

日常食におけるセレン出納およびゼロ出納維持のための セレン摂取量の推定

佐藤 郁雄¹⁾, 新関 嗣郎²⁾, 山口 賢次³⁾

¹⁾山陽学園短期大学*, ²⁾国立健康・栄養研究所**, ³⁾東京家政大学***

Intake and excretion of selenium and dietary selenium levels to maintain balance in adult females consuming ordinary Japanese foods

Ikuo SATO¹⁾, Shiro NIIZEKI²⁾ and Kenji YAMAGUCHI³⁾

¹⁾Sanyo Gakuen Junior College, ²⁾The National Institute of Health and Nutrition ³⁾Tokyo Kasei University

To assess the selenium (Se) status of Japanese, ten 5-day balance study for Se were carried out in 60 healthy female subjects aged 20-22 years. Experimental diets were composed of ordinary foods and were typical of Japanese usual dietary habits. The same menu was used in each experiment during the 7 experimental days. Each experimental diet was characterized by protein source in the diets. Bread in the diets in Exp. 1-9 was substituted for rice in the diet in Exp. 10. The overall average with SD of dietary Se intake was $89 \pm 25 \mu\text{g/day}$, ranged from 4 to $141 \mu\text{g/day}$. Apparent absorption, expressed as ratio of fecal excretion to intake, was $74 \pm 11\%$. Se balances showed positive except Exp. 10. Se retention was $18 \pm 23 \mu\text{g/day}$. Se intake was significantly and positively correlated with urinary excretion ($r=0.376$), urinary and fecal excretion ($r=0.556$), and Se balance ($r=0.834$). Regression of Se balance on dietary Se intake indicated that these subjects needed $52 \mu\text{g}$ of dietary Se per day to stay in balance. When balance and intake were adjusted for body weight, they needed $1 \mu\text{g}$ of selenium per kg of body weight to maintain balance.

微量元素の生理作用や必須性が注目されるようになり、1989年改訂のアメリカの栄養所要量ではセレン (Se) を含むいくつかのミネラルの所要量が示された¹⁾。また免疫学調査では、Se の栄養状態と心疾患やがんとの関連も報告²⁻³⁾ されている。著者らは日本人における Se の栄養状態を検討する目的で出

*所在地：岡山市平井1-14-1 (〒703)

**所在地：東京都新宿区戸山1-23-1 (〒162)

***所在地：東京都板橋区加賀1-18-1 (〒173)

納試験を実施してきた⁴⁻⁵⁾。今回はのべ10回の出納試験から Se 摂取量の推定, Se の尿中排泄量に及ぼす摂取量の影響を検討するとともに, ゼロ出納維持のためのセレン摂取量の推定を行った。

実験方法

1. 被験者

20～22歳の健康な女子学生のべ60人を対象に10種類の実験食別に出納試験 (EXP. 1～10) を実施した。各出納試験は1週間実施し, 被験者は5～9人であった。

2. 実験食

被験者を7日間被験者室に宿泊させ, 栄養所要量⁶⁾の「軽い労作」を基準にした食事を摂取させた。実験食は日本人の日常の食事に近いもので, 食品材料も日本人がよく食べる一般的なものを使用し, 主としてたんぱく質源によって特徴づけた。主食は, EXP. 1～9では朝食にパン, 昼食および夕食に米飯を, EXP. 10では三食とも米飯を摂取させた。副食の内容は, EXP. 1では肉と乳および乳製品を主とした食事, EXP. 2では魚の多い食事, EXP. 3では植物性たんぱく質, 主として大豆および大豆製品の多い食事, EXP. 4では肉がなく, 魚のみの食事, EXP. 5では肉を主とした食事, EXP. 6では魚を主とした食事, EXP. 7～10では肉を主とした食事とした。なお基本献立の主食および副食は全部摂取させ, さらに摂取を希望する被験者には主食のみを自由摂取とした。

3. サンプル

食事サンプルは, 被験者が摂取したものと同一の食事を陰膳方式で準備した。糞便及び尿は24時間排泄毎に摂取した。なお, 食事と糞便は凍結乾燥後, 分析に供するまで粉末にして冷凍保存した。

4. 分析

セレンは湿式灰化後2,3-diaminonaphthalene を用いた蛍光法⁷⁾により分析した。

結果及び考察

実験前の影響を除くために, 各計算値及び分析値は実験開始後3日目から最終日までの5日間の平均値を用い, また, セレンの吸収量と蓄積量は次式によって求めた。

吸収量 = 摂取量 - 糞便中排泄量

吸収率 = (吸収量 / 摂取量) × 100

蓄積量 = 摂取量 - (糞便中及び尿中排泄量)

1. 栄養素等の摂取量

日本食品標準成分表⁸⁾から計算した栄養素等摂取量の平均値を表1に示した。1日当たりのエネルギー摂取量は1777～2075kcal, たくばく質摂取量は62.5～77.8gであった。

2. Se の摂取量, 排泄量及び吸収率

Se 摂取量は, 実験食群別平均値でみると, EXP. 2の141 μ g/day がもっとも多く, 逆に EXP. 10 (主食が米飯食のみ) の41 μ g/day がもっとも少なかった。EXP. 10を除くと Se 摂取量は67～141 μ g/day の範囲にあった。全被験者の Se 摂取量は89 ± 25 μ g/day (平均値 ± 標準偏差) であった。EXP. 1～9

Table 1. MEAN ENERGY AND NUTRIENT INTAKES

		Exp.1	Exp.2	Exp.3	Exp.4	Exp.5	Exp.6	Exp.7	Exp.8	Exp.9	Exp.10
Energy	(kcal)	1787	1777	1948	1816	1872	1726	1899	1820	2075	1891
Protein	(g)	62.5	69.1	77.8	63.8	63.1	65.5	70.8	67.1	73.1	74.8
Vegetable	(g)	29.4	31.7	52.1	44.7	32.9	28.6	31.2	27.6	32.7	30.8
Animal	(g)	33.1	37.4	25.7	19.1	30.2	36.9	32.5	39.5	40.4	44.0
Lipid	(g)	70.7	47.5	74.1	60.7	61.7	54.8	57.8	56.4	70.1	64.3
Carbohydrates											
Non-fibrous	(g)	216.7	266.0	245.6	255.1	261.8	235.1	266.0	253.9	279.2	247.9
Fiber	(g)	4.2	4.7	7.3	5.4	4.3	4.8	5.0	4.7	5.2	6.0
Ash	(g)	12.9	12.5	24.0	19.3	17.2	17.7	18.9	18.1	17.8	19.7
Calcium	(mg)	464	488	853	485	370	516	575	568	590	687
Phosphorus	(mg)	913	908	1066	813	763	916	1044	997	1029	1150
Iron	(mg)	10.1	11.9	15.7	14.7	11.2	9.5	10.8	10.4	11.1	12.8
Sodium	(mg)	2149	1496	4857	4373	3976	3759	3923	3681	3418	3629
Potassium	(mg)	2526	2964	3881	2893	2579	2498	2937	2856	2997	3464
Retinol	(μ g)	358	61	79	197	107	138	171	104	79	81
Carotene	(μ g)	3165	3777	7143	5158	3910	4592	5063	5249	5106	6920
Retinol potency	(IU)	2965	2312	4238	3527	2556	3270	3463	3316	3154	4155
Thiamine	(mg)	1.02	1.00	1.42	0.85	0.76	0.73	0.98	0.91	1.01	1.02
Riboflavin	(mg)	1.34	1.01	1.36	0.84	0.96	0.95	1.08	1.05	1.12	1.41
Niacin	(mg)	12.3	17.4	18.1	15.9	14.4	18.1	16.0	15.5	16.6	21.7
Ascorbic acid	(mg)	132	145	215	134	120	125	135	130	116	137

Each value represents the average of the last 5 experimental days.

では RDA の示した $55 \mu\text{g/day}$ (女, 19-24歳) のレベルに達したが, 主食にパンを使用しなかった EXP. 10 ではそれに達しなかった。これはパンからの Se 摂取量が多く, 原料となった小麦粉が Se 含有量の高いアメリカ産小麦粉⁹⁾の使用によるものと考えられる。

全被験者の尿中 Se 排泄量は $42 \pm 10 \mu\text{g/day}$, Se 吸収量は $67 \pm 23 \mu\text{g/day}$, Se 吸収率は $74 \pm 11\%$ であった。日常の食事における吸収率では, アメリカの $62 \pm 6\%$ ¹⁰⁾, ニュージーランドの $55 \pm 5\%$ ¹¹⁾ 等の報告があり, 本実験ではこれを上回った。これは日本の食事に含まれる Se が吸収されやすい化学形態であることが考えられる。また摂取量と排泄量から計算した Se の出納値は EXP. 10 のみが負を示した。全被験者の Se 出納値は $18 \pm 23 \mu\text{g/day}$ であった。

Se 摂取量の推定は摂取した食事の分析が望ましいが, 食事サンプルを提供する側の手間や提供サンプルが本当に被験者の摂取した食事と同一かどうか等の問題があるため, よりサンプルの信頼性の高い尿を用いる方法を検討した。図 1 に Se 摂取量と尿中 Se 排泄量の関係を示した。両者間には有意な正の相関 ($r=0.376$, $P<0.01$) がみられたが, ばらつきも大きく, 勾配も緩やかであった。さらに Se 摂取量と総 Se 排泄量 (尿中及び糞便中 Se 排泄量) との関係を図 2 に示した。前者に比し両者間にはさらに大きな有意の正の相関 ($r=0.556$, $p<0.01$) がみられた。このように Se 摂取量との相関係数は尿中 Se 排泄量のみよりもこれに糞便中 Se 排泄量を加えた方が大となり, 尿中 Se 排泄量のみから Se 摂取量を推定することは困難であることが判明した。

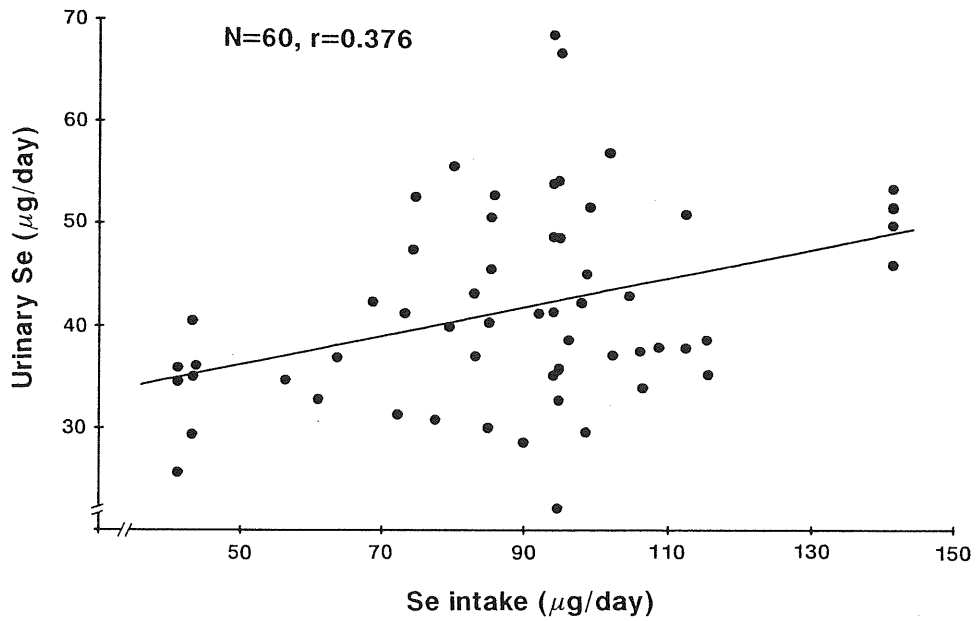


Fig. 1. Relationship between dietary selenium intake ($\mu\text{g/day}$) and urinary selenium excretion ($\mu\text{g/day}$).

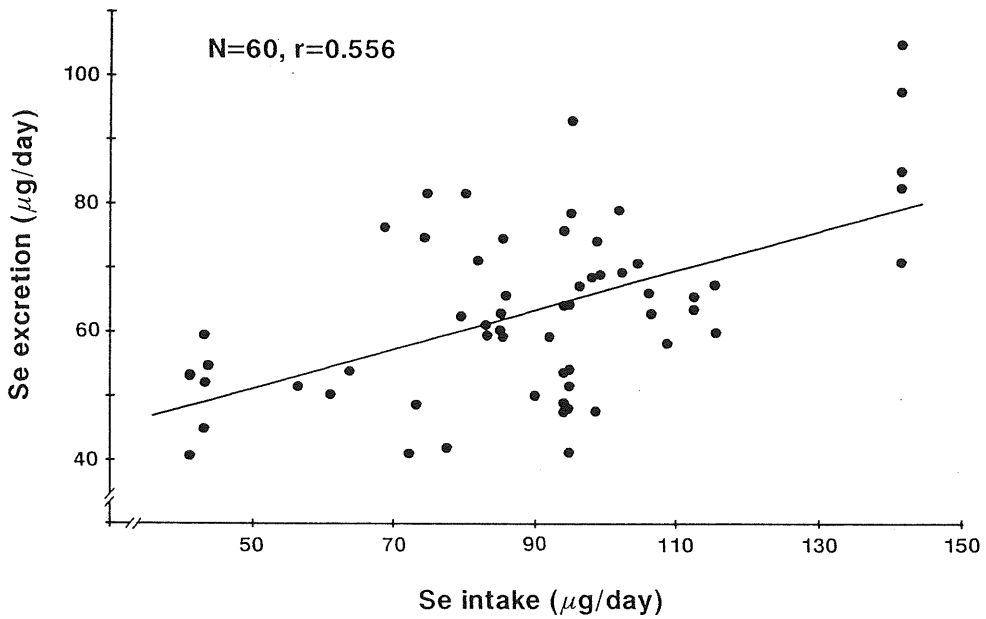


Fig. 2. Relationship between dietary selenium intake ($\mu\text{g/day}$) and urinary and fecal selenium excretion ($\mu\text{g/day}$).

3. Se 摂取量と Se 出納値の関係

全被験者の Se 摂取量 ($\mu\text{g/day}$) と Se 出納値 ($\mu\text{g/day}$) の関係を図 3 に示した。両者間には有意な正の相関関係 ($r=0.834$) がみられた。また両者から得られた回帰値線は

$$\text{selenium balance} = -35.93 + 0.69\text{intake}$$

であり、ゼロ出納を維持するための Se 摂取量は $52.1 \mu\text{g/day}$ と推定された。この値は、北アメリカ¹⁰⁾では男 $80 \mu\text{g/day}$ 、女 $57 \mu\text{g/day}$ 、また低セレン地域のニュージーランド¹¹⁾では $24 \mu\text{g/day}$ と報告され、本実験ではアメリカの女性のデータに近い値であった。さらに体重 1 Kg 当りに換算した全被験者の Se 摂取量 ($\mu\text{g/kg/day}$) と Se 出納値 ($\mu\text{g/kg/day}$) の関係を図 4 に示した。両者間には有意な正の相関関係 ($r=0.810$, $p<0.01$) がみられ、また両者から得られた回帰直線は

$$\text{selenium balance} = -0.64 + 0.64\text{intake}$$

であった。これからゼロ出納を維持するための Se 摂取量を推定すると $0.1 \mu\text{g/kg/day}$ となった。これも前述のアメリカのデータとほぼ一致した。このことは、低 Se 地域住民のような特別な場合を除けば、ゼロ出納を維持するための Se 摂取量は体重当たりでは人種差がないことも考えられるが、人種によって体脂肪率が異なるため、lean body mass を基準に比較する必要があるだろう。また別の問題としては、尿及び糞便以外にも Se の損失があり、これを考慮していないため実際のゼロ出納を維持するための Se 摂取量はさらに高値になる。

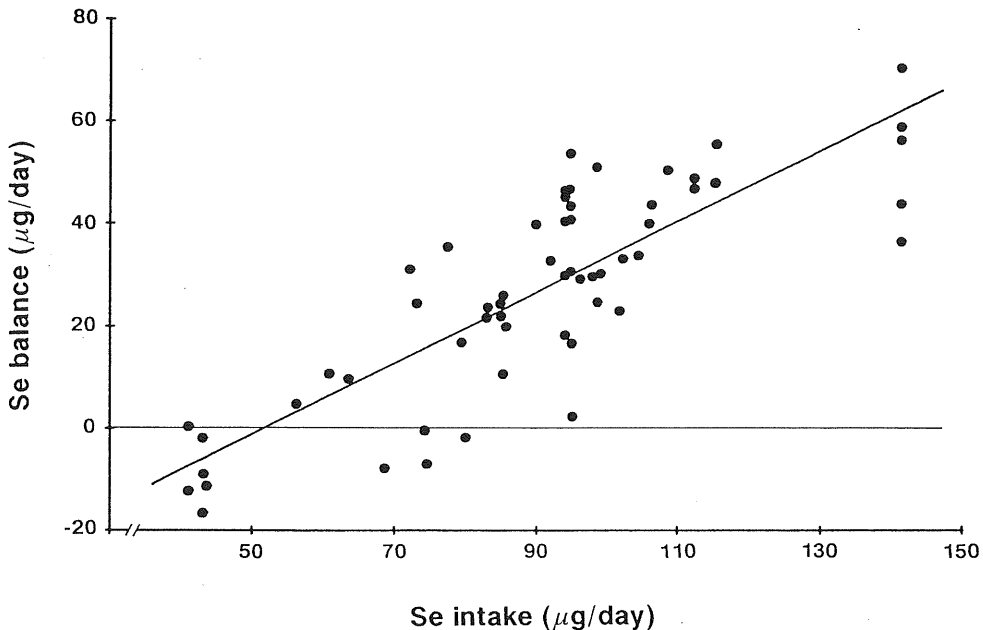


Fig. 3. Relationship between dietary selenium intake ($\mu\text{g/day}$) and selenium balance ($\mu\text{g/day}$).

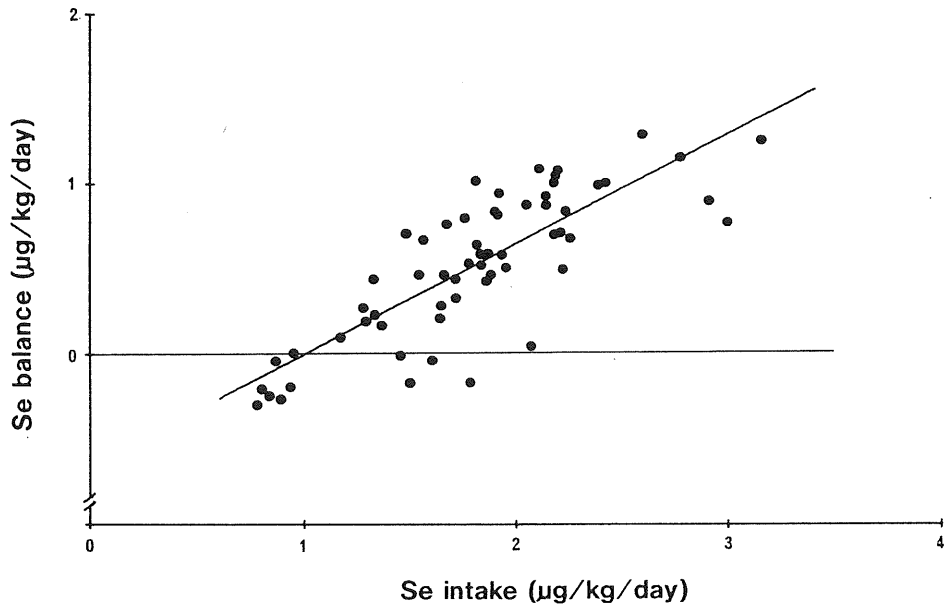


Fig. 4. Relationship between weight-adjusted dietary selenium intake ($\mu\text{g/kg/day}$) and weight-adjusted selenium balance ($\mu\text{g/kg/day}$).

以上のことから、偏った食生活では十分な Se を摂取できないことも起こり得る事実を認識する必要がある。

参 考 文 献

- 1) Recommended dietary allowance (1989), National Academy Press, Washington, D. C.
- 2) Salonen, J. T., Alfthan, G., Huttunen, J. K. and Puska, P. (1984) Am. J. Epidemiol. 120 : 342
- 3) Virtamo, J. and Huttunen, J. K. (1988) Ann. Clin. Res. 20 : 102
- 4) 佐藤郁雄, 新関嗣郎, 細川 優, 東條仁美, 内藤紀子, 山口賢次 (1986) 微量元素研究 3 : 161
- 5) 佐藤郁雄, 新関嗣郎, 蔭 士安, 山口賢次 (1992) 微量元素研究 9 : 111
- 6) 厚生省健康増進栄養課編 (1985) 第三次改訂日本人の栄養所要量, 第一出版 (東京)
- 7) Michie, N. D., Dixon, E. J. and Bunton, N. G. (1978) J. A. O. A. C. 61 : 48
- 8) 科学技術庁資源調査会編 (1982) 四訂日本食品標準成分表, 大蔵省印刷局 (東京)
- 9) Lane, H. W., Taylor, B. J., Stool, E., Servance, D. and Warren, D. C. (1983) J. Am. Diet. Assoc. 82 : 24
- 10) Levander, O. A., Sutherland, B., Morris, V. C. and King, J. C. (1981) Am. J. Clin. Nutr. 34 : 2662
- 11) Stewart, R. D. H., Griffiths, N. M., Thomson, C. D. and Robinson, M. F. (1978) Br. J. Nutr. 40 : 45