース、生薬の人参を使用した健康食品を日常的に摂取した場合の一日摂取目安あたりの硝酸塩摂取量を算出した (表1)。生薬の人参を使用した健康食品のアメリカニンジン健康食品 (P-09, P-10)、野菜、野菜ベビーフード、生薬の人参については、一日摂取目安量は不明のため、計算の対象から除外した。

野菜やハーブ等を使用したサプリメントの一日摂取目安あたりの硝酸塩摂取量は264~10,083 μg で

あり、最も多かったのは、大麦若葉末、クロレラ末などを含むサプリメント (S-10) であった。西洋オトギリ草エキスを含むサプリメント (S-06) が最も少なかった。

野菜等を使用した健康食品の粉末ジュースの一日摂取目安あたりの硝酸塩摂取量は2.5~166 mgであり、野菜やハーブ等を使用したサプリメントに比べて約10倍以上となった。最も多かったのは、ケールを含む粉末ジュース (J-09) であった。ボタンボウフウ粉末、大麦若葉末などを含む粉末ジュース (J-11) が最も少なかった。

生薬の人参を使用した健康食品の一日摂取目安あたりの硝酸塩摂取量は64~2,750 $\mu\text{g/g}$ であり、最も多かったのは、紅参濃縮液を含む健康食品 (P-05) であった。これ以外は比較的少なかった。

IV. 考 察

野菜やハーブ等を使用したサプリメント、野菜等を使用した健康食品の粉末ジュース、生薬の人参を使用した健康食品、野菜、野菜ベビーフード、生薬の人参中の硝酸塩含有量を調査した。すべての試料から、硝酸塩が検出されたが、製品によりかなりばらつきが見られた。野菜やハーブ等を使用したサプリメント (硝酸塩濃度292~5,151 $\mu\text{g/g}$) においては、大麦若葉を含む製品から3,000 $\mu\text{g/g}$ 以上の硝酸塩が検出された。野菜等を使用した健康食品の粉末ジュースは、サプリメントより全体的に高い濃度の

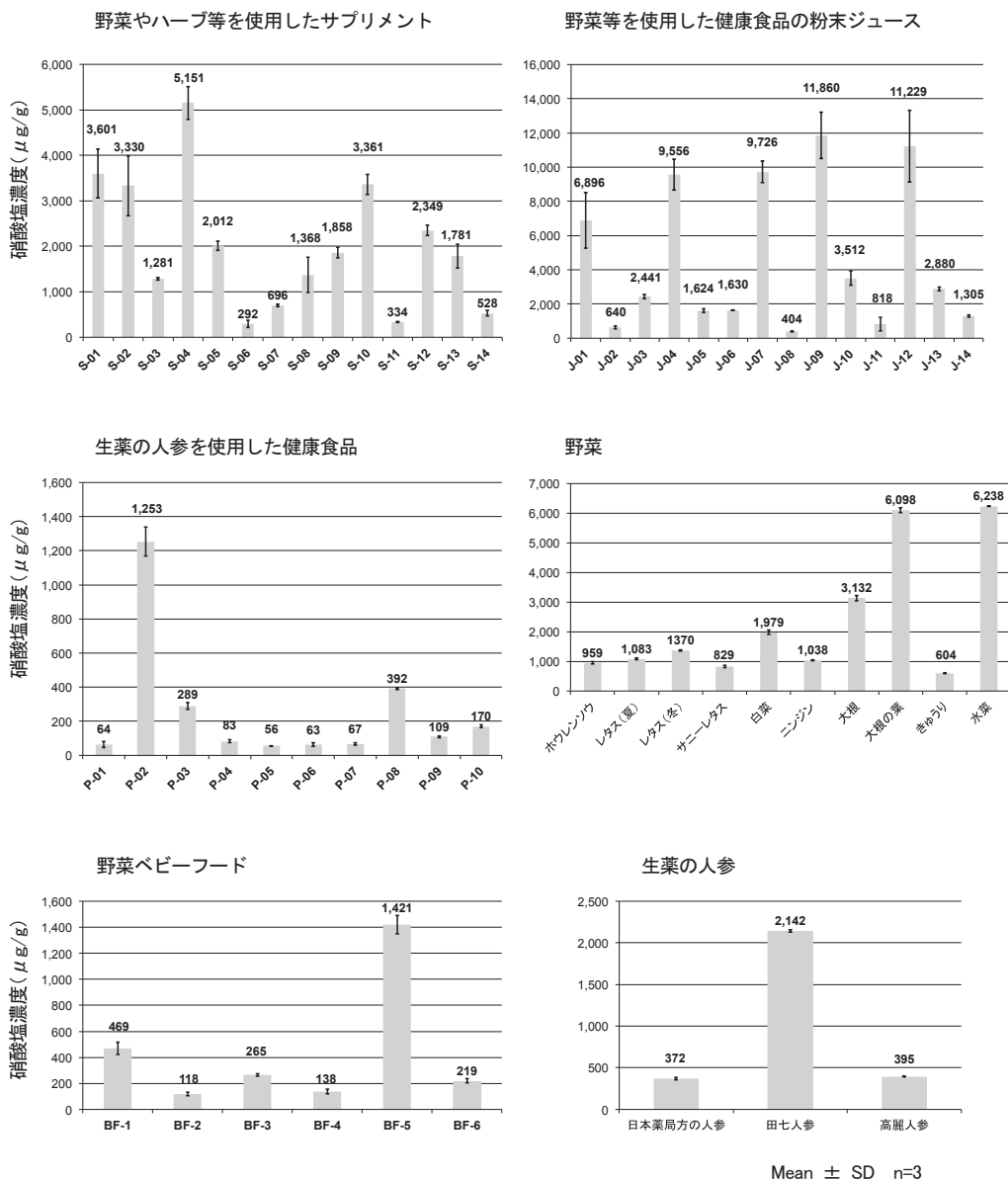


図 2 野菜やハーブ等を使用したサプリメント，野菜等を使用した健康食品の粉末ジュース，生薬の人参を使用した健康食品，野菜および野菜ベビーフード，生薬の人参の硝酸塩濃度
 硝酸塩濃度：野菜は生重量あたり，生薬の人参を使用した健康食品（P-05）は液体重量あたり，それ以外は乾燥重量あたりの量

硝酸塩(404~11,860 $\mu\text{g/g}$)が検出された。6,000 $\mu\text{g/g}$ 以上の製品は、原材料に大麦若葉やケールが含まれ、かつ比較対象とした野菜の硝酸塩濃度よりも高かった。生薬の人参を使用した健康食品は、高麗ニンジン抽出物を含む健康食品の硝酸塩濃度が、比較対象とした生薬の田七人参と同様に高かった。酒井らは野菜加工食品に含まれる硝酸塩を分析し、ホウレンソウ、トマト、ブロッコリーなどを原材料とする錠剤類は4.0~1,373.5 $\mu\text{g/g}$ 、ケール、キャベツ、ブロッコリーなどを原材料とする顆粒粉末類では37.1~309.7 $\mu\text{g/g}$ の硝酸塩濃度であったと報告している¹¹⁾。酒井らが分析した試料は健康食品かどうか不明であるが、それと比較すると、今回の野菜やハーブ等を使用したサプリメントおよび野菜等を使用した健康食品の粉末ジュースの硝酸塩濃度はかなり高かった。

今回調査したサプリメント、粉末ジュース、生薬の人参を使用した健康食品の一日摂取目安あたりの硝酸塩摂取量はJECFAの硝酸塩のADIの3.7 mg/kg体重/日を上回るものはなかった。つまり、最も高濃度に検出されたケールを含む粉末ジュース(J-09)に注目すると、硝酸塩濃度は11,860 $\mu\text{g/g}$ であり、その製品に表示された1日摂取目安(一日2包)14 gを摂取した場合、硝酸塩の摂取量は166 mgとなる。JECFAの硝酸塩のADIは、成人あたりの体重(50~60 kg)に換算した場合、185~222 mg/日である。よって、硝酸塩の摂取量166 mgはADIを下回っていた(ADIの約75%~90%)。しかし、これは粉末ジュースの目安量のみを摂取した場合で、生活者は他にも複数の製品を摂取する可能性があり、野菜などからも硝酸塩を摂取している。以上のことから、ADIを下回ったからといって安全と見なすのは妥当ではなく、注意が必要である。なお、先に述べた酒井らも、野菜加工食品に含まれる硝酸塩についてADIを上回る試料は認めていないが、日常食からの硝酸塩の摂取に加えて野菜加工食品を併食すれば、総合的な硝酸塩摂取はADIを大きく上回ることを懸念している¹¹⁾。

一方で比較対象とした野菜に関して、硝酸塩濃度は、品種による違い、同じ品種でも部位、季節、施肥などによっても異なることが知られている^{1,11)}。EUでは硝酸塩の基準値が生鮮ホウレンソウ3,500 mg/kg、アイスバーグ(結球)レタスを除く生鮮レタスで10~3月に収穫されるもの：施設栽培5,000 mg/kg；露地栽培4,000 mg/kg、4~9月に収穫されるもの：施設栽培4,000 mg/kg；露地栽培

3,000 mg/kg、アイスバーグ(結球)レタス：施設栽培2,500 mg/kg；露地栽培2,000 mg/kgとなっている^{3,10)}。また、前述の酒井らは野菜に含まれる硝酸塩の季節変動を調査しており、ホウレンソウの夏季4,765 $\mu\text{g/g}$ 、冬季2,176 $\mu\text{g/g}$ 、レタスの夏季823 $\mu\text{g/g}$ 、冬季1,065 $\mu\text{g/g}$ 、サニーレタスの夏季1,426 $\mu\text{g/g}$ 、冬季1,874 $\mu\text{g/g}$ 、大根の夏季1,094 $\mu\text{g/g}$ 、冬季1,447 $\mu\text{g/g}$ であったと報告している¹¹⁾。今回、調査した野菜の硝酸塩濃度は、ホウレンソウ959 $\mu\text{g/g}$ 、レタス夏1,083 $\mu\text{g/g}$ 、レタス冬1,370 $\mu\text{g/g}$ 、サニーレタス829 $\mu\text{g/g}$ 、大根3,132 $\mu\text{g/g}$ であり、EUの基準値を下回っており、酒井らの報告と比較すると、ホウレンソウはかなり低く、レタスは少し高く、サニーレタスは低く、大根は高くなった。

日本人の食生活は魚肉や魚卵等によりアミンの摂取量が多く、また漬物等により硝酸塩、亜硝酸塩を多量に摂取する可能性があると考えられるため、野菜の硝酸塩濃度には注視しておく必要がある。実際、厚生労働省の推奨する一日あたり野菜350 g以上を使った食事では、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示唆されている¹³⁾。また、マーケットバスケット方式により国内11か所で調製されたトータルダイエット試料の硝酸塩を分析したところ、推定摂取量は4.0 mg/kg体重/日であり、ADIを8%超えている¹⁴⁾。その硝酸塩の総摂取量の80%以上を占めているのは有色野菜、その他の野菜、漬物、海藻である。しかし、一方で野菜についてはそれを摂取することの利点はよく知られており、野菜からの硝酸塩の摂取量は有益性も含めて総合的に考えることが重要である。

今回調査した野菜ベビーフードの6製品中4製品の硝酸塩濃度が、EUにおける乳幼児用の穀類主体の加工食品およびベビーフードの硝酸塩の基準値200 mg/kg^{3,10)}を上回っていた。硝酸塩が還元され生じた亜硝酸塩はメトヘモグロビンを形成して血液の酸素運搬能力を低下させる作用があることが知られている。特に生後3ヶ月以内の乳児は胃液分泌が少なく、胃で細菌による硝酸還元の影響を受けやすい³⁻⁵⁾。そのため、乳児の硝酸塩摂取量はなるべく少ないほうが望ましいと考えられる。今回の野菜ベビーフードは主に5ヶ月頃~幼児期を対象とした製品が多いが、硝酸塩濃度の調査結果からすると、野菜ベビーフードに偏った食事は注意する必要があると思われる。

生薬中の硝酸塩濃度を調査したデータは皆無と思われる。今回、生薬の人参を使用した健康食品の比

較対象として生薬の人参の硝酸塩濃度を調べた。生薬の田七人参の硝酸塩濃度 $2,142\ \mu\text{g/g}$ と高かったが、これ以外の硝酸塩濃度は低かった。調査した種類が少ないにもかかわらず濃度が高いものがあるため、今後詳細に検討する必要があると考えられる。

健康食品の原材料に、野菜やハーブ等を使用したサプリメントの7製品に大麦若葉やケールが含まれていた。また、野菜等を使用した健康食品の粉末ジュースの11製品に大麦若葉やケールが含まれていた。ケール、大麦若葉、明日葉、モロヘイヤ、桑葉などの緑色野菜を主原料とした健康食品は青汁と呼ばれる¹⁵⁾。青汁を利用している人は毎日飲んでいることが知られており¹⁵⁾、青汁は硝酸塩の摂取源となっている可能性がある。青汁は飲みにくい印象があるが、現在、健康食品の普及に伴い、飲みやすさを考慮した製品が販売されている。今回の野菜等を使用した健康食品の粉末ジュースも、原材料に大麦若葉、ケールやホウレンソウなどの野菜だけでなく、果実汁のりんごやオレンジなど、人工甘味料のアスパルテムといったものが使用されていた。これにより、従来の製品よりも飲みやすくなり、気軽に青汁を利用しやすくなっていると考えられる。さらに、青汁の利用者は、健康願望のある人や高齢者が多いと考えられるが、飲みやすさが改良されることにより子供も摂取する可能性がある。青汁は、硝酸塩の摂取源になることを考えると、多量摂取にならないように注意する必要がある。

今回の結果では、成人が健康のために、野菜やハーブ等を使用したサプリメント、野菜等を使用した健康食品の粉末ジュース、生薬の人参を使用した健康食品を摂取した場合、硝酸塩の摂取量はADIを上回ることはなかった。しかし、複数の健康食品を摂取する場合や、野菜などからも硝酸塩を多く摂取する場合、ADIを上回ることが懸念される。健康食品の安全性を確保するためには、安全性に関する科学的根拠に基づいた正確な情報を知ることが必要であり、それによって健康被害を未然に防止することができる。生活者が有効かつ安全に健康食品を摂取できるようにするためには、適切な情報を提示する必要がある。今回の調査結果は、野菜やハーブ等を使用しサプリメント、野菜等を使用した粉末ジュース等の健康食品、生薬の人参を使用した健康食品についての硝酸塩含有量の情報を提供でき、これによって健康食品の安全性の確保に寄与できると考えられる。

V. 要 約

現在、多種多様な健康食品が普及し、その有用性が報告されているが、多用した場合の安全性についてはあまり知られていない。硝酸塩は薬物野菜などに多く含まれ、体内で代謝され、亜硝酸塩になると二級アミンと反応し、ニトロソアミンと呼ばれる強力な発がん物質を生成する。EUではレタスとホウレンソウなどの硝酸塩の基準値を設けているのに対し、野菜を使用したサプリメントなどの食品では基準値が定められておらず、健康食品からどの程度の硝酸塩を摂取する可能性があるのか不明である。そこで、今回は各種健康食品中の硝酸塩の含有量調査を行った。

試料として、野菜やハーブ等を使用したサプリメント14製品、野菜等を使用した健康食品の粉末ジュース14製品、生薬の人参が含まれる健康食品10製品を国内外から入手した。また、これらと比較する目的で、硝酸塩を含有する野菜8品種および野菜ベビーフード6製品、生薬の人参3種類を試料として用いた。

全ての試料から、硝酸塩が検出された。硝酸塩濃度はサプリメント $292\sim 5,151\ \mu\text{g/g}$ 、健康食品の粉末ジュース $404\sim 11,860\ \mu\text{g/g}$ 、生薬の人参を使用した健康食品 $56\sim 1,253\ \mu\text{g/g}$ 、野菜 $604\sim 6,238\ \mu\text{g/g}$ 、野菜ベビーフード $118\sim 1,421\ \mu\text{g/g}$ 、生薬の人参 $372\sim 2,142\ \mu\text{g/g}$ であった。製品によって硝酸塩濃度のばらつきが見られ、粉末ジュースからは硝酸塩が高い濃度で検出された。最も高濃度に検出されたのはケールを原料とした粉末ジュースで、一日摂取目安あたりの硝酸塩量は $166\ \text{mg}$ となる。この値は、成人におけるJECFAのADIを下回る。しかし、これは粉末ジュースの目安量のみを摂取した場合であり、生活者は他にも複数の製品を摂取する可能性があり、野菜などからも硝酸塩を摂取している。以上のことから、ADIの基準値を下回ったからといって安全と見なすのは妥当ではなく、注意が必要である。

謝 辞

生薬の人参を使用した健康食品、田七人参、高麗人参を提供していただいた(株)演算工房 環境エネルギー室 日下部謙一室長ならびに韓国産の人参を使用した健康食品の表示の翻訳をしていただいた兵庫栄養調理製菓専門学校 康 薔薇准教授に感謝致します。

文 献

- 1) 石綿 肇, 谷村顕雄: 硝酸塩および亜硝酸塩の生体内運命, 衛生化学, 28, 171-183 (1982)
- 2) 大槻理美子, 菊川清見: 国内産野菜からのニトロソアミン生成効率, 食品衛生学雑誌, 46, 58-61 (2005)
- 3) 食品安全委員会: ファクトシート (最終更新日: 平成25年9月3日) 本来的に食品に含まれる硝酸塩 http://www.fsc.go.jp/sonota/factsheets/f04_nitrate.pdf, アクセス2014年10月3日
- 4) World Health Organization, International Agency for Research on Cancer: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 94, Ingested Nitrate and Nitrite, and Cyanobacterial Peptide Toxins (2010), <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol94/mono94.pdf>, アクセス2014年10月3日
- 5) Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: WHO Food Additives Series 35 (1995), <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v35je14.htm>, アクセス2014年10月3日
- 6) Guillet L. J., Edwards T. M.: Is Nitrate an Ecologically Relevant Endocrine Disruptor in Vertebrates?, Integrative Comparative Biology, 45, 19-27 (2005)
- 7) Hansen P. R., Taxvig C., Christiansen S., Axelstad M., Boberg J., Kiersgaard M. K., Nellemann C., Hass U.: Evaluation of Endocrine Disrupting Effects of Nitrate after *In Utero* Exposure in Rats and of Nitrate and Nitrite in the H295R and T-Screen Assay, Toxicological Sciences, 108, 437-444 (2009)
- 8) Machha A., Schechter A. N.: Inorganic nitrate: A Major Player in the Cardiovascular Health Benefits of Vegetables?, Nutrition Reviews, 70, 367-372 (2012)
- 9) Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Evaluation of Certain Food Additives: 59th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (WHO Technical Report Series 913) (2002), http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_913.pdf, アクセス2014年10月3日
- 10) EU: Commission Regulation (EU) No 1258/2011 of 2 December 2011 Amending Regulation (EC) No 1881/2006 as Regards Maximum Levels for Nitrates in Foodstuffs, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1258&qid=1412357483736&from=EN>, アクセス2014年10月3日
- 11) 酒井信夫, 松田りえ子, 杉本敏明, 米谷民雄: 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, 15, 110-115 (2008)
- 12) 日本薬学会編: 「衛生試験法・注解2010」, 金原出版株式会社, 2010年, p. 349-350
- 13) 村田美穂子, 杉山寿美, 上田愛子, 石永正隆, 一日当たり350g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, 食品衛生学雑誌, 51, 10-18 (2010)
- 14) 松田りえ子, 渡邊敬浩, 五十嵐敦子, 白政優子, 米谷民雄, トータルダイエツ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, 50, 29-33 (2009)
- 15) 朝比奈泰子, 本間秀彰, 堀 里子, 大谷壽一, 三木昌子, 後藤輝明, 河野弘之, 澤田康文, 青汁をはじめとする健康食品の使用実態・意識調査, 医療薬学, 34, 644-650 (2008)