

摂取食品と血中セレン濃度の関連性

関 久人・三 島 昌 夫・村 山 忍 三

長野県更埴保健所, 国立公衆衛生院労働衛生, 信州大学医学部衛生学教室

Relationships between intaked food and selenium concentration of human whole blood

Hisato SEKI, Masao MISHIMA, Ninzo MURAYAMA

Kosyoku Public Health Center in Nagano Prefecture

Industrial Health, The Institute of Public Health

Department of Hygiene, Shinshu University School of Medicine

Abstract : In order to study the relationships between intaked food and selenium (Se) concentration of human whole blood, the 331 healthy subjects were studied living in Nagano Prefecture. The subjects with high Se concentration of whole blood had eaten higher values for fish, meat, bean, animal protein, animal fat and plant fat, and ingested high value of Se from fish, meat etc. They ingested Se value of 99 (44~204) μg / day from fresh food. The value of ingested Se for men was more than that for women.

Key words : Selenium, Food, Whole blood, Human
セレン, 食品, 全血, 人間

緒 言

セレンに対する関心が、環境問題面から払われるようになったのは1930年代においてアメリカの家畜に「暈倒病」及び「アルカリ病」のセレン由来の中毒症が発生したことによる。その後セレンと生体との関わりについて研究が進められるに従って、生体に関する影響は中毒症よりむしろ欠乏症の方が大きいことが明らかとなった。更に、人間に関しても中国等で地質に由来した中毒・欠乏症が確認されているにもかかわらず、その生体との関わりについてはほとんど未解明である。著者らは、血中セレンについて健康との関連性を検討しており、先に、長野県内に居住している健康な成人を対象にして、血中セレンの正常値が100~240 ng/gであり、概ね、0.8ng/才の割合で加齢減少すること¹⁾、及び血中セレン濃度が生体機能に対して有意な相関性を有すること等²⁾を報告して、セレンが人の健康と深い関わりを持つことを証明した。しかし、被検者が長野県の東北部の狭い地域に居住して、ほぼ類似した生活環境にある同年代者であるにもかかわらず、

その血中セレンの濃度範囲は大きかった。このことは、血中セレン濃度に影響を与える因子に関する検討の必要性を示唆している。血液の成分は、食事によって濃度変動することが知られているが、セレンについても同様と考えられる。そこで、同一生活環境におかれている被検者を対象にして、食事からのセレン摂取量と血中セレン濃度との関係について検討した。その結果、セレン濃度の高い魚介類及び肉類を多く食する人の全血中のセレン濃度は、年齢とは無関係に高いこと等が明らかとなった。

研究方法

1. 研究対象

被検者は、男性 174名、女性 157名で、20才代から60才代の各年代の男女各々約30名である。これら被検者の大部分は、長野市周辺に居住しており、職種は男性では勤労者79%、農林業12%、その他9%である。また、女性は主婦52%、勤労者40%、その他8%であった。被検者にはセレンを取り扱った経験を持つ者はなく、正常な日常生活を営む一般に健康な成人である。

2. 血中セレン濃度の測定

血液の採取は、1981年8月～1982年3月に正中静脈より行い、被検者は採血前日の午後8時以降絶食状態にした。セレン揮散防止対策を施した分解装置を用いて、血液を湿式灰化して試料分解液とした。試料分解液について、2,3-ジアミノナフタレンを用いた蛍光光度法によりセレンを測定した³⁾。

3. 食品摂取量

被検者の食品摂取量は、調査表に各個人に記入させた後、栄養士がチェックした。食生活は季節や日によって変動する点が問題であるが、調査表には血液採取前1週間の食生活について、その平均的な実状を1日当りに計算して記入させた。調査表は6群からなり、各群は以下のように10項目に細分類した。食品摂取量の単位には生鮮食品として80kcalを1点とする点数法を用いた。

- | | |
|-------------|-------------|
| I群 穀類、芋類、豆類 | II群 果実類、種実類 |
| III群 野菜類 | IV群 魚介類 |
| V群 肉類、卵類 | VI群 乳類 |

更に、油脂類、塩分、砂糖、動物性蛋白質、総蛋白質、動物性脂肪、植物性脂肪の栄養量及びアルコール、喫煙量も把握した。

4. 生鮮食品中セレン濃度の測定

食品中セレンの測定は、長野県内12地区において生鮮食品を、厚生省食品化学課の方式に従って購入し、以後、厚生省の「食品添加物摂取量測定用マーケットバスケット方式」に準じて、試料を調整した⁴⁾。即ち、地区別に各群ごとに1日喫食量を混合し、これをミキサーにかけてセレン濃度測定用試料とした。試料を、ケルダールフラスコを用いて下記の方法で湿式灰化した後、蛍光光度法でセレンを測定した³⁾。

動物性蛋白質を過塩素酸で灰化する場合、加熱分解中に爆発することがあるが、これを防止するため以下の手順によった。試料を100mlケルダールフラスコに秤取し、硝酸を加えて穏やかに加熱する。分解液が約5mlになっても赤褐色を呈している場合は硝酸を追加して分解液が黄褐色になり、茶褐色の窒素酸化物のガスが発生しなくなるまで硝酸による分解を繰り返す。放冷後、過塩素酸3mlを加えて加熱する。水分及び硝酸内に白い泡が発生する。この時、未分解の有機物が多く残っていると、短時間の間に泡の色が褐色に変化する。この場合には爆発する危険性があるので、素早くフラスコを加熱装置から取り上げて内容物を撈判する。放冷後、硝酸を加えて分解を繰り返す。分解液が無色

になったら加熱をやめ、数mlの蒸留水でフラスコの内壁を洗浄し、過塩素酸のガスが発生するまで加熱する。再度蒸留水を加え煮沸してセレン測定用試料とする。

結 果

1. 食品摂取量と血中セレン濃度

男女別の食品別日間摂取量は、表1のとおりであった。食品摂取量と血中セレン濃度との相関係数を表2に示す。摂取した食品で血中セレン濃度と有意な相関性が認められたのは男性で肉類、魚介類及び大豆・大豆製品、女性で油脂類及び砂糖であった。このうち、女性の砂糖については他の食品と異なって負の相関であり、砂糖を多く摂取する人は血中セレン濃度が低い傾向にあった。血中セレン濃度と有意な相関性を認めた5種類の食品のうち、年齢の影響を固定した偏相関係数が大きくなったのは、魚介類と大豆・大豆製品であった。魚介類は血中セレン濃度との偏相関は正の相関であり、魚介類の摂取量が多い男性の血中セレン濃度は年齢には無関係に高い結果を得た。魚介類摂取量 (X_{4c}) と血中セレン濃度 (Y_{se}) との回帰式は、

$$Y_{se} = 124.7 + 10.8X_{4c}$$

であり、魚介類1点(80kcal)が血中セレン濃度約11ng/gに相当すると推察された。

血中セレン濃度と蛋白質及び脂肪の摂取量との間において相関性が認められたのは、男性が、動物性蛋白質、総蛋白質、動物及び植物性脂肪であったのに対し、女性では植物性脂肪のみであった。相関性が認められた項目のうち、年齢の影響を取り除いた偏相関係数は単相関係数より高くなる傾向にあった。このうち最も相関係数が大きかったのは男性の動物性蛋白質であり、動物蛋白質の摂取量が多い人の血中セレン濃度は高い傾向を認めた。男性の血中セレン濃度 (Y_{se}) に対する年齢 (X_{Age}) 及び動物性蛋白質 ($X_{A.P}$) の重回帰式は、

$$Y_{se} = 177.63 + 0.88 X_{Age} - 0.82 X_{A.P}$$

重相関係数 0.325, 寄与率 11%

であった。相互間に良い相関性が認められ、男性においては血中セレン濃度の11%が動物性蛋白質の摂取量と年齢で説明できる結果を得た。動物性蛋白質の摂取量及び年齢の標準偏回帰係数はそれぞれ0.163、-0.279であり、血中セレン濃度に対する影響の度合は動物性蛋白質の摂取量より年齢の方が大きかった。

植物性脂肪は、女性でも血中セレン濃度との間に正の相関性が認められた。この場合、加齢によって摂取量が減少する傾向にあり、年齢の影響を取り除くと血

中セレン濃度との相関係数は小さくなった。栄養素等の摂取量と血中セレンの関連性について喫煙による相違は認められなかった。

Table 1 Volume of intaked food for subjects during a day

Groups	Food	Male	Female	Total
I	Grain, Potato, Bean	15.9	12.4	14.2
II	Fruit	0.83	0.99	0.93
III	Vegetable	0.84	0.92	0.88
IV	Fish	1.14	1.12	1.13
V	Meat, Egg	2.0	1.9	1.9
VI	Milk	1.21	1.25	1.23
	Salt	14.0	13.7	13.8
	Sugar	16.4	23.6	19.8
	Oil	2.35	2.88	2.60
	Alcohol	2.13	0.26	1.27
	Total protein	55.1	51.1	53.2
	Animal protein	27.3	28.3	28.0
	Animal fat	21.0	20.8	20.9
	Plant fat	21.5	25.2	23.2

Unit Group: point(=80kcal)/day; other:g/d

Table 2 Relationship between foods ingestion and selenium concentration in whole blood

Sex	Correlation	Male (N=174)		Female (N=157)	
		Normal	Partial	Normal	Partial
I	Grain	-0.052	-0.094	0.021	0.008
	Potato	-0.104	-0.036	-0.086	-0.019
	Soybean	0.072	0.160	0.041	0.028
II	Fruit	-0.039	0.011	-0.019	0.024
III	Vegetable	0.016	0.008	-0.006	0.009
IV	Fish	0.174	0.229	0.089	0.118
	Meat	0.238	0.193	0.041	0.009
V	Egg	-0.051	-0.046	0.102	0.126
	Milk	0.033	0.093	0.017	0.008
Salt	Salt	0.045	0.094	-0.014	-0.001
	Sugar	-0.007	0.063	-0.162	-0.139
Oil	Oil	0.141	0.122	0.177	0.153
	Alcohol	0.076	0.055	--	--
Total protein		0.168	0.183	0.139	0.148
Animal protein		0.206	0.229	0.113	0.115
Animal fat		0.166	0.170	0.048	0.031
Plant fat		0.164	0.169	0.194	0.161

Normal : Normal correlation coefficient, Partial : Partial correlation coefficient (Age fixed), ** p < 0.01 * p < 0.05

2.食品からのセレン摂取量と血中セレン濃度

1)生鮮食品中セレン濃度とセレン摂取量

長野県内12地区の生鮮食品中セレン濃度の平均値を表3に示す。6つの食品群の中ではIV群(魚介類)のセレン濃度が669μg/kgと最も高く、濃度レベルはV群(肉類、卵類)の345μg/kgと同程度であったのに対し、I群(穀類、芋類、豆類)及びVI群(乳類)はそれぞれ31, 30μg/kgとIV群及びV群より1桁低い濃度であった。また、II群(果実類、種実類)及びIII群(野菜類)は、双方とも4μg/kgであり、更に1桁低い濃度であった。12地区における食品中セレンの濃度変動を変動係数で比較すると、VI群(10%)が濃度変動が小さいのに対し、他の群については25~50%と地区間の濃度変動は大きかった。

生鮮食品摂取量及び生鮮食品中セレン濃度から算出した、被検者1日当りのセレン摂取量を表4に示す。セレン摂取量の範囲は44~204μgであり、セレン摂取

量の多い人と少ない人では、4.6倍の差が認められた。生鮮食品からの1人1日当りのセレンの平均摂取量は99ugであり、食品群別ではIV群(43%)、V群(29%及びI群(22%)が多く、II群及びVI群からのセレン摂取量は5%以下の低い値であった。性別の生鮮食品からの総セレン摂取量は、男性102μg、女性96μgであり、女性に比較して男性の方が多かった。(P<0.05)。食品別に男女を比較するとI群は男性(P<0.001)が、II群(P<0.01)及びIII群(P<0.05)は、女性がセレン摂取量が多かったが、IV、V及びVI群では男女間に差が認められなかった。

2)セレン摂取量と血中セレン濃度

セレン摂取量と血中セレン濃度との相関係数を表4に示す。女性については相関性が認められなかったのに対し、男性ではIV群、V群及び総セレン摂取量で有意な相関を認めた。この傾向は、女性を含めた被検者全体でも同じであった。男性におけるIV群セレンの摂取量(X₄)と血中セレン濃度(Y_{se})の回帰式は、

$$Y_{se} = 142.4810 + 0.0006 X_4$$

であり、また年齢(X_{Age})を考慮した場合の重回帰式は、

$$Y_{se} = 178.7243 + 0.0008 X_4 - 0.9308 X_{Age}$$

重相関係数 0.357, 寄与率 13%

で、相関性が高く血中セレン濃度の13%がIV群の食品からのセレン摂取量及び年齢で説明できた。この標準偏回帰係数は食品中セレンが0.223、年齢が-0.316であり、血中セレンへの影響は年齢の方が大きかった。全被検者の血中セレンと摂取食品中のセレンとの間では、IV群、V群及び年齢に有意な相関性が認められた。全被検者の重回帰式は、

$$Y_{se} = 162.794 + 0.0005 X_4 + 0.0005 X_5 - 0.6389 X_{Age}$$

重相関係数 0.318, 寄与率 10%

が得られ、この標準偏回帰係数はIV群セレン0.182、V群セレン0.115、年齢-0.245であり、血中セレンへの影響は年齢、IV群、V群の順に大きかった。

総セレン摂取量と喫煙本数との間では、II群で負の相関性が認められ(P<0.05)、タバコを多く吸う被検者はII群の食品からのセレン摂取量が少ない結果を得た。また、喫煙者と非喫煙者について、食品別のセレン摂取量を比較すると、I群及びVI群について、喫煙者は非喫煙者より有意に高かった。(P<0.05)。

食品からのセレン摂取量及び血中セレン濃度を、平均値+標準偏差以上(高濃度群)、平均値-標準偏差(低濃度群)及びその中間濃度(中間濃度)に分類して、相互間の関連性を検討した。IV群及びV群の食品からのセレン摂取量が多いと、血中セレン濃度も中間濃度群よ

摂取食品と血中セレン濃度の関連性

り有意に多かった($P < 0.10$)。また、I群、IV群及び食品全体からのセレン摂取量が少ないと、血中セレン濃度低濃度群も中間濃度群より有意に低かった(I群 $P < 0.05$, IV群 $P < 0.10$, 全食品 $P < 0.10$)。血中セレンが低い被検者群は、IV群及び全食品からのセレン摂取量が有意に低かった(IV群 $P < 0.05$, 全食品 $P < 0.10$)。しかし、血中セレン濃度が低い場合の、食品からのセレン摂取量には中間濃度との有意差は認められなかった。

Table 3 Selenium content of foods from 12 districts in Nagano Prefecture

Group of food	1	2	3	4	5	6
Mean	31	4	4	669	345	30
S. D.	12	2	2	165	102	3
Maximum value	59	9	8	1120	576	36
Minimum value	21	2	3	528	241	27

Unit: $\mu\text{g}/\text{kg}$ (wet basis); Group 1: grains, potatoes, pulses; Group 2: fruits, seeds; Group 3: vegetables; Group 4: fishes; Group 5: meats, eggs; Group 6: milk

Table 4 Human selenium intake from fresh food during a day in Nagano prefecture and their correlation coefficients with selenium concentration in whole blood

Group of food	1	2	3	4	5	6	Total	
Mean	22	0.6	1.8	42	28	4.5	99	
S. D.	6	0.5	0.6	19	13	3.1	25	
Maximum value	44	5.6	3.9	116	130	17.6	204	
Minimum value	7	0.1	0.6	4	3	0.3	44	
Whole	Normal	-0.006	-0.031	0.005	0.152**	0.148**	0.054	0.195***
	Partial	-0.016	0.006	0.006	0.192***	0.127*	0.082	0.214***
Male	Normal	-0.053	-0.039	0.016	0.174*	0.169*	0.033	0.205**
	Partial	-0.079	0.011	0.008	0.229**	0.133	0.093	0.227**
Female	Normal	0.008	-0.019	-0.006	0.089	0.076	0.017	0.109
	Partial	0.001	0.024	0.009	0.118	0.058	0.007	0.123

Unit: μg ; Normal: Normal correlation coefficient, Partial: correlation coefficient, Whole: 331 persons, Male: 174 persons, Female: 157 persons, *** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

考 察

生体構成物質の大部分は食品を介して生体へ取り込まれているが、セレンについても例外でない。血中セレンに対する食品の影響については、土壤中セレン濃度との関わりによって間接的な観点から検討されており⁵⁻⁷⁾、ニュージーランドの国内及び国外での生活により血中セレン濃度が変動すること^{8,9)}、中国の土壤中セレン濃度が高い地帯と低い地帯では血中セレンに濃度差が認められる¹⁰⁾こと等の報告がある。また人間を対象にして経静脈高栄養療法を行った場合、全血及び赤血球のセレン濃度が急速に低下すること¹¹⁾や、食品中セレンの生体に対する有効性についても論じられている¹²⁾ことから、食物中のセレンが血中セレン濃度に何等かの影響を与えることが推察される。

本報では、類似した環境に生活していて自らは健康と認識している成人を対象にして、食品からのセレン

摂取量と血中セレン濃度の関係について検討した。長野県内の環境中セレン濃度は表5のとおりである。河川水、湖沼及び水道水のセレン濃度は0.038~0.064 ng/ml ($n=30$)で、長野県下の水試料は上水道の暫定基準10ng/mlと比較すると1/100以下の濃度である。また土壌のセレン濃度は600±450 (30~2900) ng/gであり¹³⁾約100倍の地域差が認められているが、長野県はセレンに関して異常が認められる環境状態にはない。

男性については、魚介、肉及び大豆製品類を多く摂取する人は、摂取量が少ない人より血中セレン濃度が高い結果を得た。この関係は、年齢の影響を取り除くと相関性が更になり、魚介類80kcalが血中セレン濃度11ng/gに相当した。血中セレンの生体に対する役割は不明な点が多いが、血中セレン濃度が生体機能と関連性を有する²⁾ことと合わせて考えると、魚介、肉及び大豆製品類から体内へ摂取されたセレンは身体に対して、何等かの形で有効に働くものと推察される。栄養素の面からは、蛋白質及び油脂の摂取量と血中セレン濃度との間に正の相関性が得られ、ことに植物性油脂との間に相関が認められたことは興味深く、また、女性において、砂糖摂取量との間に負の相関が認められたことに関しても、今後検討する必要がある。

Table 5 Selenium concentration of environmental samples

	River water (ng/ml)	Lake water (ng/ml)	Service water (ng/ml)	Soil (ng/g)
Mean	0.064	0.045	0.038	600
S. D.	0.045	0.016	--	450
Maximum	0.194	0.076	0.044	2900
Minimum	0.038	0.026	0.031	30
n	11	17	2	238

Note Chikuma R., Mijiri L., Matsumoto C., Nagano F.

セレンの1日摂取量を求めるには、食品毎のセレン濃度を測定し、この値と国民栄養調査等で得られた各食品の摂取量の積を算出する方法が取られている。この手段には、セレンの測定に用いた試料の調整法等による偶然の誤差が影響する可能性が懸念される。この防止対策として本報では、長野県内における食品中セレン濃度の平均値を求めることにした。即ち、長野県内12地区において、厚生省で示している手法に従って日本人が1日間に食べる食品量を6つの食品群毎に調整し、セレン濃度を求めた。その結果、牛乳のように試料調整の誤差が少ない食品のセレン濃度のばらつきと比較して、他の食品群では約3~5倍のばらつきがみとめられた。このばらつきが1日セレン摂取量としての報告値に大きく影響すると考えられる。生鮮食品群のセレン濃度の平均値は、魚介類が669 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (新鮮物中)と最も高く、次に肉及び卵類345 $\mu\text{g}/\text{kg}$ が高く、以後、穀物、芋及び豆類31 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、乳類30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、果物

類及び野菜類の4 µg/kgの順であった。これらの値は、既に報告されているもの¹⁴⁻¹⁶⁾とほぼ同じレベルの濃度であり、生鮮食品のセレン濃度の目安として妥当と考える。

食物摂取量と生鮮食品中セレン濃度から被検者の1日当りの平均セレン摂取量を算出したところ、全被検者の平均値として99 (44~204) µg/dayが得られた。国外の疾病と関係のない国に生活している人のセレン摂取量としては127±60 (55~218, n=9) µg/dayの報告¹⁷⁾があるが、この値と比較すると若干低い値であった。外国人と比較して日本人は魚介類を多く食するため、日本人の血中セレン濃度は高いとも考えられるが、マグロ多食者と一般人の間には、血中セレン濃度に差が認められない報告もあり¹⁸⁾、今後の検討が必要であろう。アメリカにおいては、成人の1日セレン摂取量として50~200µgが勧告されている¹⁹⁾が、208¹⁵⁾µg/dayの報告がみられ、報告者によって差としては、食品の外に体調、生活環境等が揚げられる。99 (44~204) µg/日であり、男性の方が女性よが認められる。これが地域差によるものか、算出方法によるものか不明であるが、摂取量の算出に用いるデータ及び集計方法等が異なることによって値に差が認められると考えられる。本報告における被検者の食品摂取量調査では、食品中セレン濃度が高い魚介類の1日摂取量が国民栄養調査²²⁾の全国の値に比較して35%低い摂取量であった。このような食品摂取量の差は、食品添加物の加除、年齢構成等を含めた集計方法の差及び地域変動等によるものと推察させる。

食品からのセレン摂取量と血中セレン濃度との関連性では、魚介類からのセレン摂取量、肉及び卵類からのセレン摂取量、総セレン摂取量それぞれとの間に有意な相関が認められた。各国のセレン摂取量と全血中

セレン濃度を図上にプロットした場合、両者の間に良い相関が得られることが報告されている¹⁷⁾が、本報によって同じ環境に暮らしている人間に関しても同様の事が認められた。血中セレン濃度に影響を与える要因としては、食品の外に体調、生活環境等が揚げられる。食品を介して体内に摂取されるセレン量が血中セレン濃度と有意な相関性を有していることから、他の要因と比較して食品の場合は、血中セレン濃度に対する影響が大きいと考えられる。

結 語

長野県内の類似した環境に生活しており、自らは健康と認識している成人を対象にして、食品からのセレン摂取量と血中セレン濃度の関係について検討し、次の結果を得た。

- 1) 魚介、肉及び大豆製品類を多く摂取する人の血中セレン濃度は高かった。
- 2) 動物性蛋白質・脂肪及び植物性脂肪と血中セレン濃度との間に正の相関性を認めた。
- 3) 被検者1日当りの食品からのセレン摂取量は、99 (44~204) µg/日であり、男性の方が女性より摂取量が多かった。
- 4) 魚介類中セレン、肉、卵類中セレン及び総セレンの摂取量と血中セレン濃度との間に有意な相関が認められた。

本研究を遂行するに当たり、多大な御指導を頂いた長野県健康センター松沢平吉氏並びに長野県衛生公害研究所林弘道氏に深く感謝の意を表します。

(本論文を、「健康人における血中セレン濃度の動態と健康に及ぼす影響」の第3報とする。)

文 献

- 1) 関久人：健康人における血中セレン濃度の機能と健康に及ぼす影響。第1報 性差および加齢による正常値の変動，日衛誌，42，947-953，1987。
- 2) 関久人：健康人における血中セレンの動態と健康に及ぼす影響。第2報 血中セレン濃度と生体機能との関連性，日衛雑，43，1149-1158，1989。
- 3) 三島昌夫編：環境中の微量金属の定量，P. 124-126，関久人，東京化学同人，東京，1985。
- 4) 厚生省生活衛生局食品化学課編：厚生省食品化学レポートシリーズ，No.45，1987。
- 5) Pertti, V., Georg, A., Päivi, E., Antti, A. and Pekka, K. : Selenium intake and serum selenium in Finland : effects of soil fertilization with selenium, Am J Clin Nutr, 48, 324-329, 1988.
- 6) Pyykko, K., Tuimala, R., Kroneld, R., Roos, M. and Huuska, R. : Effect of selenium supplementation to fertilizers on the selenium status of the population in different parts of Finland, European Journal of Clinical Nutrition, 42, 571-579, 1988.

摂取食品と血中セレン濃度の関連性

- 7) Moore, L. J., Parks, J. E., Spaar, M. T., Beekman, D. W. and Taylor, E. H. : Ultra - trace elemental and isotopic quantification for neonatal nutrition studies, *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, 93, 328-331, 1988.
- 8) 土屋健三郎監修：金属中毒学, 385-397, 桜井治彦, 医歯薬出版, 東京, 1983.
- 9) Whanger, P. D., Beilstein, M. A., Thomson, C. D., Robinson, M. F., and Howe, M. : Blood selenium and glutathione peroxidase activity of populations New Zealand, Oregon, and South Dakota, *The FASEB Journal*, 2, 2996-3002, 1988.
- 10) Yang, G., Wang, S., Zhou, R. and Sun, S. : Endemic selenium intoxication of humans in China, *Am. J. Clin. Nutr.*, 37, 872-881, 1983.
- 11) Rij, A. M., Thompson, C. D., McKenzie, J. M. and Robinson, M. F. : Selenium deficiency in total parenteral nutrition, *Am. J. Clin. Nutr.*, 32, 2076-2085, 1979.
- 12) 吉田宗弘：コメに含まれるセレンの栄養有効性, *日衛誌*, 42, 989-993, 1987.
- 13) 関久人, 柳町幸孝, 丸山正人, 長瀬叶彦：長野県土壌中のほう素, ベリリウム, アンチモン, セレン及びバナジウムの濃度, *長野衛公研研究報告*, 10, 18-24, 1987.
- 14) 鈴木助治, 小泉清太郎, 原田裕文, 伊藤弘一, 戸谷哲也：有害性元素に関する衛生化学的研究（第2報）食品, 土壌および水中のセレン含有量について, *都衛研年報*, 22, 153-158, 1970.
- 15) 安本教伝, 岩見公和, 吉田宗弘, 満田久輝：日本人のセレン摂取状況と各種セレン化合物の利用率, P. 158-170, 鈴木継美, 井村伸正, 鈴木庄亮編, *中毒学と栄養学*, 篠原出版, 東京, 1978.
- 16) 厚生省環境衛生局食品衛生課, 食品含有微量重金属等の結果について, *環境第103号*, 1-22, 1980.
- 17) 健康・体力づくり事業財団, 昭和60年度健康情報調査報告所, 井村伸正, 永沼章, 瀬子善幸, 姫野誠一郎, 錦戸典子, *微量元素 (I) - セレン -* P. 18-19, 1986.
- 18) 二島太一郎, 池田真悟, 多田宇宏, 野牛弘, 溝口勲：毛髪および血液中の水銀量とセレン量について, *東京衛研年報*, 29-1, 339-342, 1978.
- 19) National Research Council, Food and Nutrition Board, Recommended dietary allowance, 9th revised edition, National Academy of Science, Washington, D. C., 1980.
- 20) Schrauzer, G. N., White, D. A. and Schneider, C. G. : Cancer mortality Correlation studies-III : Statistical associations with dietary selenium intakes, *Bioinorganic chemistry*, 7, 23-34, 1977.
- 21) Sakurai, H. and Tsuchiya, K. : A tentative recommendation for the maximum daily intake of selenium, *Environ. Physiol. Biochem.*, 5, 107-118, 1975.
- 22) 食品群別摂取栄養量, 国民栄養の現状昭和56年国民栄養調査成績, 厚生省公衆衛生局栄養課, P. 76-77, 1983.