

## 菜食者における抗酸化能に関連する因子の検討 —亜鉛・セレンについて—

小切間 美 保<sup>1)</sup>, 小 畠 ゆかり<sup>1)</sup>, 樋 口 寿<sup>2)</sup>, 井 奥 加 奈<sup>3)</sup>, 伏 木 沙 織<sup>1)</sup>, 奥 田 豊 子<sup>3)</sup>  
(<sup>1)</sup>同志社女子大学生活科学部\*, (<sup>2)</sup>近畿大学農学部\*\*, (<sup>3)</sup>大阪教育大学教育学部\*\*\*)

### Related Factors of the Antioxidation in the Vegetarian : Zinc and Selenium

Miho KOGIRIMA<sup>1)</sup>, Yukari KOBATAKE<sup>1)</sup>, Hisa HIGUCHI<sup>2)</sup>, Kana IOKU<sup>3)</sup>  
Saori FUSHIKI<sup>1)</sup> and Toyoko OKUDA<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Food Science and Nutrition, Doshisha Women's College,

<sup>2)</sup>School of Agriculture, Kinki University,

<sup>3)</sup>Faculty of Education, Osaka-kyoiku University

#### Summary

A vegetarian diet is considered better for prevention and treatment of lifestyle-related diseases. However, zinc and selenium, currently recognized as antioxidants, are abundant in animal food, and so it is necessary to assess the nutritional status of vegetarians with respect to these nutrients. We evaluated the serum levels of zinc, selenium, superoxide dismutase (SOD), dietary intake, and other elements in 13 non-vegetarian and 11 vegetarian individuals in 2007. In addition, we put the data in our 2002–2003 study on 58 non-vegetarian and 31 vegetarian individuals together. So we analyzed the dietary intake and constituents of serum in 113 subjects. We found that the intake and serum levels of zinc and selenium were lower in the vegetarian than in the non-vegetarian individuals. Although the difference was not significant, the serum SOD was also lower in the vegetarians. Accordingly, the deficient intake of some nutrients by the vegetable diet was considered to negatively affect the health. However, there were more intake of antioxidants, such as  $\beta$ -carotene and manganese, in the vegetarian than in non-vegetarian diet, and the positive effect of these elements was noticed.

Although the vegetable diet is reportedly an effective method from the viewpoint of obesity control and lifestyle-related disease prevention, we think that it is necessary to consider well the trace nutrients intake in this vegetarian diet.

食生活の変化に伴い、日本人の肥満および脂質代謝異常による糖尿病、心疾患、循環器系疾患、がんの患者が急増し<sup>1-3)</sup>、生活習慣病やメタボリックシンドロームの増加が深刻な状況にある。野菜や果物の摂取がこれらの疾患の予防に関係するという報告<sup>4-6)</sup>や菜食が血液流動性を高めて動脈硬化予防に寄与する可能性<sup>7,8)</sup>が報告され、菜食の良さが見なおされつつある。

生活習慣病の原因の一つとして生体内過酸化が問題といわれており<sup>9)</sup>、野菜や果物に含まれる抗酸化能を有する微量栄養素等の効果が期待される。一方で、スーパーオキシドジスムターゼ (SOD) やグルタチオンペルオキシダーゼ (GSHpx) の必須成分として抗酸化作用に関与している亜鉛・セレンなどの必須微量元素は動物性食品に多く含まれ、欧米の菜食者を対象とした調査研究では、これらの

必須微量元素の不足が報告されている<sup>10-13)</sup>。しかし、日本人菜食者を対象に亜鉛、セレンの栄養状態を評価した報告は少ない<sup>14,15)</sup>。

著者らはすでに菜食者の亜鉛・セレンの栄養状態について報告した<sup>14,15)</sup>。対象は、生活習慣病予防および治療の目的で、医師の指示のもと菜食療法を実施している者と一般的な食事をしている者であった。その結果、血清亜鉛およびセレン濃度は動物性食品からの亜鉛およびセレン摂取量が少ない者において低値を示した。しかし、抗酸化能を示す指標を用いた評価を行っていなかったことから、本研究では菜食者 11 名、非菜食者 13 名について血清中の SOD 活性値の測定を加えた評価を行った。また、既報の対象者の結果と合わせ、対象者数を増やした延べ 113 名の身体状況、血液データ、栄養素等摂取量についても分析を行い亜

\*所在地：京都市上京区今出川通寺町西入 (〒602-0893)

\*\*所在地：奈良市中町 3327-204 (〒631-8505)

\*\*\*所在地：大阪府柏原市旭ヶ丘 4-698-1 (〒582-8582)

鉛・セレンの栄養状態について検討を試みた。

## 材料と方法

### 1. 調査対象および調査期間

医師の指示のもとで菜食療法を実施している中高年者を菜食者とし、一般的な食事をしている中高年者を非菜食者とした。菜食者の食事内容は、玄米粉、豆腐、緑黄色野菜の絞り汁を基本としていた。2007年10~11月に実施した調査では、菜食者11名（男性5名、女性6名）、非菜食者13名（男性7名、女性6名）を対象とした。さらに、これら24名のデータと2002~2003年に同様の調査によりわれわれが報告したデータ<sup>14,15)</sup>の菜食者31名と非菜食者58名とを合わせ、延べ人数として菜食者42名（男性5名、女性37名）と非菜食者71名（男性7名、女性64名）で分析を行った。年齢は30~74歳とした。

なお、すべての対象者には書面と口頭の両方で本研究の主旨を十分に説明し、書面にて参加の同意を得た。

### 2. 食事調査

食事調査は採血前2日間、秤量法により摂取したすべての食物、水以外の飲料やサプリメント、薬剤について記録してもらった。対象者が記録した各食品の摂取重量を、五訂増補日本食品成分表にもとづく栄養価計算ソフト（エクセル栄養君 ver.4.5）を用いて栄養価を算出し、2日間の平均値を個人の栄養素等摂取量とした。セレンの含有量については鈴木らの報告<sup>16)</sup>の一部を吉田らの報告<sup>17,18)</sup>にもとづいて修正したデータベースを用いて算出した。エネルギーおよびタンパク質については、対象者が男女混合であることおよび年齢の範囲を考慮して、体重(kg)あたりで示した。

### 3. 体格・血液成分・血圧の測定

測定前日の夕食後から水以外は何も摂取せず、当日の早朝空腹時に採血および身長・体重・腹囲・腰囲・血圧・体脂肪率の測定を行った。血圧測定にはオムロン自動血圧計HEN-770A、体脂肪率測定にはオムロンHBF 301を用いた。

体脂肪率と測定した体重から体脂肪重量と除脂肪重量を算出した。血液検査のすべてを日本医学臨床検査研究所に依頼した。血清亜鉛濃度は原子吸光法（フレイム法）、血清セレン濃度は原子吸光法（グラファイト法）、血清SOD活性はニトロブルーテトラゾリウム（NBT）還元法で測定した。なお、血清亜鉛濃度は採血から血清分離までの時間が長くなると血清亜鉛濃度が高くなるという報告<sup>19)</sup>があるため、専用の真空採血管で採血後、血液凝固を確認してすぐに（およそ30~45分）血清を分離した。

### 4. 解析方法

統計的解析にはSPSS (ver.16.0)を用いた。非菜食者と菜食者それぞれの男女比に差はなかったため( $\chi^2 = 0.116$ ,  $P = 0.759$ )、男女混合で分析を行った。また2群の比較にはt検定を行い、単相関分析は今回のデータが正規分布していないデータであったことからSpearmanの相関係数を用いた。

## 結果

菜食者と非菜食者の体格・体組成を比較したところ（Table 1）、体重、BMI、体脂肪率は菜食者が有意に低値を示した。また、腹囲、腰囲、収縮期血圧、拡張期血圧においても菜食者が有意に低値であった。

食品群別摂取量をみると（Table 2）、豆類、緑黄色野菜は菜食者のほうが多く摂取しており、それ以外のほとんどの食品群では非菜食者のほうが多く摂取していた。栄養素等摂取量では（Table 3）体重あたりのエネルギーおよびタンパク質、脂質、炭水化物において菜食者が低値を示した。また、動物性食品に多く含まれる亜鉛、セレン、ビタミンB<sub>12</sub>においても菜食者が低値であった。しかし、緑黄色野菜や大豆製品に多く含まれるミネラルやビタミン、食物繊維は菜食者のほうが高値を示した。とくに抗酸化栄養素であるβ-カロテン当量、マンガンは菜食者で有意に高く、ビタミンEとビタミンCも高い傾向にあった。

Table 4には血液性状を示した。血清中の総タンパク質、アルブミンは菜食者を含めた全対象者が基準範囲内であっ

Table 1 Physical status of subjects n = 113

	Non-vegetarian n=71 (m=7, f=64)		Vegetarian n=42 (m=5, f=37)		P
	Mean	SD	Mean	SD	
Age (year)	52.7 ± 11.4		58.8 ± 10.9		0.006 **
Height (cm)	157.6 ± 7.4		155.1 ± 5.7		0.057
Weight (kg)	57.5 ± 8.5		45.4 ± 6.6		0.000 ***
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.2 ± 3.1		18.9 ± 2.8		0.000 ***
Body fat percentage (%)	29.3 ± 6.6		21.4 ± 6.3		0.000 ***
Body fat (kg)	13.2 ± 7		8.5 ± 2.5		0.068
Fat free mass (kg)	44.4 ± 9.2		37.8 ± 5.3		0.053
Abdominal circumference (cm)	74.0 ± 8.6		64.0 ± 7.6		0.000 ***
Waist (cm)	91.3 ± 6.2		82.4 ± 5.0		0.000 ***
Systolic blood pressure (mmHg)	125.2 ± 20.2		110.0 ± 17.8		0.000 ***
Diastolic blood pressure (mmHg)	79.1 ± 11.8		69.3 ± 11.9		0.000 ***

た。血清中の LDL-コレステロール,  $\beta$ -リポタンパク, 尿酸では非菜食者が高値を示したが, 血清葉酸値は菜食者が有意に高値であった。血清亜鉛・セレンについても非菜食者が有意に高値を示した (Table 5)。血清亜鉛濃度の参考値 (65  $\mu\text{g}/\text{dL}$ ) 未満者の割合は非菜食者では 0% で菜食者

では 7% であった。血清セレンの参考値 (10.6  $\mu\text{g}/\text{dL}$ ) 未満者の割合は非菜食者で 6% であったのに対し, 菜食者で 40% の高値を示した。

全対象者 113 名の血清亜鉛, セレンそれぞれと相関する因子を Table 6 に示した。血清亜鉛との単相関分析の結果,

**Table 2** Food intake n = 113 (g)

	Non-vegetarian		Vegetarian		P
	Mean	SD	Mean	SD	
Cereals	361	± 105	205	± 192	0.000 ***
Nuts and seeds	3	± 8	10	± 16	0.012 *
Potatoes	30	± 28	14	± 26	0.003 **
Sugar	12	± 9	14	± 22	0.455
Confectioneries	25	± 23	5	± 17	0.000 ***
Fats and oils	16	± 11	1	± 5	0.000 ***
Pulses	59	± 58	302	± 136	0.000 ***
Fruits	127	± 94	149	± 218	0.542
Dark green and yellow vegetables	134	± 90	427	± 191	0.000 ***
Other vegetables	164	± 82	116	± 125	0.033 *
Mushrooms	11	± 18	1	± 4	0.001 **
Sea plants	7	± 12	5	± 14	0.486
Fishes and shellfishes	76	± 52	8	± 19	0.000 ***
Meats	62	± 44	1	± 3	0.000 ***
Eggs	35	± 23	1	± 3	0.000 ***
Milks	160	± 104	0	± 2	0.000 ***

**Table 3** Nutrients intake n = 113

	Non-vegetarian		Vegetarian		P
	Mean	SD	Mean	SD	
Energy/weight (kcal/kg)	32.7	± 7.3	23.4	± 7.3	0.000 ***
Protein/weight (g/kg)	1.25	± 0.33	0.93	± 0.33	0.000 ***
Fat (g)	57.1	± 17.9	23.5	± 12.7	0.000 ***
Carbohydrate (g)	248	± 49	176	± 57	0.000 ***
Kalium (mg)	2780	± 610	3170	± 1150	0.044 *
Calcium (mg)	570	± 186	879	± 545	0.001 **
Magnesium (mg)	281	± 67	414	± 137	0.000 ***
Iron (mg)	8.8	± 2.7	12.9	± 4.3	0.000 ***
Zinc (mg)	8.2	± 2.1	6.3	± 2.1	0.000 ***
Selenium ( $\mu\text{g}$ )	131	± 44.00	29	± 22	0.000 ***
Copper (mg)	1.18	± 0.32	1.36	± 0.48	0.038 *
Manganese (mg)	4.32	± 2.52	6.38	± 2.08	0.000 ***
$\mu\text{g}$ $\beta$ -carotene equivalent	3295	± 1864	21218	± 11907	0.000 ***
$\mu\text{g}$ retinol equivalent	514	± 239	1222	± 810	0.000 ***
Vitamin E (mg)	8.7	± 2.6	14.7	± 28.7	0.182
Vitamin K ( $\mu\text{g}$ )	245	± 185	439	± 283	0.000 ***
Vitamin B <sub>12</sub> ( $\mu\text{g}$ )	7.29	± 4.84	1.51	± 2.78	0.000 ***
Folic acid ( $\mu\text{g}$ )	368	± 115	414	± 232	0.238
Vitamin C (mg)	150	± 126	406	± 1020	0.111
Dietary fiber (g)	13.7	± 4.8	21.8	± 8.5	0.000 ***

**Table 4** Biochemical parameters in serum n = 113

	Reference value	Non-vegetarian		Vegetarian		P
		Mean	SD	Mean	SD	
Total protein (g/dl)	6.5–8.3	7.4	± 0.4	7.4	± 0.4	0.803
Albumin (g/dl)	3.8–5.2	4.6	± 0.2	4.6	± 0.2	0.378
Triacylglycerol (mg/dl)	40–149	87	± 37	81	± 50	0.410
Total cholesterol (mg/dl)	130–220	219	± 41	207	± 38	0.137
HDL-cholesterol (mg/dl)	m 40–80, f 40–86	64.7	± 14.7	68.3	± 15.0	0.218
LDL-cholesterol (mg/dl)	70–139	136	± 40	121	± 32	0.039 *
$\beta$ -lipoprotein (mg/dl)	150–500	376	± 111	326	± 99	0.017 *
Non-esterified fatty acid ( $\mu\text{Eq}/\text{l}$ )	150–600	821	± 287	812	± 385	0.893
Folic acid (ng/ml)	3.6–12.9	10.1	± 3.7	14.8	± 6.1	0.000 ***
Blood urea nitrogen (mg/dl)	8–20	15	± 3	14	± 4	0.238
Uric acid (mg/dl)	m 3.6–7.0, f 2.5–7.0	5	± 1	4	± 1	0.000 ***

血清セレンや肥満の指標となる体重, BMI, 体脂肪率, 腹囲, 腰囲および血圧が正の相関を示した。また, エネルギー摂取, タンパク質・脂質摂取量およびこれらと関連す

る油脂類や肉類・魚介類など動物性食品の摂取量などとの間にも正の相関が認められたが, 菜食と関連する緑黄色野菜摂取量, 豆類の摂取量, 摂取βカロテン当量などとの

**Table 5** Trace elements in serum n = 113

		Non-vegetarian		Vegetarian		P
		Mean	SD	Mean	SD	
Serum zinc (μg/dL)	65-111	89.9 ± 10.1		81.1 ± 12.4		0.000 ***
Serum selenium (μg/dL)	10.6-17.4	13.5 ± 2.1		12.1 ± 3.3		0.015 *
Serum copper (μg/dL)	m 64-187, f 40-162	113 ± 16		107 ± 22		0.109

**Table 6** Relationship between all variables and trace elements in all subjects

Serum zinc n = 113			Serum selenium n = 113		
Variables	R	P	Variables	R	P
Weight (kg)	0.406	0.000	Weight	0.216	0.021
Systolic blood pressure	0.295	0.002	Systolic blood pressure	0.204	0.031
Diastolic blood pressure	0.360	0.000	Waist	0.235	0.012
Abdominal circumference	0.416	0.000	Body fat	0.366	0.000
Waist	0.378	0.000	BMI	0.300	0.001
Body fat	0.388	0.000	Serum zinc	0.231	0.014
BMI	0.415	0.000	Magnesium	-0.249	0.008
Waist-to-hip circumference ratio	0.308	0.001	Iron	-0.250	0.007
Serum selenium	0.231	0.014	Selenium	0.224	0.017
Energy	0.220	0.019	Copper	-0.253	0.007
Protein	0.277	0.003	Manganese	-0.240	0.010
Fat	0.216	0.022	Retinol	0.243	0.010
Selenium	0.284	0.002	α-carotene	-0.244	0.009
Manganese	-0.253	0.007	β-carotene	-0.256	0.006
α-carotene	-0.305	0.001	Cryptoxanthin	-0.298	0.001
β-carotene	-0.269	0.004	μg β-carotene equivalent	-0.241	0.010
μg β-carotene equivalent	-0.264	0.005	Vitamin D	0.249	0.008
μg retinol equivalent	-0.228	0.015	δ-tocopherol	-0.240	0.010
Vitamin D	0.194	0.040	Vitamin B <sub>6</sub>	-0.208	0.027
Vitamin B <sub>1</sub>	-0.218	0.020	Saturated fatty acid	0.203	0.031
Vitamin B <sub>12</sub>	0.204	0.030	Monounsaturated fatty acid	0.205	0.029
Saturated fatty acid	0.265	0.005	Soluble dietary fiber	-0.252	0.007
Monounsaturated fatty acid	0.213	0.024	Insoluble dietary fiber	-0.273	0.003
Cholesterol	0.316	0.001	Dietary fiber	-0.269	0.004
Fats and oils	0.224	0.017	Fats and oils	0.234	0.013
Pulses	-0.221	0.019	Pulses	-0.216	0.022
Dark green and yellow vegetables	-0.218	0.020	Dark green and yellow vegetables	-0.228	0.015
Fishes and shellfishes	0.255	0.006	Vegetables	-0.276	0.003
Meats	0.288	0.002	Fishes and shellfishes	0.248	0.008
Eggs	0.307	0.001	Milks	0.259	0.006
Milks	0.324	0.000			

**Table 7** Relationship between serum SOD, zinc, selenium and the nutrients intake related to antioxidation n = 24

	Serum SOD	Serum zinc	Serum selenium
Serum SOD		0.369	0.117
Serum zinc	0.369		-0.113
Serum selenium	0.117	-0.113	
α-carotene	-0.413 *	-0.448 *	0.212
β-carotene	-0.251	-0.520 **	0.084
Cryptoxanthin	0.072	0.161	-0.463 *
μg β-carotene equivalent	-0.478 *	-0.491 *	0.137
α-tocopherol	0.044	0.032	-0.340
β-tocopherol	-0.081	0.057	-0.478 *
γ-tocopherol	0.014	-0.105	-0.092
δ-tocopherol	0.018	-0.162	0.138
Vitamin E	-0.063	-0.011	-0.350
Vitamin C	-0.027	-0.101	-0.394
Manganese	-0.065	-0.159	-0.239

間には負の相関が認められた。血清セレンについても同様に、肥満の指標、魚介類・乳類摂取量との間に正の相関が認められたが、野菜類の摂取およびそれと関連する摂取β-カロテン当量、食物繊維摂取量などとの間に負の相関が認められた。

Table 7は2007年調査の24名について、血清中のSOD活性、亜鉛濃度、セレン濃度の測定と食事調査から得た抗酸化栄養素摂取量との関係を検討した結果である。SOD活性はβ-カロテン当量、α-カロテンとの間に有意な負の相関がみられ、亜鉛はβ-カロテン当量、β-カロテン、α-カロテンとの間に、セレンはβ-トコフェロール、クリプトキサンチンとの間にそれぞれ有意な負の相関がみられた。データは示していないが、24名での血清亜鉛は非菜食者(90.4 ± 7.3 μg/dL)より菜食者(81.0 ± 11.2 μg/dL)が有意に低値(P=0.022)を示した。血清SOD活性では、有意差はなかったが非菜食者5.7 ± 2.0%, 菜食者4.9 ± 1.6%(参考値6.4~12.8%)と菜食者で低い傾向を示した。また、血清亜鉛とSOD活性との間に有意な相関は認められなかった。SOD活性が参考値未満の者は24名中16名(非菜食者7名, 菜食者9名)であった。

## 考 察

血清亜鉛濃度は113名の結果と同様に24名の対象者でも菜食者が低値を示した。血清SOD活性は有意ではないが菜食者で低い傾向にあった。また、著者らは菜食療法実施前と実施中の中老年女性19名において、亜鉛含有酵素であるアルカリフォスファターゼ活性値が低下することを報告した<sup>15)</sup>。亜鉛は抗酸化作用への関与に限らず100種類を超える酵素に必須の元素であることから、菜食による亜鉛摂取不良が、生体に影響を及ぼしていると考えている。亜鉛は菜食者が摂取している玄米にも多く含まれるが、玄米にはフィチン酸含有量も高い。菜食のようなタンパク質摂取量が少ない食事では、フィチン酸による吸収阻害を受けやすいと考える<sup>20)</sup>。このことが亜鉛摂取量と血清亜鉛濃度との間に相関がみられなかったことに関係し、亜鉛の栄養状態に影響したと考えられる。

また、血漿セレンの30%は細胞外GSHpxと結合し、60%はセレノプロテインPに結合しているという報告があり<sup>21)</sup>、セレノプロテインPは、セレンの輸送に働いている。GSHpxの他にもチオレドキシシン還元酵素群というセレン依存性酵素ファミリーが抗酸化作用を持つと報告された<sup>22)</sup>。菜食者で血清セレン濃度が低かったことから、セレンが関与する抗酸化能が低下している可能性が推測された。

一方、著者らの研究で、菜食療法実践者は抗酸化作用を有するとされるフラボノイド摂取量が多く、とくにケルセチンについては血清濃度も高くなっていたことを報告している<sup>23)</sup>。フラボノイドは7日間以上連続して摂取しなければ血漿中に蓄積しないことが報告されていることから<sup>24)</sup>、習慣的な菜食によって摂取量が増加する抗酸化成分が生体

内で作用している可能性が推測される。

以上のことから、菜食療法実践者では亜鉛、セレン摂取量の低下は明らかであるが、野菜・果物の抗酸化成分が生体内で働いている可能性が示唆された。本研究で組織中のSOD活性の測定はできなかったが、β-カロテン当量と血清SOD活性との間に有意な負の相関が認められたことは、菜食によるカロテノイド摂取増加が、細胞内SODの必要性を低下させることを示唆しているかもしれない。

菜食療法実践者は、玄米や豆腐、野菜を中心としたビタミンやミネラル、食物繊維が多い食事であり、エネルギー摂取量が低いと痩せの傾向を示し血圧も低い。しかし、血清アルブミンや総タンパク質においては全員基準範囲内であった。データは示していないが、生活状況の指標として万歩計を用いて歩数を調査した結果、1日平均5950 ± 1760歩であった。2006年の国民健康栄養調査<sup>25)</sup>で50歳代女性の平均歩数7070 ± 3595歩と比べて活動量がとくに低いとは考えられない。つまり、菜食者が低栄養や低活動状況とは限らないことを示している。ただし、動物性食品を厳格に制限している対象者ほど亜鉛、セレン、ビタミンB<sub>12</sub>などの不足の可能性が高い。これらの栄養素のために小魚や乳製品を摂取すれば、動物性脂肪を取り過ぎることなく、不足を補うことが可能である。従って、菜食療法は肥満予防、生活習慣病予防の観点から効果的な方法であるといえるが、不足しやすい微量栄養素摂取に十分配慮する必要がある。

最後に、調査にご協力いただきました被検者の皆様から感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) Egusa G, Murakami F, Ito C, Matsumoto Y, Koda S, Okamura M, Mori H, Yamane K, Hara H, Yamakido M (1993) Westernized food habits and Concentrations of serum lipids in the Japanese. *Atherosclerosis* 100: 249-255.
- 2) Imazu M, Yamamoto H, Toyohuku M, Watanabe T, Okubo M, Egusa G, Yamakido M, Kohno N (2001) Association of apolipoprotein E phenotype with hypertension in Japanese-Americans: Data from the Hawaii-Los Angeles-Hiroshima Study. *Hypertens. Res.* 24: 523-529.
- 3) Egusa G, Watanabe H, Ohshita K, Fujiwawa R, Yamane K, Okubo M, Kohno N (2002) Influence of the extent of westernization of lifestyle on the progression of preclinical atherosclerosis in Japanese subjects. *J Atheroscler Thromb* 9: 299-304.
- 4) McCullough ML, Feskanich D, Stanmpfer MJ, Rosner BA, Hu FB, Hunter DJ, Variyam JN, Colditz GA, Willet WC (2000) Adherence to the dietary guidelines for Americans and risk of major chronic diseases in

- women. *Am J Clin Nutr* 72: 1214–1222.
- 5) Liu S, Manson JE, Lee IM, Cole SR, Hennekens CH, Willett WC, Buring JE (2000) Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular diseases: The Women's Health Study. *Am J Clin Nutr* 72: 922–928.
  - 6) Bazzano LA, He J, Ogden LG, Loria CM, Vupputuri S, Myers L, Whelton PK (2002) Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease in US adults: The First National Health and Nutrition Examination Survey Epidemiologic Follow-up Study. *Am J Clin Nutr* 76: 93–99.
  - 7) 樋口 寿, 奥田豊子, 佐々木公子, 小切間美保, 井奥加奈, 梶原苗美, 岡田祐季, 岡田真理子 (2006) 中高年女性の食事パターンと血液流動性との関連. *日本家政学会誌* 57(3): 159–167.
  - 8) 樋口 寿, 奥田豊子, 梶原苗美, 岡田祐季, 井奥加奈, 佐々木公子, 小切間美保, 岡田真理子 (2006) 血液流動性に影響する食事因子の検討. *日本家政学会誌* 57(9): 619–626.
  - 9) Garrow JS, James WPT, Ralph A: 細谷憲政 [日本語版監修代表] (2004) *Human nutrition and dietetics*. 医歯薬出版, 東京. pp. 235–244.
  - 10) Rauma AL (2000) Antioxidant status in vegetarians versus omnivores. *Nutrition* 16: 111–119.
  - 11) Hunt JR, Matthys LA, Johnson LK (1998) Zinc absorption, mineral balance, and blood lipids in women consuming controlled lactoovovegetarian and omnivorous diets for 8 wk. *Am J Clin Nutr* 67: 421–430.
  - 12) Hunt JR (2003) Bioavailability of iron, zinc and other trace minerals from vegetarian diet. *Am J Clin Nutr* 78 (suppl): 633S–639S.
  - 13) Ball MJ, Ackland ML (2000) Zinc intake and status in Australian vegetarians. *Brit J Nutr* 83: 27–33.
  - 14) 小切間美保, 田川尚美, 佐々木公子, 樋口 寿, 井奥加奈, 梶原苗美, 岡田真理子, 奥田豊子 (2004) 45日間菜食療法実践女性の血清セレン・亜鉛濃度と関連する因子. *Trace Nutrients Research* 21: 93–96.
  - 15) 小切間美保, 佐々木公子, 井奥加奈, 梶原苗美, 岡田真理子, 奥田豊子 (2004) 血清微量元素濃度からみた  
菜食の栄養評価－亜鉛・銅・セレンについて－. *Trace Nutrients Research* 21: 149–152.
  - 16) 鈴木泰夫 (1993) 食品の微量元素含有量. 第一出版, 東京.
  - 17) 吉田宗弘, 安藤達彦, 館 博 (1995) 輸入米および輸入大豆のセレン含量. *日本栄養・食糧学会誌* 48: 152–155.
  - 18) 吉田宗弘, 安本教傳 (1988) 日本人の消費するコムギ, およびダイズ製品のセレン含量. *日本栄養・食糧学会誌* 41: 320–322.
  - 19) 野本昭三, 山内一由, 中林徹雄 (2003) 血清亜鉛値による亜鉛欠乏症検出システムの現況: その欠落部への提言. *Biomed Res Trace Elements* 14 (4): 335–337.
  - 20) Sandström B, Lönnerdal B (1989) Promoters and antagonists of zinc absorption. In: Mills CF (ed) *Zinc in human biology*. Springer-Verlag, Berlin, p57.
  - 21) Harrison I, Littlejohn D, Fell GS (1996) Distribution of selenium in human blood plasma and serum. *Analyst* 121: 189–194.
  - 22) Sun QA, Zappacosta F, Jeang KT, Lee BJ, Hatfield D, Gladyshev VN (1999) Redox regulation of cell signaling by selenocysteine in mammalian thioredoxin reductases. *J Biol Chem* 274: 24522–24530.
  - 23) 井奥加奈, 奥田豊子, 樋口 寿, 小切間美保, 梶原苗美, 竹井瑤子 (2007) 緑黄色野菜の継続的な摂取と調理形態が血漿ケルセチン濃度に及ぼす影響. *FFI Journal* 212 (2): 118–127.
  - 24) Erdman Jr JW, Balentine D, Arab L, Beecher G, Dwyer JT, Folts J, Harnly J, Hollman P, Keen CL, Mazza G, Messina M, Scalbert A, Vita J, Williamson G, Burrowes J (2007) *Flavonoids and heart health: Proceedings of the ILSI North America Flavonoids Workshop, May 31–June 1, 2005*. Washington, DC, *J Nutr* (suppl) 137: 718S–737S.
  - 25) 厚生労働省健康局総務課, 平成 16 年国民健康・栄養調査報告書. 第 3 部 身体状況調査の結果. pp. 145–182. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyuu06/pdf/01-03.pdf>