大阪府下の事業所に勤務する男性における血中、 および尿中セレン濃度の変動要因

吉 田 宗 弘

関西医科大学公衆衛生学教室

Factors Associated with Variations in Blood and Urinary Selenium Concentrations among Male Employees of Companies in Osaka Prefecture

Munehiro YOSHIDA

Department of Public Health, Kansai Medical University, Moriguchi 570

Nippon Eiyō Shokuryō Gakkaishi (*J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci.*) 44, 357~363 (1991)

Plasma, erythrocyte and urine selenium concentrations of 104 healthy male employees of companies in Osaka Prefecture were determined fluorometrically, and their intake of selenium-rich foods (bread, eggs, meat and fish), smoking habits, and alcohol consumption were surveyed by means of a simplified questionnaire. Geometric mean selenium concentrations were as follows: plasma, 110 ng/ml; erythrocytes, 261 ng/ml; urine, 27 µg/g creatinine. Erythrocyte selenium concentrations were significantly correlated with weekly fish intake ($r_s=0.479$, $p<0.001$). Weekly fish intake was found to be the unique factor associated with variations in erythrocyte selenium concentration on the basis of multiple regression analysis using weekly intake of selenium-rich foods, age, smoking habits, alcohol consumption and Broca index as variables. Urinary selenium concentration was significantly correlated with intake of selenium-rich foods at breakfast on the day of urine sampling and at supper on the preceding day ($r=0.248$, $p<0.01$). Intake prior to urine sampling was found to be the unique factor associated with variations in urinary selenium concentration based on multiple regression analysis. High intake of selenium-rich foods, particularly bread, eggs and meat, before blood collection was associated with higher plasma selenium concentrations. Multiple regression analysis showed that age and alcohol consumption were also associated with plasma selenium concentration. Serum albumin, negatively correlated with age, was significantly correlated with plasma selenium concentration ($r=0.236$, $p<0.05$). These results indicate that 1) habitual fish intake is the main factor contributing to erythrocyte selenium concentrations, 2) urinary selenium concentration is strongly associated with selenium intake before the urine sampling, 3) plasma selenium concentration is influenced not only by selenium intake before blood sampling but by age and alcohol consumption.

Key Words blood selenium, urinary selenium, habitual fish intake, multiple regression analysis.

(Received June 23, 1990)

近年の疫学的研究は、がんをはじめとするいくつかの疾病の発症にとって、低セレン状態が危険因子の一つになる場合のあることを示している^{1)~3)}。しかし、このような知見が、セレンと疾病との間の直接的な関連を意味しているのかどうかは、必ずしも明確ではない。多くの疫学的研究において、ヒトのセレン状態は、血中や尿中

セレン濃度によって評価されている⁴⁾。血中および尿中セレン濃度は、特定の食品の摂取や年齢などの要因によって変動することが報告されている^{5)~8)}。これらのことは、セレン状態と疾病の発生の関連を検討する場合に、対象とする集団の血中や尿中セレン濃度がどのような要因によって変動しているのかを明確にしておく必要があることを示している。

すでに、いくつかの日本人の小集団を対象にした研究

においては、赤血球セレン濃度と魚の摂取習慣との間に正の相関が成立することが知られている⁷⁻⁹⁾。しかし日本人において、魚の摂取習慣が赤血球セレン濃度の変動要因の一つであるとしても、それだけで赤血球セレン濃度の大小を論じることには慎重でなければならない。たとえば、Imai らは長崎県下の離島に居住する男性の赤血球セレン濃度について、魚の摂取と年齢に加えて飲酒の影響をあげている⁹⁾。一方、血漿や尿中セレン濃度に対する年齢や食事要因以外の変動要因についての研究は、わが国では少なく、わずかに高齢者の血漿セレン濃度に対して喫煙量が負の変動要因として報告されているにすぎない¹⁰⁾。

本研究は、セレン状態に影響を及ぼす生活環境要因を明らかにする目的で、大阪府下の事業所に勤務する男性を対象にして、血漿、赤血球、および尿中セレン濃度を測定し、各セレン濃度と、高セレン含量食品（パン、タマゴ、肉類、魚介類）の摂取状況、年齢、喫煙量、飲酒量などとの間の関係を統計的に検討したものである。

対 象 と 方 法

1. 調 査 対 象

大阪府下の複数の事業所を対象に実施した定期健康診断を受診した男性の中で、肝機能検査（GOT, GPT, γ -GTP）、尿検査（尿糖、尿タンパク質、潜血）の結果がいずれも正常範囲内であった104人を調査対象とした。対象者の年齢（平均値±標準偏差（範囲））は、40.4±10.9（18~64）歳であった。これらの対象者について、健康診断のために採取した血液と尿の一部をセレン測定用試料として用いた。採血、採尿はいずれも午前10時から11時の間に実施した。

2. 食品摂取頻度、喫煙量、および飲酒量の推定

健康診断受診者全員に食品摂取、喫煙、および飲酒に関する質問紙を配布し解答を得た。食品摂取は、前報⁹⁾と同様に、1週間当りのパン（食パンに換算した消費枚数）、タマゴ（個数）、肉類（昼または夕食において副食の中心になる回数）、魚介類（肉類に同じ）の摂取頻度、および調査当日の朝食と前日の夕食におけるこれらの4種の食品群の摂取の有無についてたずねた。質問内容の詳細と集計方法は前報⁹⁾に記載したごとくである。

喫煙量については、調査時点での1日当りの喫煙本数が、① 0、② 1~20、③ 21 本以上、である三つの階級を示し、各人に選択させた。飲酒量については、酒の種類と1日（または1週間）当りの消費量を具体的に記入させた。飲酒量の集計においては、アルコール含量をもとに日本酒に換算して1日当りの消費量が、① 0、② 2 合まで、③ 4 合まで、④ それ以上、の四つの階級に分類した。なお、喫煙、飲酒とも過去の消費歴については

Table 1. Characteristics of subjects and selenium concentrations in blood and urine ($n=104$).^{a)}

Characteristics	
Age (year)	40.4±10.9
Broca index	101.4±11.9
Smoking (%)	
①, 0 cigarette/day	29.8
②, 1-20	33.7
③, ≥21	36.5
Alcohol consumption (%)	
①, 0 unit/day ^{b)}	33.7
②, 0.1-2	54.8
③, 2.1-4	9.6
④, >4	1.9
Hemoglobin (g/dl)	15.0±0.8
Serum albumin (g/dl)	4.2±0.3
Serum total cholesterol (mg/dl)	186 ±32
Selenium concentration ^{c)}	
Plasma (ng/ml)	110 (90-136)
Erythrocytes (ng/ml)	261 (202-337)
Urine (μg/g creatinine)	27 (20-37)

^{a)} Values other than those for selenium concentration are mean±SD. ^{b)} One unit represents 180 ml of "sake" or 30 ml of ethanol. ^{c)} Values are geometric means with SD ranges in the parentheses.

調査しなかった。

3. セレン濃度の測定

血漿、赤血球および尿中セレン濃度は、Watkinson の蛍光法¹¹⁾で測定した。測定値の信頼性を確認するために、NBS 標準試料（ウシ肝臓、NBS-SRM 1577a）を試料と並行して測定した。尿中セレン濃度はクレアチニン補正值で示した。

4. 血中および尿中成分の測定

血清生化学検査（GOT, GPT, γ -GTP, 総コレステロール、血清アルブミン）、ヘモグロビン濃度、尿中クレアチニン濃度測定は市販の測定用キットを用いて実施した。使用キットは次のとおりである：GOTおよびGPT、トランスアミナーゼCテスト； γ -GTP, γ -GTP テスト；総コレステロール、コレステロールC-テスト；血清アルブミン、アルブミンB-テスト；ヘモグロビン、ヘモグロビンテスト；尿クレアチニン、クレアチニンテスト（以上、いずれも和光純薬）。

5. 統 計 処 理

各セレン濃度に関連する要因を探索する目的で、相関分析、

Table 2. Intake of bread, eggs, meat and fish.

	Range	Mean (SD)	Median (QD)	Mode
Weekly intake				
Bread (slice of white bread) ^{a)}	0-20	4.2 (3.8)	4.0 (2.5)	0
Eggs (number)	0-20	5.1 (3.6)	4.3 (2.0)	3
Meat (frequency) ^{b)}	0-14	5.0 (2.0)	5.0 (2.9)	3
Fish (frequency) ^{b)}	1-14	5.5 (3.2)	5.0 (1.5)	2
Total intake before blood or urine sampling (degree) ^{c)}	0-7	1.9 (1.2)	2.0 (0.9)	1

^{a)} One piece of any other type of bread was regarded as being equivalent to 1 slice of white bread.

^{b)} Total frequency of intake at lunch and supper. ^{c)} Intake of the 4 selenium-rich foods at breakfast on the day of blood or urine sampling and at supper on the preceding day. One point was given for each the selenium-rich food at supper or breakfast.

重回帰分析 (変数増減法, $F_{in}=F_{out}=2.0$)¹²⁾, および分散分析を行った。

各セレン濃度は, その分布を正規分布に近づける目的で対数変換した数値を用いた。喫煙量と飲酒量は, 各階級を表す数値 (喫煙, 1~3; 飲酒, 1~4) をそのまま用いた。相関分析において食品摂取頻度は, 後述のごとく正規分布しないことを考慮してスピアマンの順位相関係数を求めた¹³⁾。

以上の計算には, パーソナルコンピュータ (PC-9801E, 日本電気) と統計解析用プログラム (HALBAU (現代数社)¹⁴⁾, および STAX (中山書店)¹⁵⁾ を用いた。

なお, 本研究はヘルシンキ宣言の精神に則り施行したものである。

結 果

Table 1 に, 今回対象とした男性 104 名の基本属性と血漿, 赤血球, および尿中セレン濃度の測定結果をまとめた。血中および尿中セレン濃度の値は日本人成人についての過去の報告値¹⁶⁾¹⁷⁾の範囲内にあった。

Table 2 に, パン, タマゴ, 肉類, 魚介類の摂取頻度調査の結果をまとめた。パンの摂取は, 週当たり 5 枚以上摂取するヒトとまったく摂取しないヒトに分かれた。大阪府は, 昭和 63 年に府民を対象にして食生活実態調査を実施し, 種々の食品群の摂取習慣を, ① 週に 1~2 回以下食べる, ② 週に 3~4 回食べる, ③ ほとんど毎日食べる, の三つにまとめて集計している¹⁸⁾。これによれば, パンの摂取頻度は, 男性で ① と回答した者が 49%, ③ と回答した者が 37% であり, 今回と同様の二峰性の分布である。また, その他の食品群の摂取頻度も, 最頻値 (モード) が平均値や中央値 (メディアン) と必ずしも一致しておらず, 正規分布とみなすことはできない。したがって, 以下の解析においては, 各摂取頻度の数値をノンパラメトリックな数値として取り扱うのが適切で

あると判断した。

一方, 調査前 2 食におけるこれら 4 食品群の摂取強度は, 平均値が 1.9, 中央値が 2.0, 最頻値が 1 であり, 比較的正規分布に近い分布を示した。なおここで, 摂取強度 1 点とは, 調査直前の朝食または夕食において, これらの 4 食品群の中のいずれか 1 群を摂取したことを意味する。

Table 3 に, 各食品群の摂取頻度と各セレン濃度との間の相関係数をまとめた。前報⁸⁾同様に, 赤血球セレン濃度と魚介類の摂取頻度との間には強い正の相関 (r_s (スピアマンの順位相関係数) = 0.479) を認めたが, 他の食品群の摂取頻度は, いずれのセレン濃度とも有意な相関を示さなかった。一方, 採血または採尿前の 2 食における 4 種の高セレン含量食品の摂取は, 尿中セレン濃度との間にのみ有意な正の相関 ($r=0.248$) を示した。

調査前 2 食の高セレン含量食品の摂取と各セレン濃度との関係をより詳しく検討する目的で, 「摂取強度 0 点のヒト」と「摂取強度 4 点以上のヒト」を抽出して各セレン濃度を比較した。結果は Table 4 にまとめた。血漿セレン濃度は, 摂取強度 4 点以上のヒトで有意 ($p=0.045$) に高値であった。尿中セレン濃度は, 4 食品群の摂取強度の大小に対応した明らかな変化を示し, 相関分析の結果と一致した。赤血球セレン濃度も, 摂取の大小に対応した変化を示したが, 有意な変化ではなかった。

採血直前的高セレン含量食品摂取の血漿セレン濃度に及ぼす影響が, 食品の種類によって異なるかどうかを検討する目的で, 各食品群ごとに, 「まったく摂取しなかったヒト」, 「夕, 朝食のどちらかで摂取したヒト」, 「夕, 朝食の両方で摂取したヒト」, の 3 群に分けて血漿セレン濃度を比較した。結果は Table 5 に示した。パン, タマゴ, 肉類をそれぞれ 2 食続けて摂取したヒトの血漿セレン濃度は, 高値 (>130 ng/ml) になる傾向を示した。対照的に, 魚介類を 2 食続けて摂取したヒトの血漿

Table 3. Correlation between intake of selenium-rich foods and blood or urinary selenium concentrations.^{a)}

	Correlation coefficient		
	Plasma	Erythrocytes	Urine
Weekly intake ^{b)}			
Bread	0.146	0.002	0.081
Eggs	0.136	-0.091	0.106
Meat	0.162	0.147	0.100
Fish	-0.008	0.479***	0.037
Intake before sampling ^{c)}	0.183	0.170	0.248*

^{a)} Data for selenium levels were logarithmically transformed before the correlation analysis. ^{b)} Spearman's rank correlation coefficient was used because data of weekly intake were not normally distributed.

^{c)} Total intake of the 4 selenium-rich foods at breakfast on the day of sampling and at supper on the preceding day.

*, $p < 0.05$; ***, $p < 0.001$.

Table 4. Blood and urinary selenium concentrations in subjects with low- or high-intake of selenium-rich foods at breakfast on day of blood or urine sampling and at supper on the preceding day.^{a)}

Intake degree ^{b)}	Plasma (ng/ml)	Erythrocytes (ng/ml)	Urine ($\mu\text{g/g}$ creatinine)
0 ($n=7$)	112 (93-136)	241 (186-328)	21 (15-29)
1-3 ($n=85$)	108 (88-133)	261 (203-335)	27 (20-36)
≥ 4 ($n=12$)	127 (105-153)	281 (211-375)	33 (24-45)
ANOVA ^{c)}	$p=0.045$	NS	$p=0.006$

^{a)} Values are geometric means with SD ranges in the parentheses. ^{b)} One point was given for each the selenium-rich food (bread, eggs, meat and fish) consumed at supper or breakfast. ^{c)} Analysis of variance.

Table 5. Plasma selenium concentrations in subjects with high intake of each selenium-rich food at breakfast on day of blood sampling and at supper on the preceding day.

Frequency ^{b)}	Plasma selenium concentration (ng/ml) ^{a)}			
	Bread	Eggs	Meat	Fish
0	110 (88-138) ($n=63$)	107 (88-130) ($n=65$)	111 (91-136) ($n=53$)	108 (89-132) ($n=54$)
1	107 (91-126) ($n=37$)	114 (92-142) ($n=36$)	109 (87-136) ($n=49$)	113 (90-141) ($n=42$)
2	142 (134-150) ($n=4$)	145 (116-182) ($n=3$)	132 (132-133) ($n=2$)	111 (90-137) ($n=8$)
ANOVA ^{c)}	$p=0.041$	$p=0.024$	NS	NS

^{a)} Values are geometric means with SD ranges in the parentheses. ^{b)} Frequency of intake at supper and breakfast. ^{c)} Analysis of variance.

Table 6. Variables contributing to blood or urinary selenium levels as determined by multiple regression analysis.^{a)}

Variables selected	$\beta_0^{b)}$	F	
Plasma selenium			
Age	-0.289	8.87	$p=0.004$
Intake before sampling ^{c)}	0.240	6.14	$p=0.015$
Alcohol consumption	0.220	5.21	$p=0.025$
Erythrocyte selenium			
Weekly fish intake	0.414	20.05	$p<0.001$
Urinary selenium			
Intake before sampling ^{c)}	0.285	8.62	$p=0.004$

^{a)} Variables analyzed for effect on plasma and urinary selenium level were age, intake before sampling, smoking, alcohol consumption, and Broca index. Variables analyzed for effect on erythrocyte selenium level were age, weekly intake of bread, eggs, meat and fish, smoking, alcohol consumption, and Broca index. ^{b)} Standard partial regression coefficient. ^{c)} Total intake of selenium-rich foods at breakfast on the day of sampling and at supper on the preceding day.

Table 7. Correlation between hemoglobin, serum albumin or serum total cholesterol levels and blood or urinary selenium levels or age.

	Correlation coefficient			
	Plasma Se	Erythrocyte Se	Urinary Se	Age
Hemoglobin	0.171	-0.042	-0.030	-0.399***
Cholesterol	-0.035	-0.027	-0.164	0.073
Albumin	0.236*	-0.164	0.171	-0.511***

*, $p<0.05$; ***, $p<0.001$.

セレン濃度は、それ以外のヒトと差がなかった。

食事以外の要因が、各セレン濃度に影響を及ぼすかどうかを検討する目的で、各セレン濃度を基準変数として、年齢、喫煙量、飲酒量、Broca 指数、および食事要因を説明変数とする重回帰分析を実施した。食事要因として、血漿および尿中セレン濃度は「調査前 2 食の高セレン含量食品の摂取」を、赤血球セレン濃度は「各食品群の 1 週間当りの摂取頻度」を用いた。ここで食事要因として、「摂取頻度」と「調査前 2 食での摂取」のいずれか一方のみを用いたのは、両者の間には強い関連性があり、たがいに関連性のある変数を同時に説明変数として用いた場合に正しい結果が得られないと指摘されている¹²⁾ことを考慮したからである。重回帰分析により意味のある要因として選択された説明変数を Table 6 に示した。赤血球と尿中セレン濃度はいずれも食事要因のみが選択されたが、血漿セレン濃度は食事要因に加えて、年齢が負、飲酒量が正、の要因として選択された。

血中成分（ヘモグロビン、血清アルブミン、血清総コレステロール）と各セレン濃度との間の関係を相関分析

により検討し、Table 7 にまとめた。血漿セレン濃度と血清アルブミン濃度との間に有意な正の相関($r=0.236$)を認めた。また、これら 3 成分と年齢の間の関係を検討したところ、今回対象とした集団において血清アルブミン濃度と年齢との間には強い負の相関($r=-0.511$)の成立していることを認めた。

考 察

今回の研究の最大の目的は、血中または尿中セレン濃度の変動要因を明らかにして、各セレン濃度を扱う際にどのようなことに留意する必要があるかを判断することにあった。

赤血球セレン濃度と魚の摂取頻度の間には、前報⁹⁾と同様に、有意な関連が認められた (Table 3)。また、赤血球セレン濃度を基準変数にした重回帰分析においては、魚の摂取頻度のみが意味のある要因として選択された。これらのことより、今回の対象集団において調べた要因の中では、魚の摂取習慣が赤血球セレン濃度の最大の変動要因であると考えられる。魚の摂取と赤血球セ

ン濃度との間の関連は、東京在住の女子学生⁷⁾、長崎県下の離島住民⁹⁾においても報告されており、普遍的な現象である可能性が大きいと思われる。したがって、日本人の赤血球セレン濃度を扱う場合には、まず第一に、魚の摂取習慣、または魚を中心とした食事構成について考慮する必要があると考えられる。

尿中セレン濃度は、採尿前2食の高セレン含量食品の摂取と関連があった(Table 4)。重回帰分析においても、この要因のみが選択された。採尿前的高セレン含量食品の摂取は、尿中セレン濃度の最大の変動要因であると判断してもよいと思われる。また、この結果は尿中セレン濃度が採尿直前のセレン摂取量を反映することを意味しており、尿中セレン濃度を扱う場合には、採尿直前の食事内容を把握しておく必要があると考えられる。

血漿セレン濃度は、採血直前に高セレン含量食品の摂取量の大きいヒトで高値であった (Table 4)。血漿セレン濃度を基準変数にした重回帰分析においては、この食事要因に加えて、年齢が負、飲酒量が正、の変動要因として選択された。Combs and Combs は、その著書¹⁰⁾の中で、年齢によるセレン状態の変化は、年齢による食習慣の変化に関連したものである、と述べている。しかし、重回帰分析の結果は、少なくとも今回対象とした集団においては、血漿セレン濃度に対して年齢が食習慣とは別の変動要因として存在していることを示している。血中成分の中では、年齢との間に強い負の相関を有する血清アルブミン濃度が、血漿セレン濃度と有意な正の相関を示した。血漿セレン濃度の低下と血清アルブミンの減少の間に関連があると報告されていること¹⁰⁾から、高齢者における血漿セレン濃度の低下を血清アルブミン濃度の低下によって説明することが可能かもしれない。血漿セレン濃度を扱うさいには、食事以外に、年齢、飲酒、さらにはタンパク質栄養状態にも留意する必要があるだろう。

採血直前の個々の食品群の摂取と血漿セレン濃度との関連を検討すると、魚介類以外の高セレン含量食品は採血前に大量に摂取したときに血漿セレン濃度を上昇させる (Table 5)、という結果が得られた。各食品群を2度続けて摂取したヒトの例数が少ないため、信頼性に若干の疑問は残るが、この結果は少なくとも、魚を摂取した場合と他の食品を摂取した場合とでは、血漿セレン濃度の変動に違いのあることを意味している。この点について、Suzuki らも、血漿セレン濃度が、採血直前の小麦製品の摂取量との間で正、魚介類の摂取量との間に負の相関を示すことを報告している⁷⁾。魚の摂取と、血漿および赤血球セレン濃度の関連については、今後もデータの蓄積が必要と思われる。

ところで今回の研究では、日本人において、パン、タマゴ、肉類、魚介類からのセレン摂取量が総セレン摂取

量の8割前後と算定されることから²⁰⁾、通常の食事でのこれら4食品群の摂取状況をおおまかに把握することで、各人のセレン摂取状況を判定できると考えた。しかし、重回帰分析において、飲酒が血漿セレン濃度に対して正の変動要因として選択された理由として、たとえば、「飲酒量の増加は、通常の食事以外に“つまみ”としての高セレン含量食品を多く摂取することを意味する」と考察することも可能である。このことは、肉と魚の摂取頻度調査を昼食と夕食に限定して行った今回の手法の限界を示すものといえるかもしれない。また、セレン状態の変動要因という観点からは、セレン含量は低くても、摂取することにより他の食品中のセレンの吸収、体内分布、排泄などに影響を与える食品も存在するかもしれない。したがって、今後は摂取調査の対象品目を拡大していくことも必要と考えられる。

要 約

大阪府下の事業所に勤務する健康な男性104名を対象にして、血中および尿中セレン濃度を測定するとともに、簡易質問紙を用いて高セレン含量食品(パン、タマゴ、肉類、魚介類)の摂取状況、喫煙量、飲酒量を推定し、血中および尿中セレン濃度の変動要因について検討した。

血漿、赤血球および尿中セレン濃度の幾何平均値は、それぞれ110 ng/ml, 261 ng/ml, 27 µg/g creatinine であった。

赤血球セレン濃度は、魚介類の摂取頻度との間に強い正の相関($r_s=0.479$)を示した。また、食品摂取頻度とともに、年齢、喫煙量、飲酒量、Broca 指数を説明変数に用いた重回帰分析において、魚介類の摂取頻度のみが赤血球セレン濃度の変動要因として選択された。

尿中セレン濃度は、採尿前2食の高セレン含量食品の摂取と正の相関($r=0.248$)を示した。重回帰分析においても、採尿前的高セレン食品の摂取のみが変動要因として選択された。

高血漿セレン濃度は、採血前的高セレン食品の大量摂取と有意な関連があった。また、重回帰分析においては、これに加えて、年齢と飲酒量が血漿セレン濃度の変動要因として選択された。さらに、年齢と強い負の相関を有する血清アルブミン濃度が、血漿セレン濃度と正の相関($r=0.236$)を示した。

以上の結果は、対象集団において、① 調べた要因の中では、魚介類の摂取習慣が赤血球セレン濃度の最大変動要因である、② 尿中セレン濃度は採尿前のセレン摂取量を反映している、③ 血漿セレン濃度は採血前のセレン摂取に加えて、年齢と飲酒の影響を受けることを示している。

本研究は文部省科学研究費 (No. 01770374) によって行われた。

文 献

- 1) Salonen, J.T., Alftman, G., Huttunen, J.K. and Schneider, C.J.: *Am. J. Epidemiol.*, 120, 342 (1984)
- 2) Dworkin, B., Rosenthal, W.S., Jankowski, R.H., Gordon, G.G. and Haldea, D.: *Dig. Dis. Sci.*, 30, 838 (1985)
- 3) Kok, F.J., Hofman, A., Witteman, J.C.M., de Bruijn, A.M., Kruyssen, D.H.C.M., de Bruin, M. and Valkenburg, H.A.: *J. Am. Med. Assoc.*, 261, 1161 (1989)
- 4) WHO: Environmental Health Criteria 58 Selenium, (1987), WHO (Geneva)
- 5) Combs, G.F., Jr. and Combs, S.B.: *The Role of Selenium in Nutrition*, (1986), Academic Press (New York)
- 6) Miller, L., Mills, B.J., Blotcky, A.J. and Lindeman R.D.: *J. Am. Coll. Nutr.*, 4, 331 (1983)
- 7) Suzuki, T., Hongo, T., Ohba, T., Kobayashi, K., Imai, H., Ishida, H. and Suzuki, H.: *Nutr. Res.*, 9, 839 (1989)
- 8) 吉田宗弘: 栄食誌, 43, 49 (1990)
- 9) Imai, H., Suzuki, T., Kashiwazaki, H., Takemoto, T., Izumi, T. and Moji, K.: *Nutr. Res.*, 10, 1205 (1990)
- 10) Deguchi, Y. and Ogata, A.: 微量栄養素研究, 4, 99 (1988)
- 11) Watkinson, J.H.: *Anal. Chem.*, 38, 92 (1966)
- 12) 久米 均, 飯塚悦功: 回帰分析, (1987), 岩波書店 (東京)
- 13) 柳井晴夫, 高根 芳雄: 新版 多変量解析法, (1989), 朝倉書店 (東京)
- 14) 高木廣文, 佐伯圭一郎, 中井里史: HALBAU によるデータ解析入門, (1989), 現代数学社 (京都)
- 15) 開原成允: マイコンによる医療統計処理, (1983), 中山書店 (東京)
- 16) Hongo, T., Watanabe, C., Himeno, S. and Suzuki, T.: *Nutr. Res.*, 5, 1285 (1985)
- 17) 関 久人: 日衛誌, 42, 947 (1987)
- 18) 大阪府環境保健部: 府民の食生活実態調査 昭和63年調査報告, 136 (1989), 大阪府環境保健部健康増進課 (大阪)
- 19) Robinson, M.F., Godfrey, J.P., Thomson, C.D., Rea, H.M. and Van Rij, A.M.: *Am. J. Clin. Nutr.*, 32, 1477 (1979)
- 20) 鈴木継美, 今井秀樹, 小林香苗, 本郷哲郎, 柏崎浩, 大塚柳太郎, 鈴木久乃, 石田裕美: 栄食誌, 41, 91 (1988)

(1990 年 6 月 23 日受理)