原著：

ヒト指爪中元素濃度の月間変動

林 正 利*

40～49才令男性18人の指爪中7元素(Ca, Na, Zn, K, Mg, Fe, Cu)濃度を7～9月および1～3月の各3か月間測定し、月別に比較検討した。さらにまた、43才令男性の指爪中元素濃度を21か月にわたって測定し、月別変動の検討を行なった。

40～49才令男性群の7～9月の指爪中元素濃度には著しい月別変化は認められなかったが、1～3月では2月の爪中Ca, NaおよびCu濃度が他の月のそれらと比べて有意な増減を示した。さらに2月の爪中Na/CaとNa/K比についても他の月と有意さを示した。43才令男性の指爪中元素濃度は月によって若干異なるが、Naが最も高く、次いでCa→K→Mg→Zn→Fe→Cuの順に低くなった。爪中7元素の内Ca, MgおよびZn濃度は月別変動が小さく、その変動係数は各10.0, 10.0および12.0(%)であった。Na/Ca比は21か月間著しい変動はなかったが、Na/K比は12月から5月の間高い傾向を示した。この男性の爪中元素濃度の月間変動をみると、10～12月はCaとK濃度が高く、3～5月はCa濃度が低くなった。

元素間の相関関係は、40～49才令男性群と43才令男性で必ずしも一致していなかったが、CaとMgおよびNaとK間にはいずれも有意な正の相関性が認められた。

本研究の結果は指爪中元素濃度の基礎データにはなるが、詳細な月間変動を得るためにはより多くのサンプルについての検討が必要である。

①指爪 ②爪中元素濃度 ③月別変動

I. 緒 言

今日、国民栄養の現状をみるとエネルギー、蛋白質、脂肪および炭水化物はむしろ摂取過剰の状態にある。一方、ミネラルや必須微量元素に関してはナトリウム、カルシウムおよび鉄では国民一人あたりの所要量が規定されているけれども、それ以外の元素についてはまったく問題にされていない¹⁾。しかしながら、ミネラルや必須微量元素、とくにカルシウム、マグネシウム、カリウムあるいは亜鉛などは脳血管疾患、心疾患および悪性新生物などの成人病の発生と関連性のあることが知られている²⁻⁴⁾。それゆえ生体内における必須微量元素の動態を把握することが必要であり、その手段として主に毛髪^{5,6)}の分析が利用されてきている。一方、著者は毛髪よりも内外汚染の少ない指爪を用いて検討を行ない、性・年令的な差異のあることを報告⁷⁾した。

本研究では、いまだ検討されていない爪中元素量の月間変動を40～49才令男性群の7月、8月、9月と1月、2月、3月の各3か月そして43才令男性の21か月にわたる測定で検討したので報告した。

II. 材料および方法

爪のサンプルは40～49才令の宇都宮市郊外に住む健康な男性を対象として1986年の7月、8月、9月と1987年の1月、2月、3月の期間に左右の指爪から採取した。これらの対象者の職業は農業であった。さらに、43才の健康な男性(教員)を対象として1986年の5月から1988年の1月までの21か月間にわたって月2回採取した。指爪の採取は前報⁷⁾と同じく黄線前面の爪甲全体とした。40～49才令の対象者から採取した爪は5%生物学的汚染物用洗浄剤(CONTRAD 70, 国際試験) 20 mlを加えて45℃で1時間機械的に振盪した後、脱イオン水と蒸留水でもって水洗し、40℃で1昼夜乾燥させた。一方、43才令の男性の爪は風呂上がりの清潔なものを採取し、その後は特別な洗浄を行わずに乾燥させた。

* 獨協医科大学衛生学教室

現所属：日本獣医畜産大学公衆衛生学教室

(受付：1989年3月8日)

爪の40～50 mgを灰化ボードに取り、マッフル炉を用いて1時間に100℃の上昇温度で500℃まで上げ、さらにその温度を15時間持続させて灰化した。灰化した試料は0.5Nの温硝酸3 mlに溶解した後、適宜希釈してカルシウム(Ca)、ナトリウム(Na)、マグネシウム(Mg)、カリウム(K)、亜鉛(Zn)、鉄(Fe)および銅(Cu)の7元素濃度を原子吸光光度計(島津製作所, AA-610S)を用いて分析した。すべての測定値は乾燥重量gあたりの μg で表した。43才令男性の爪の成長速度は親指爪にイレズミを入れ黄線までに要する日数で計算した。

III. 結 果

1. 40～49才令群の爪中元素濃度

40～49才令の男性群から採取した7～9月および1～3月の期間の爪中元素濃度は表1に示した。爪中元素濃度の順位は、7～9月ではNaがもっとも高く、ついでCa→K→Zn→Mg→Fe→Cuの順に低くなった。1～3月ではZn→Kの逆転を除いて7～9月の順位と同じであった。爪中元素濃度の月間有意差はノンパラメトリック法のU-testを用いて検定した。7～9月の爪中元素濃度は、8月のK濃度が9月の値よりも有意に低かった($p<0.02$)ことを除いては著しい月別変化はなかった。爪中Na濃度は9月に向かって少しずつ高くなる傾向を示した。Na/Ca比には有意

な月別変化はなかったが、Na/K比には7月と8月の値に有意差($p<0.01$)を認めた。1～3月の爪中元素濃度は、2月のNa値と3月のK値が他の月に比べて有意に低く($p<0.01$)、2月のCaとCu値が他の月に比べて有意に高かった($p<0.01$)。爪中Na/K比には著しい月別変化はなかったが、2月のNa/Ca比は1月と3月の値に比べて有意に低かった($p<0.02$)。

2. 43才令男性の月別爪中元素濃度

43才令男性の21か月にわたる爪中元素濃度の月別変化は図1に示した。21か月の平均濃度はNaが最も高く、ついでCa→K→Mg→Zn→Fe→Cuの順に低くなった。爪中Na濃度は全期間を通じて最も高く、その最高値と最低値はおおの1987年5月の $1,515\mu\text{g/g}$ と9月の $854\mu\text{g/g}$ であった。Naの変動係数は17.4%と比較的小さかった。爪中Ca濃度はNaについて高かったが、その月別変動は7元素の中で最も小さく変動係数は10.0%であった。爪中Mg, KおよびZn濃度は月によって順位が異なっていたが、MgとZn濃度の変動係数がおおの12.0%と10.0%と小さかったのに比較してK濃度ではその係数が51.9%と7元素中最大であった。爪中Fe濃度は1987年の6月までは大きな月別変動はなかったが、同年7月に異常に高い値(90.2 と $87.0\mu\text{g/g}$)を示した後、急激に低い値に移行したため変動係数も38.1%と2番目に大きかった。しかしながら、この7月の異常値を除いた平均値と標準

表1. 40—49才令男性群の爪中元素濃度

	7月	1986年 8月	9月	1月	1987年 2月	3月
Ca	598±195	506±113	523±67	347±108	446±36 ^{a**}	360±70
Na	1060±571	1077±349	1293±504	843±121	546±231 ^{b**}	742±143
Zn	119±21	118±19	111±11	113±20	102±10	121±38
Mg	82.5±33.6	67.3±22.8	72.5±5.7	55.4±22.9	61.3±5.4	57.1±8.0
K	164±91	133±27 ^{b*}	177±67	111±16	99±25	58±13 ^{c**}
Fe	44.8±25.2	38.0±4.6	40.4±13.9	35.6±8.8	31.8±11.7	31.1±10.4
Cu	14.2±5.3	13.6±3.7	11.3±4.2	8.8±2.2	16.7±6.8 ^{b**}	9.9±4.8
Na/Ca	2.09±2.04	2.22±1.17	2.42±1.67	2.54±0.55	1.22±0.54 ^{b**}	2.13±0.62
Na/K	5.71±1.32 ^{a**}	7.91±1.01	6.53±2.21	7.59±0.59 ^{a*}	9.09±2.18	7.65±0.87

1986年のaとbは各7月と8月および8月と9月間の有意差 (* $p<0.02$, ** $p<0.01$)

1987年のa, bおよびcは各1月と2月, 2月と3月および1月と3月間の有意差

(* $p<0.02$, ** $p<0.01$)

図1. 43才令男性の指爪中元素濃度の月別変動 (---平均値)

偏差は $32.4 \pm 7.85 \mu\text{g/g}$ で、変動係数も24.4%になった。

爪中Na/CaとNa/K比の月別変化は図2に示した。Na/Ca比は全期間を通じて著しい変動はなかったが、Na/K比では1986年12月から1987年5月までの期間が高くなる傾向が認められた。

3. 元素間の相関関係

40～49才令男性群および43才令男性の爪中元素間の相関係数とその有意性は表3に示した。40～49才令男性群の爪中元素間の相関関係はCaとMg ($r=0.819$, $p<0.001$), CaとCu ($r=0.489$, $p<0.001$), NaとK ($r=0.906$, $p<0.001$), ZnとMg ($r=0.265$, $p<0.02$), MgとCu ($r=0.317$, $p<0.01$)およびKとFe ($r=0.299$, $p<0.01$)間に有意な正相関を、そしてNaとCu ($r=-0.256$, $p<0.05$)間に有意な負相関を認めた。一方、21か月間にわたって測定した43才令男性ではCaとMg, NaとK, NaとFeおよびNaとCu間に各 $r=0.330$ ($p<0.05$), $r=0.405$ ($p<0.01$), $r=$

図2. 43才令男性の指爪中NaとCaおよびK比の月別変動

表2. 元素間の相関関係

	Ca	Na	Zn	Mg	K	Fe	Cu
40～49才令男性群 (n=78)							
Ca		-.046	.126	.819 ^d	.062	-.102	.489 ^d
Na	.035		.113	-.054	.906 ^d	.218	-.256 ^a
Zn	-.038	.051		.265 ^b	.213	-.187	-.076
Mg	.330 ^a	.281	.005		.065	-.117	.317 ^d
K	.133	.405 ^c	-.038	-.053		.299 ^c	-.217
Fe	-.232	.372 ^c	.269	.282	-.073		-.218
Cu	.152	.313 ^a	.058	.023	-.012	.004	
43才令男性 (n=38)							

^a $p<0.05$, ^b $p<0.02$, ^c $p<0.01$, ^d $p<0.001$

n=サンプル数

0.372 ($p<0.01$) および $r=0.313$ ($p<0.05$) の有意な正相関が認められた。

IV. 考 察

生物学的汚染洗浄剤で洗浄した40～49才令群の爪中元素濃度は、7～9月がNa→Ca→K→Zn→(1～3月はZn→K)→Mg→Fe→Cuの順に低くなった。一方、風呂上がりの爪を試料とした43才令男性では月によって多少異なるけれども、Na→Ca→K→Mg→Zn→Fe→Cuの順に低くなった。この43才令男性の爪中元素濃度の順位は先に報告⁷⁾した無洗浄のそれらと同じであることから、風呂上がりの清潔な爪を試料として用いることは、その後の洗浄に掛かる時間を節約するとともに元素の損失をも防ぐことができることを示唆していた。40～49才令男性群の爪中7元素濃度の平均値は7～9月では著しい月別変化はな

かったが、1～3月では2月のCa, NaおよびCu濃度に有意な変動が認められた。このような集団での採取期による相違は、毛髪や爪中元素濃度が日常摂取する食品中の元素量に左右されること⁸⁻¹⁰⁾や元素投与によって爪の元素量が増加^{11,12)}することから、元素濃度の高い月や変動係数の大きい月は、その月における元素の摂取量と個体差が大きかったことを表している。さらに対象者のほとんどが同じような月別変化を示したのは、地域と職業が同じことによる食生活パターンの類似が関与しているかもしれない。

43才令男性の爪中元素濃度の月別変動では、CaとK濃度が8月から9月にかけて高くなる傾向を示していた。指爪の成長速度は加齢とともに遅くなり¹³⁾、また右と左手あるいは指の種類によって多少異なるが著しい差はない¹⁴⁾。43才令男性の親指爪の成長速度は1日あたり約0.128 mmであり、指爪の採取日までに要した日数は約90～100日となった。それゆえ、採取した月の爪中元素濃度は実際には90～100日前の状態を現すことになるため、CaとK濃度は4月から7月にかけて摂取量が多かったことになる。爪の成長速度に個人差があるかもしれないが、この結果を40～49才令男性群に当てはめてみると、Ca, NaおよびK濃度の摂取が4月から7月に多かったことになる。とくに暑い時期に向かった爪中Na濃度の増加は、おそらく発汗による塩分損失を補うための塩分摂取量の増加や爪中への塩分排泄の増加によるためかもしれない。Henke et al¹⁵⁾はヒ素中毒で死亡した男性の爪を爪根部から0.5 mmに分細し各切片のヒ素濃度と生前のヒ素暴露量との間に高い関連性のあることから爪の測定値によって過去の摂取量を知ることができるとしている。43才令の爪中Na, Ca, MgおよびZn濃度の月別変動が小さかったことは、これらの元素の摂取量や生体内における代謝が年間を通じて比較的安定した状態にあったことを示すものと思われた。このように爪中元素濃度の月別変化は第一に食事内容や生活様式の相違を反映していると解釈されたが、爪中NaとKおよびCaとMg濃度の月別変化が同じような傾向を示したことは、生体内においてNaとKが血圧調整の拮抗関係にあること¹⁶⁾およびCaとMgが循環器疾患の予防作用を持つこと¹⁷⁾と関連があるかもしれない。さらに、元素間の相関関係をみると40～49才令群と一個人の21か月間の結果とは必ずしも同じではなかったが、両者ともCaとMgおよびNaとK濃度間には有意な正相関が認められた。これらの元素間の有意な正相関は1才から60才以上の集団を男女別に検討したときにも認められたので⁷⁾、生体内においてかなり緊密な

関連性を維持していると考えられた。本邦では爪中元素濃度を月別に検討した報告は見当たらなかったもので、比較検討できなかった。Harrison and Tyree¹⁸⁾は一個人の指爪中元素量を9月から5月まで測定して、Ca→Zn→Mg→Cu→Feの順に低濃度になることやこれらの元素について明らかな季節的な変動のないことを報告している。一方、Harrison and Clemena¹⁹⁾は12か月間個人の指爪中元素量を測定し、月によって多少異なるけれどもCa→K→Na→P→Zn→Mg→Feの順に低くなること、Zn, P, K, MgおよびNa濃度に若干の季節的特徴のあることおよびNaとK間に高い相関性のあることを報告している。Kana-brocki et al²⁰⁾は41才男性の親指爪のNa濃度が夏期(7～9月)に高く、Cu濃度が冬期(1～3月)に高いとしているが、その他の元素については言及していない。本研究と彼等の結果を単純に比較検討することには、多くの問題があると思われるけれども、Ca, K, Pが牛乳や乳製品に多いということおよび日本人の食塩摂取量が多いということなどから考えると、元素濃度の順位差はおそらく日常摂取する食品の種類やその摂取量の相違を反映しているかもしれない^{21,22)}。

集団と個人を対象とした本研究から、爪中元素濃度の月別変化や元素間における相関性の有無を知ることができた。しかしながら、より正確なデータを得るためには性・年齢別による月別変動を検討する必要がある。

V. 結 論

1. 40～49才令男性18人の指爪中7元素(Na, Ca, Zn, Mg, K, Fe, Cu)濃度は7～9月では、8月のK値を除いて著しい月別変化はなかった。一方、1～3月では2月のCa, NaおよびCu濃度に有意な増減が認められた。
2. 43才令男性の21か月間にわたる指爪中元素濃度は月によって多少異なるが、Naが最も高く、ついでCa→K→Mg→Zn→Fe→Cuの順に低くなった。爪中元素の月別変動をみると、Ca濃度は4～6月に低く、10～12月に高くなる傾向を示した。その他の元素については特異的な月間変動は認められなかった。
3. 40～49才令男性群と43才令男性の爪中Na/K濃度比は12月から5月までが高くなる傾向を示した。
4. 40～49才令男性群と43才令男性の爪中元素間の相関関係は必ずしも一致していなかったが、NaとKおよびCaとMg間には両者に有意な正相関が認められた。

文 献

- 1) 厚生統計協会：厚生 の指標，国民衛生の動向，国民栄養の現状，35(9)：93—95，1988.
- 2) Luft FC, Weinberger MH: Potassium and blood pressure regulation. *Am J Clin Nutr* 45(5):1289—1294, 1987.
- 3) Wester PO: Magnesium. *Am J Clin Nutr* 45(5):1305—1312, 1987.
- 4) Kasprzak KS, Waalkes MP: The role of calcium, magnesium, and zinc in carcinogenesis. *Adv Exp Med Biol* 206: 497—516, 1986.
- 5) 明石潤子，今堀 彰，福島一郎：毛髪中の中性子化分析元素間の相関についての検討. *Radioisotope*, 30:7—12, 1981.
- 6) 今井良次：毛髪 の分析から何がわかるか—歯科領域における毛髪分析の応用—，歯界展望，60：1161—1174，1982.
- 7) 林正利，大平修二，松井寿夫：ヒト爪中の微量元素濃度. *日衛誌*，41(5)：843—850，1986.
- 8) 泉敬子：毛髪中カルシウムおよび鉄の栄養学的研究. *東医大誌*，41：43—49，1983.
- 9) Masironi R, Koirtzohann SR, Pierce JO, Schamschula RG: Calcium content of river water, trace element concentrations in toenails, and blood pressure in village populations in New Guinea. *Sci Total Environ* 6: 41—53, 1976.
- 10) Lal G, Sidhu NPS, Singh I, Mittal VK, Sahota HS: Neutron activation analysis of trace elements in human hair: Effect of dietary and environmental factors. *Nucl Med Biol* 14(5): 499—501, 1987.
- 11) 花田勝美，山本雅章：後天的亜鉛欠乏小児における毛髪および爪甲亜鉛. *日皮会誌*，90(5)：449—451，1980.
- 12) Morita H, Shimomura S, Okagawa K, Saito S, Sakigawa C, Sato H: Determination of germanium and some elements in hair, nail and toenail from persons exposed and unexposed germanium. *Sci Total Environ* 58(3): 237—242, 1986.
- 13) Bean WB: Nail growth: 35 years of observation. *Arch Inter Med* 140(1): 73—76, 1980.
- 14) Hamilton JB, Terada H, Mestler GE: Studies of growth throughout the lifespan in Japanese: Growth and size of nails and their relationship to age, sex, heredity, and other factors. *J Geront* 10: 401—415, 1955.
- 15) Henke G, Nucci A, Queiroz LS: Detection of repeated arsenical poisoning by neutron activation analysis of foot nail segments. *Arch Toxicol* 50: 125—131, 1982.
- 16) 伊藤敬一，池田正男：血圧に対する食物の影響. *医学のあゆみ*，128(3)：143—149，1984.
- 17) Marier JR: 循環器疾患におけるマグネシウムの，カルシウム，ナトリウムおよびカリウムとの相互関係. *最新医学*，38(4)：646—648，1983.
- 18) Harrison WW, Tyree AB: The determination of trace elements in human fingernails by atomic absorption spectroscopy. *Clin Chim Acta* 31(1): 63—73, 1971.
- 19) Harisson WW, Clemena GG, Survey analysis of trace elements in human fingernails by spark source mass spectrometry. *Clin Chim Acta* 36: 485—492, 1972.
- 20) Kanabroki E, Case LF, Graham LA, Fields T, Oester YT, Kaplan E: Neutron activation studies of trace elements in human fingernail. *J Nucl Med* 9(9): 478—481, 1968.
- 21) Horiguchi S, Teramoto K, Kurono T, Ninomiya K: An attempt at comparative estimate of daily intake of several metals(As, Cu, Pb, Mn, Zn) from foods in thirty countries in World. *Osaka City Med J* 24(2): 221—239, 1981.
- 22) 寺岡久之，森井ふじ，小林純：食品中に含まれる24種の元素量および一日の元素摂取量について. *栄養と食料* 34(3)：221—239，1981.

Monthly Variation of Elements in Human Fingernails

Masatoshi HAYASHI*

The concentrations of calcium, sodium, zinc, potassium, magnesium, copper and iron in fingernails of 18 males aged 40 to 49 years collected during period of July to September and January to March were determined by atomic absorption spectroscopy. Furthermore, fingernail collections were made periodically on one 43-year-old male over 21 months.

The mean concentrations of 7 elements in fingernails of 18 male subjects were not significantly variation among months collected from July to September, but samples collected from January to March were significantly different in the concentrations of Ca, Na and Cu in the nails collected from February compared to that of the other months.

Of the mean content of seven elements in the fingernails of one 43-year-old male over 21 months, the concentration of Na was the highest, followed by Ca, K, Mg, Zn, Fe and Cu. The concentrations of Ca and K tends to increase in the nails collected during period of October to December while Ca

was observed to decrease during period of March to May. However, the rest of the elements did not any systematic trends in the variations. The Na/K ratio was higher in the periods from December to May.

Significant correlations of Na-K and Ca-Mg were observed in both studies of 18 males and one male subjects.

The results of this study can be used as basic data for element study in fingernails. However, a great deal more data is required from extensive studies of a large number of cases to clearly establish chronological variation for human fingernails.

* *Department of Hygiene, Dokkyo University, School of Medicine*

Present post : Department of Public Health, Nippon Veterinary Zoo and Technical College