

自然塩の可能性について

—「宗谷の塩」を用いた官能検査—

田 中 里 佳 藤 井 義 博

Abstract

We run sensory test with *SÔYA-NO-SHIO*, natural salt preserving the minerals of sea water of *La Pérouse Strait*. Our study showed that *SÔYA-NO-SHIO* gave little bitter taste in spite of its amount of sea water minerals including magnesium. *SÔYA-NO-SHIO* gave less salty taste than did refined salt or *ISHIGAKI-NO-SHIO*, when compared at similar levels of sodium chloride contained. No significant correlation was observed between menstruation and sensitivity of taste with salts. Our results are in compatible with an idea that *SÔYA-NO-SHIO* is natural salt with well-balanced tastes not only good for food seasoning, but also useful with its amount of sea water minerals including potassium and magnesium for prevention or treatment of hypertension.

1. はじめに

塩の主成分である塩化ナトリウムは、人体の 3 分の 2 を占める水分を保持するためにはならぬ栄養素である。塩は塩味（えんみ）をもたらすため、調理においては一番大切な調味料でもあり、味の中心となる。また、塩漬けなどの保存食品製造においても重要な役割を果たしている。

「宗谷の塩」は、宗谷海峡の海底にて濾過された海水を工場に流入、噴霧状態にして一気に高温で加熱し、水分を蒸発除去した自然塩である。海水と「宗谷の塩」および「精製塩」、「石垣の塩」のミネラル成分の比較(表 1)に示す¹⁾ように、ナトリウム (Na) の値を 1 としてマグネシウム、カルシウム、カリウムの比を見ると、海水と「宗谷の

塩」の値がほとんど同じであり、「宗谷の塩」はミネラルの除去や付加をしていない、すなわち海水のミネラルを 100%保持した自然塩であることがわかる。

「宗谷の塩」は上述の国際特許の製法で「にがり」の主成分である塩化マグネシウムを酸化マグネシウムに変化させているため、苦味を呈することは無い。また塩化マグネシウムは湿気を含みやすいが、「宗谷の塩」は酸化マグネシウムになっていることから潮解しにくいサラサラとした使い勝手の良い塩である。しかし、この海水と同じミネラル比率を保ったままの「宗谷の塩」の生理学的特徴についてはまだ良く研究されていないのが現状である。

表 1 海水と三種の塩の含有ミネラルとそのナトリウム比率

元 素	海 水		宗谷の塩		精 製 塩		石垣の塩	
	g/kg	対 Na 比	g/100 g	対 Na 比	g/100 g	対 Na 比	g/100 g	対 Na 比
ナトリウム	10.770	1.000	27.290	1.000	39.000	1.000	38.000	1.000
マグネシウム	1.290	0.120	3.450	0.126	0.018	<0.001	0.240	0.006
カルシウム	0.412	0.038	0.920	0.034	0.022	0.001	1.200	0.032
カリウム	0.391	0.036	1.060	0.039	0.100	0.003	0.450	0.012

2. 目的

そこで本研究では「宗谷の塩」の味覚的特徴を、官能検査によって明らかにすることを目的とした。

3. 方法

3.1 被験者

官能検査の趣旨と協力を依頼する文書を配布し、かつそれを口頭でも説明をして同意の得られた本学人間生活学部食物栄養学科の学生 16 名(平均年齢 20 歳)を被験者とした。

3.2 試料

味覚的特徴を比較するために、異なったミネラル含有量を示す「宗谷の塩」、「精製塩」、「石垣の塩」の三種の塩を用いた。三種の塩のミネラル成分を表 2 に示す。

表 2 各試料 100 g 中のミネラル成分

ミネラル	単位	宗谷の塩	精製塩	石垣の塩
マグネシウム	mg	3450	18	240
カリウム	mg	1060	100	450
カルシウム	mg	920	22	1200
塩化ナトリウム	g	69.4	99.4	96.6

3.3 試料濃度

三種の塩を、イオン交換水を用いて重量%濃度 0.70%~0.90%の範囲内で 5 段階に調整した。各試料の重量%濃度と塩化ナトリウム%濃度を表 3 に示す。

表 3 各試料の重量%濃度と%ナトリウム濃度

	濃度 1	濃度 2	濃度 3	濃度 4	濃度 5
重量%濃度	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90
%Na 濃度					
宗谷の塩	0.49	0.52	0.56	0.59	0.62
精製塩	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90
石垣の塩	0.68	0.72	0.77	0.82	0.87

重量%濃度が 0.70%の試料を濃度 1、0.75%の試料を濃度 2、0.80%の試料を濃度 3、0.85%の試料を濃度 4、0.90%の試料を濃度 5 とした。

3.4 官能検査

一濃度に付き同一サンプルを 2 回検査するブラインド方式で実施した。検査は計 3 回実施し、検査日の間隔を一週間とした。試料はラベルを貼った透明なカップに一試料につき約 50 ml ずつ入れた。「精製塩」を A と F、「宗谷の塩」を B と E、「石垣の塩」を C と D とした。被験者には試料名と試料濃度を伝えず、同一濃度の A~F の 6 サンプルをトレイにのせたものを 1 セットずつ配布した。被験者にはサンプルを A→B→C→D→E→F の順に口に含んでもらい、それぞれの試料について、味に関する評価をしてもらった。次のサンプルに移る際は、含んだ溶液を捨て、イオン交換水で口をすすぎ、後味が残らないようにしてもらった。次の濃度に移る際は、5 分間以上時間をおいてももらった。官能試験の所要時間は約 30 分であった。

3.5 評価

評価は味に関する項目(「甘味」、「塩味」、「苦味」、「酸味」、「まろやかさ」、「美味しさ」)についてそれぞれ 5 段階(5:強くそう思う、4:大体そう思う、3:どちらでもない、2:あまりそう思わない、1:全くそう思わない)で評価し、さらに感想も記入してもらった。

3.6 アンケート

被験者に検査日の月経の有無および健康状態に関するアンケートを行った。

3.7 被験者の除外

3 回実施した官能検査に参加した被験者数を表 4 に示す。

表 4 被験者数(人)

検査回数	1 回目	2 回目	3 回目
被験者数	14	9	10
月経中の被験者数	4	2	2

女性は月経周期に伴い、甘味を好むといった嗜好の変化^{2,3)}や味覚機能の低下^{4,5)}に関する報告がある。そこで月経中の被験者を除いたのべ 25 名の被験者を対象とした。被験者の評価スコアをそのまま感覚スコアとして集計・解析を行った。

4. 結果

4.1 官能検査における感覚スコアの平均値

被験者のべ25名の6つ全ての感覚スコアの結果から、すべての濃度の精製塩（AとFの平均）、宗谷の塩（BとEの平均）、石垣の塩（CとDの平均）の日を違えて実施した計3回の官能検査の平均スコア±標準偏差を求めた（表5）。

4.2 個人別による評価の再現性

同一被験者において、検査日によって評価に差があるかどうかを確かめるために、個人別による評価の再現性を検討した。1回の官能検査を独立させて、それぞれの回の感覚スコアの平均スコアを用いた。対象とした25名の被験者のうち、2回以上参加した被験者8名を対象として対応のあるt検定を行った。8名のうち2回参加した被験者は7名、3回参加した被験者は1名だった。

6つ全ての感覚スコアを用いて比較をした結果、2回参加した7名において、濃度1では1名(p=0.001)、濃度2では2名(p=0.020、0.030)、濃度3では1名(p=0.007)、濃度4では1名(p=0.006)、濃度5でも1名(p=0.007)で有意な差があった。濃度2～5では同一の被験者で有意な差があった。3回参加した1名については、濃度1(p=0.026)と濃度2(p=0.042)で有意な差

があった。

塩味の感覚スコアのみを用いて比較をした結果、2回参加した7名において、濃度1では2名(p=0.042、0.034)、濃度2では3名(p=0.034、0.043、0.007)、濃度3では2名(p=0.025、0.034)、濃度4では0名、濃度5では1名(p=0.013)で有意な差があった。濃度1～3で同一の被験者で有意な差があった。3回参加した1名については、いずれの濃度でも有意な差はなかった。

以上より、個人差はあるものの異なった検査日において概ね評価スコアの再現性が認められた。

4.3 前後による差～AとF、BとE、CとDの比較～

検査において試料を口に含む順によって評価に差が出るかどうかを確かめるために、前後による差を検討した。対象としたのべ25名の被験者全員の日を違えて実施した3回全ての官能検査での感覚スコアを用いて対応のあるt検定を行った。

6つ全ての感覚スコアを用いて比較をした結果は、濃度1では1名(p=0.029)、濃度2では2名(p=0.024、0.042)で前後に有意な差があり、前の方が高いスコアだった。濃度1と2については全て前の方が高いスコアであった。濃度3～5では感覚スコアに有意な差はなかった。塩味の感覚スコアのみを用いて比較をした結果は、全ての濃

表5 三種の塩における3回の官能検査での6つの感覚スコアの濃度別平均スコア（平均スコア±標準偏差）

塩	感覚	濃度1	濃度2	濃度3	濃度4	濃度5
宗谷の塩	甘味	1.68±1.00	1.56±1.01	1.66±0.96	1.68±1.02	1.72±1.03
	塩味	3.22±1.22	3.15±1.07	3.02±1.15	3.29±1.21	3.17±1.15
	苦味	2.96±1.51	2.64±1.55	2.36±1.34	2.10±1.34	3.12±1.52
	酸味	1.58±0.99	1.64±1.08	1.46±0.89	1.44±0.91	1.56±1.05
	まろやかさ	2.42±1.39	2.52±1.40	2.68±1.35	2.64±1.35	2.74±1.50
	美味しさ	1.76±1.02	1.64±0.90	1.78±0.91	1.68±0.89	1.56±0.93
精製塩	甘味	1.76±1.02	1.62±0.88	1.76±1.02	1.74±1.08	1.72±1.07
	塩味	4.52±0.81	4.54±0.73	4.33±0.89	4.24±0.89	4.78±0.46
	苦味	1.76±1.15	1.64±0.94	1.62±0.95	1.56±0.86	1.82±0.96
	酸味	1.66±1.14	1.48±0.93	1.60±1.01	1.28±0.61	1.56±1.16
	まろやかさ	2.62±1.16	2.70±1.27	2.90±1.20	3.04±1.15	2.33±1.12
	美味しさ	2.06±1.24	2.18±1.27	2.14±1.16	2.38±1.26	2.18±1.29
石垣の塩	甘味	1.60±0.86	1.76±1.06	1.66±0.92	1.66±0.87	1.78±0.91
	塩味	4.26±0.75	4.16±1.00	4.25±0.85	4.28±0.97	4.34±0.77
	苦味	2.22±1.25	1.76±1.04	1.93±1.19	1.78±1.04	2.16±1.31
	酸味	1.34±0.72	1.52±1.07	1.32±0.68	1.37±0.88	1.54±1.01
	まろやかさ	2.38±1.14	2.37±1.11	2.68±1.20	2.56±1.16	2.34±1.00
	美味しさ	2.00±1.03	1.94±1.10	1.86±1.01	2.10±0.99	2.02±1.08

度で有意な差はなかった。

以上より、試料を口に含む順番によって評価に差が出ないということが示された。

4.4 「塩味」とその他の3つの感覚（「苦味」、「まろやかさ」、「美味しさ」）スコアのひらきの比較

三種の塩それぞれの特徴をみるために、「塩味」、「苦味」、「まろやかさ」、「美味しさ」の4つの感覚スコアを用いて比較を行った。感覚スコアはそれぞれ日を違えて実施した3回全ての官能検査での前後（AとF、BとE、CとD）の平均値を用いた。

4.4.1 精製塩

「精製塩」における4つの感覚スコアの推移を図1に示す。「精製塩」では、濃度1から濃度5まで「塩味」が高いスコアを示し、「塩味」以外の3つの感覚スコアとのひらきが大きかった。「苦味」および「美味しさ」については、濃度が変わってもスコアに大きな変化はなかったが、「塩味」と「まろやかさ」については、濃度1と濃度5の感覚スコアに有意な差があった（塩味 $p < 0.001$ 、まろやかさ $p = 0.001$ ）。

4.4.2 石垣の塩

「石垣の塩」における4つの感覚スコアの推移を図2に示す。「石垣の塩」では、濃度1から濃度5まで「塩味」が高いスコアを示し、「塩味」以外の3つの感覚スコアとのひらきが大きかった。「塩味」以外の3つの感覚について、濃度が変わってもスコアに大きな変化はなかった。

4.4.3 宗谷の塩

「宗谷の塩」における4つの感覚スコアの推移を図3に示す。「宗谷の塩」では、濃度1から濃度5まで各感覚スコアのひらきが小さかった。「まろやかさ」は濃度で多少変動し、「美味しさ」ではほとんど変化は見られなかった。しかし「苦味」の感覚スコアでは、濃度1と濃度5では有意に差があった（ $p < 0.001$ ）。

4.5 塩化ナトリウム量による差

試料中の塩化ナトリウム量によって、三種の塩に感覚スコアの差があるかどうかをみた。その際、

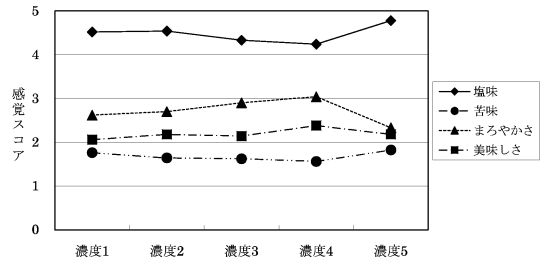


図1 精製塩の4つの感覚スコア

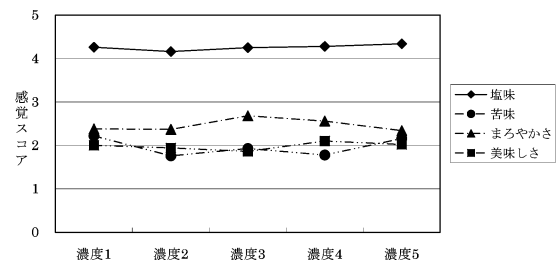


図2 石垣の塩の4つの感覚スコア

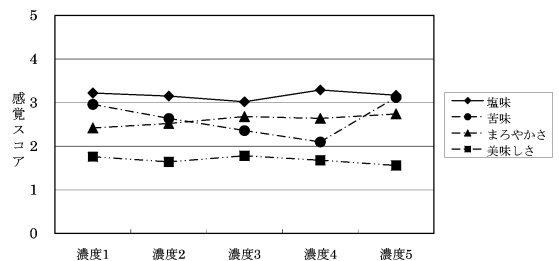
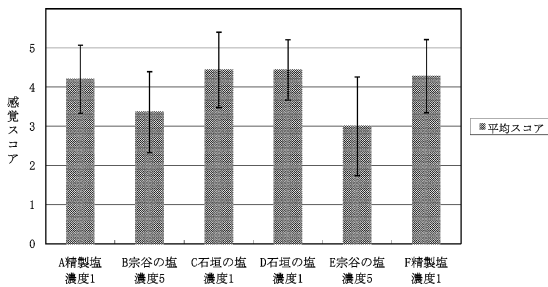


図3 宗谷の塩の4つの感覚スコア

前半（A精製塩、B宗谷の塩、C石垣の塩）と後半（D石垣の塩、E宗谷の塩、F精製塩）に分け、日を違えて実施した3回全ての官能検査での塩味の感覚スコアのみを用いて比較した。ほぼ同量の塩化ナトリウム量で比較するため、以下のように比較した。

- ①A精製塩 濃度1
B宗谷の塩 濃度5
C石垣の塩 濃度1
- ②D石垣の塩 濃度1
E宗谷の塩 濃度5
F精製塩 濃度1



A精製塩濃度1対B宗谷の塩濃度5： $p=0.003$

B宗谷の塩濃度5対C石垣の塩濃度1： $p<0.001$

D石垣の塩濃度1対E宗谷の塩濃度5： $p<0.001$

E宗谷の塩濃度5対F精製塩濃度5： $p<0.001$

図4 塩化ナトリウム量による差

その結果 (図4)、

①AとB ($p=0.003$) およびBとC ($p<0.001$) で有意に差があったが、AとCでは差はなかった。

②DとEおよびEとFで有意に差があった ($p<0.001$) が、DとFでは差はなかった。

よって、同塩化ナトリウム量で塩味の感覚スコアを比較しても、「精製塩」と「石垣の塩」に比べて「宗谷の塩」の感覚スコアが低い結果となった。

4.6 月経の有無による差

女性は月経周期に伴い、甘味を好むといった嗜好の変化^{2,3)}や味覚機能の低下^{4,5)}に関する報告があるが、今回の官能検査の被験者にも同じことが当てはまるかを検討するために、2回以上参加の被験者のうち、いずれか1回の検査日に月経中だった被験8名を対象として比較をした。2回参加の被験者は3名、3回参加の被験者は5名だった。比較には前後の塩味の感覚スコアの平均値(AとFの平均、BとEの平均、CとDの平均)を用いて比較を行った。その結果、1名の被験者(2回参加)のみ全ての濃度と全ての感覚で有意な差があった。しかし7名の被験者には有意な差がなかった。

5. 考察

5.1 塩と「自然塩」

「精製塩の基となる自然塩」は、にがり成分である塩化マグネシウムを含んでおり、この塩化マグネシウムが苦味を呈するために、食用には適さない。

い。そこで「にがり」成分を除去し、こうして出来上がった塩が「精製塩」であり、この「精製塩」を基準として「体に良い・悪い」と言われ、高血圧症予防の観点から塩分制限が大切とされてきた。

日本で手に入れることが出来る塩を大きく分けると、岩塩、天日塩、せんごう塩の三種類である⁶⁾。日本には岩塩層がないため、日本で売られている岩塩は、ドイツやオーストラリア、スペインなどからの輸入品である。また日本は雨が多いために、天日塩も作られておらず、メキシコやオーストラリアからの輸入品が様々なブランド名で販売されている。日本で海水から作られる塩は「膜濃縮せんごう塩」と言われ、私たちが普段料理に使うのは、塩化ナトリウム99%以上の乾燥塩である「食塩」である。

近年「自然塩」と称される塩が市販されているが、「自然塩」という言葉は学術的、科学的に定義されている言葉ではない。「自然」ときくとにがり成分が多い、海水組成に近い、しっとりしているといった一般的イメージがあると考えられる。本研究での「自然塩」は、①海水の水分を蒸発させるだけ、つまり作り方が自然であること、②海のミネラルを100%保持している、つまり成分が自然の構成そのものであることの二つの条件を満たしているものと定義した。「宗谷の塩」はこの定義に適合したが、「石垣の塩」は適合しなかった。

5.2 高血圧と塩

日本では「高血圧=減塩」という考えが根深くある。高血圧治療として日本高血圧学会が示している「高血圧治療ガイドライン(2004年版)」⁷⁾には、「生活習慣の修正項目」として第一に「食塩制限6g/日未満」とあり、第二に「野菜・果実の積極的摂取」、「コレステロールや飽和脂肪酸の摂取を控える」とある。また、臨床栄養学の書籍にも食事療法として食塩の制限が第一に挙げられている^{8,9)}。こういった条件の下で作られた食事は高血圧の治療に適しているが、決して美味しい食事とは言えず、このことは患者のQOLを低下させることにつながってしまう。

5.3 DASH食¹⁰⁾

DASHとは、Dietary Approaches to Stop Hypertensionの頭文字を取っており、内容は低脂肪乳製品ならびに野菜・果実の多い食事である。

低脂肪乳製品は、飽和脂肪酸とコレステロールが少なく、カルシウムが多い食品であり、野菜と果実は、カリウム、マグネシウム、食物繊維を多く含む食品である。DASH食は果実と野菜が豊富で、脂肪とコレステロールが低く、食物繊維、カルシウム、カリウム、マグネシウム、たんぱく質が多いため、ビタミンとミネラルのバランスが良い食事といえる。アメリカではナトリウムを制限しないDASH食を用いた治療が研究され、塩化ナトリウム以外のミネラルが重要な役割を果たしていることが分かった¹¹⁾。アメリカでの臨床試験では、DASH食の効果を厳密に調べ、DASH食摂取により中程度の高血圧患者において降圧が認められた。DASH食治療では、ナトリウムの制限は特にしていないが、DASH食と同時にナトリウムを制限することで、さらに降圧することもわかっている。

日本人の代表的な食事とDASH食を比較してみると、脂肪摂取が全体として少なく、炭水化物が多いという共通点があるが、食物繊維、カリウム、マグネシウム、カルシウムがかなり少なく、コレステロールとナトリウムの摂取が多い点で異なる。したがって野菜と果実の積極的摂取とコレステロールの摂取制限を行うことにより、日本人の食事がDASH食に近づくといえる。

日本においても徐々にDASH食の有用性が認められてきており、書籍にDASH食についての記述がある^{8,12)}。高血圧患者の状態によっては「高血圧＝減塩」という考えだけではなく、ミネラルを豊富に含んだ自然塩を食事に取り入れることも有効ではないかと考える。ただし、糖尿病患者と腎臓病患者においては、野菜と果物の積極的摂取により摂取エネルギーの増加や高カリウム血漿をきたす可能性があるため、専門的な指導が重要である。

5.4 「宗谷の塩」の利用

「宗谷の塩」は「精製塩」の193倍、「石垣の塩」の14倍ものマグネシウムを含んでいるが、今回の官能検査の結果、「苦味」の良くコントロールされた塩であることがわかった。また「宗谷の塩」は長期保存してもサラサラしているため、料理に使う際にも勝手がよく、実用性にも富んでいると考える。高血圧予防の観点からも、ミネラルを豊富に含む「宗谷の塩」の利用を推奨できると考える。

さらに、高血圧患者への治療食において「宗谷の塩」を利用することで、塩化ナトリウム摂取量は抑えることができるが塩味がついており、かつマグネシウム、カルシウム、カリウムも摂取することができる点で優れていると考える。

5.5 月経と味覚

女性は月経周期に伴い、甘味を好むといった嗜好の変化^{2,3)}や味覚機能の低下^{4,5)}に関する報告があるが、今回の官能検査では、月経中の8名の被験者のうち7名の被験者で月経の有無による味覚の変化は見られなかった。このことから、塩に対する味覚や嗜好は、他の味覚物質とは異なって月経周期に伴う変化を受けにくい可能性が示唆された。

6. 結論

「宗谷の塩」は、塩化ナトリウム以外のミネラルを豊富に含むにもかかわらず苦くない「自然塩」である。調理に好ましい味覚的特徴をもち、かつカリウムとマグネシウムを含むことから高血圧予防の観点からも推奨される自然塩である。

7. 展望

実際に調理で使用するときのことを考えると、だし汁を用いた官能検査などを行い、実際の調理に近い条件で、「宗谷の塩」の特徴と味覚的特徴を明らかにする必要があるであろう。

8. 要約

海水のミネラルを100%保持した自然塩である「宗谷の塩」を用いて官能検査を行った。その結果、「宗谷の塩」はマグネシウムを多く含んでいるが、「苦味」の良くコントロールされた塩であることがわかった。塩化ナトリウム量を同一にして比較しても、「宗谷の塩」は「精製塩」および「石垣の塩」より「塩味」が弱かった。「宗谷の塩」は、塩化ナトリウム以外のミネラルを豊富に含むにもかかわらず苦くない「自然塩」であり、調理に好ましい味覚的特徴をもち、かつ海水濃度と同等のカリウムとマグネシウムを含むことから、高血圧予防の観点からも推奨される自然塩である。

謝辞

官能検査にご協力いただきました食物栄養学科の学生の皆様と、予備実験にご協力いただきました食物栄養学科の助手の皆様にご感謝申し上げます。

参考・引用文献

- 1) 橋本壽夫, 村上正祥. シリーズ《食品の科学》塩の科学. 2006.4-6.
- 2) Stephanie P. Dalvit. The effect of the menstrual cycle on patterns of food intake. *Am J Clin Nutr.* 1981. 34: SEPTEMBER. 1811-1815.
- 3) DEBORAH J. BOWEN, NEIL E. GRUNBERG. Variations in Food Preference and Consumption Across the Menstrual Cycle. *Physiol Behav.* 1990; 47: 287-291.
- 4) T. T. THAN, E. R. DELAY, M. E. MAIER. Sucrose Threshold Variation During the Menstrual Cycle. *Physiol Behav.* 1993; 56(2): 237-239.
- 5) EDWARD V. GLANVILLE, Ph. D., ARNOLD R. KAPLAN, Ph. D.. The menstrual cycle and sensitivity of taste perception. *Am. J. Obst. & Gynec.* 1965; 92: 189-194.
- 6) 社団法人日本塩工業会. <http://www.sio.or.jp/>.
- 7) 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会. 高血圧治療ガイドライン2004. 日本高血圧学会. 2005; 22-27.
- 8) 中村丁次, 小松龍史, 杉山みち子, 川島由起子編. 健康・栄養科学シリーズ 臨床栄養学. 南江堂. 2008; 189-193.
- 9) 後藤昌義, 瀧下修一. 新しい臨床栄養学 改訂第4版. 南江堂. 2005: 125-127.
- 10) National Heart, Lung, and Blood Institute. http://www.nhlbi.nih.gov/health/public/heart/hbp/dash/new_dash.pdf. 2006.
- 11) The Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) Trial. *J Am Diet Assoc.* 1999; 99 (suppl).
- 12) 日本病態栄養学会編. 病態栄養専門師のための病態栄養ガイドブック. メディカルレビュー社. 2008; 175-178.