

Rapola JM et al, 1997)が、その他のイギリスで実施された Cambridge Heart Antioxidant Study (Stephens NG et al, 1996), 心筋梗塞から生還したイタリア人患者を対象とした研究 (GISSI-Prevention Investigators, 1999) および 19カ国で実施されたHOPE (Heart Outcomes Prevention Evaluation) 研究 (HOPE Study Investigators, 2000) はいずれもVE投与が全死亡率, 心血管疾患系死亡率, 心筋梗塞等に何ら効果を示さなかったことを報告している. 各研究における対象者の疾患程度, 生活状況を含めた相違やVEサプリメント量 (200-800IU) の相違などが考えられ, 今後さらに継続した追跡調査が望まれる. 糖尿病の合併症として網膜や腎臓における微小血管病変が挙げられるが, それらもまた酸化ストレスと密接に関することが知られている. つまり, 糖尿病の合併症を予防するうえで血糖コントロールに加えて抗酸化剤であるVE投与の可能性がこれまで検討されている. その結果, 酸化LDL産生の抑制 (Filler CJ et al, 1998), ヘモグロビンA1cの低下 (Ceriello A et al, 1991)を認めたが, 血糖値に対しては何ら作用は認められなかった (Reaven PD et al, 1995). 尿中8-イソプロスタグランジンF<sub>2α</sub>排泄を指標として糖尿病患者の酸化ストレス状態に対するVEサプリメント (600 mg/日, 14日間) 効果をみた場合, VE投与により有意な抑制が認められている (Davi G et al, 1999). しかし, もう一つ合併症である神経症 (糖尿病性ニューロパシー) に対するVE補足効果に関してはほとんど検討されておらず, 900 mg/日, 6カ月間の $\alpha$ -トコフェロール投与

によって神経伝達速度の改善がみられるとの報告 (Tutuncu NB et al, 1998) があるが, 今後さらに検討が必要である. 発癌メカニズムの一つとしてフリーラジカルによるDNA損傷が挙げられることから, フリーラジカル捕捉作用を有するVEが癌発生を抑制する可能性が考えられる. しかしながら, これまでVEと癌との関係を疫学的にみた研究は限定されており, 肺癌と血中VE濃度との間に弱い逆相関が認められている

(Comstock GW et al, 1997) のみであり, その他の乳癌, 前立腺癌との間には有意な相関関係は認められていない (Verhoeven DT, et al, 1997, Comstock GW, 1992). 但し, 喫煙者の血清VE濃度と前立腺癌との関係をみた前向きコホート研究では両者の間に逆相関が認められている (Eichholzer M, et al, 1996). また, 介入研究においてはVE補足が前立腺癌の発現を抑制 (34%) することが報告されている (Heinonen OP et al, 1998) がその他の肺癌, 大腸ポリープ再発予防に関してはVE補足効果は認められていない (ATBC Cancer Prevention Study Group, 1994, Hofstad D, 1998).

その他, 白内障に対してVEが予防効果が見出されている (Vitale S et al, 1993) が, 一方では効果がないという報告 (Hankinson SE et al, 1992) もある. また, パーキンソン病やアルツハイマー病などの中枢神経障害に対するVE補足効果についても検討されているが, パーキンソン病に対しては有益な結果は得られていない

(Parkinson Study Group, 1993, 1998,) がアルツハイマー病に対してはVE補足 (2,000IU/

日)により疾患の進行が有意に遅延することが見出されている (Sano M et al, 1997).

VEの発癌抑制作用とも関連するが、-VEが免疫賦活作用を有することは実験的および疫学的研究からも周知の事実である (Moriguchi S et al, 2000). 疫学的研究では60歳以上の高齢者を対象にした観察研究において血漿VE濃度と遅延型過敏皮膚 (DTH) 反応が正相関することが見出されている (Chavance M et al, 1989). 日本においても同様に高齢者を対象に血漿VE濃度と末梢血Tリンパ球機能との関係について検討されているが、有意な関連は見出されていない。しかし、血漿VE濃度を血漿VLDLコレステロール濃度で除した数値と末梢血T細胞機能とは有意な正相関があることを認めている (渡邊ら, 2002). 介入研究としては65歳以上の被験者88名について60, 200および800 mg/日のVE補足を実施したものがあつた。その結果、DTH反応やB型肝炎ワクチン、破傷風ワクチンに対する抗体価の上昇することが見出されている (Meydani SN et al, 1997).

日本人のビタミンE摂取量は、第六次改定食事摂取基準の目標値である男性10mg $\alpha$ -TE, 女性8mg $\alpha$ -TEと比較すると、男性は、いずれの年齢階級においても不足ぎみ、女性ではほぼ満たしている状態である。(厚生労働省, 2003)

しかし、サプリメント等からの摂取量は、上記のビタミンE摂取量には反映されていないため、実際には、もっと多く摂取されている可能性がある。

また、ビタミンEの栄養状態は、多価不飽和脂肪酸 (PUFA) 摂取量と密接な関係があるが、国民栄養調査では、多価不飽和脂肪酸の摂取量は算出されていないので、ビタミンEとの実測比率 (E/PUFA) は不明である。

しかし、平原らは、1983~1988年の国民栄養調査成績をもとに、E/PUFA比を算出しており、その比率は、0.56 $\pm$ 0.01 (E摂取量: 9.35mg, PUFA摂取量: 16.7g)であつた (平原文子, 1995).

日本人のビタミンE摂取源としての食品群別内訳 (1人1日あたり) は、男女とも野菜、果実類・油脂類・魚介類・豆類・卵類の順に多く、これらの食品群で約80%を占めている (厚生労働省, 2003). 主な供給源である食品群をもとに代表的な食品を100g中及び常用量中の含有量を五訂食品成分表より算出した (図2). 100g中の含有量では、油脂類が圧倒的に多く、常用量では野菜類の西洋かぼちゃ、大根葉、モロヘイヤ等が多い。

平成13年国民栄養調査結果の食生活状況では、錠剤、カプセル、ドリンク状のビタミンやミネラル (以下「ビタミン、ミネラル」という) を飲んでいる者は、男性で17.0%、女性で23.6%であつた。この割合は、ビタミン、ミネラルを「1種類飲んでいる」と「2種類以上飲んでいる」と回答した者の割合を合計したものである。いずれの年齢階級においても女性は男性に比べてビタミン、ミネラルを飲んでいる者の割合が多い。

また、ビタミン、ミネラルをほぼ毎日飲んでいる者は、男性で65.3%、女性で67.4%であり、男女ともいずれの年齢階級でもほぼ毎日と回答した者が最も多かった。

ビタミン、ミネラルのうち、目的とされている栄養素は、男性では、ビタミンB<sub>1</sub> (35.0%) が最も多く、次いでビタミンB<sub>2</sub> (29.8%)、ビタミンC (29.5%) であった。女性では、ビタミンC (36.6%) が最も多く、次いでビタミンE (32.9%)、ビタミンB<sub>1</sub> (29.6%) の順であり、サプリメントとしてのビタミンE摂取を考えている者は多くない。また、年齢階級別にみると、ビタミンE摂取を目的とする者が最も多かった年代は、50～69歳の女性であった(厚生労働省 2003)。

ビタミンEは、代表的な脂溶性抗酸化物質であり、他の脂溶性ビタミンと比較して毒性は極めて低い。高齢者や運動選手等においては、さらに高いビタミンE摂取が望まれ、サプリメント等の積極的な利用も視野に入れて考えらる必要があるかも知れない。

以上、現在まで集積されたエビデンスはまだまだ十分とは言えないが、T細胞を中心とする細胞性免疫能の低下する高齢者における癌発生の増加や易感染性を防止する上でもより高いビタミンE摂取が必要である。特に、高齢者では一般にビタミンEを多く含む食品の摂取が低い上に、腸管でのビタミンEをはじめとする脂溶性ビタミンの吸収を高める油脂の摂取量も低いことから、成人に比べさらに高いビタミンE摂取が望まれる。また、運動に伴う体内での活性酸素産

生の亢進やそれにともなう過酸化脂質の増加を防ぐ上でも十分なビタミンE摂取が必要である。以上、「日本人の食事摂取基準、2010年版」におけるビタミンEの摂取基準を考える場合、□ 高齢者への付加、□ 運動トレーニングを定期的に行っている人への付加、□ サプリメントの考え方、および□脂質摂取量あるいは血中脂質(中性脂肪、VLDL-コレステロールなど)濃度との関連などを考慮した設定が必要と考える。

#### 文献

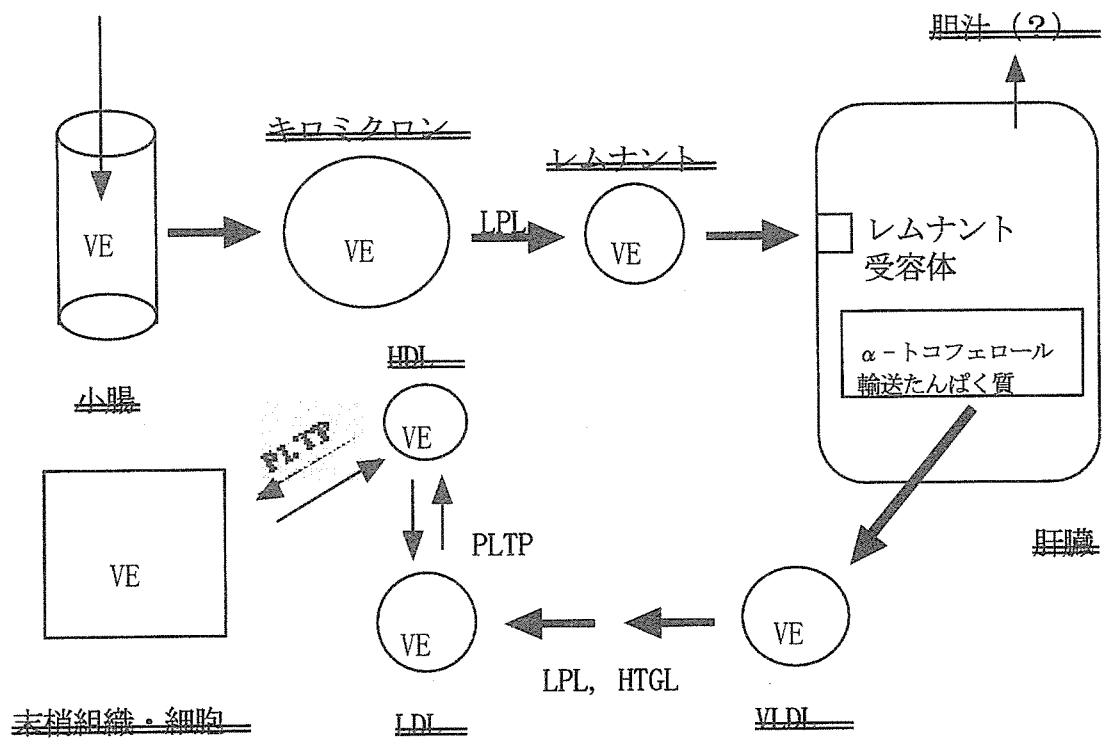
- 1) ATBC Cancer Prevention Study Group (1994). The alpha-tocopherol, beta-carotene lung cancer prevention study: design, methods, participant characteristics, and compliance. The ATBC Cancer Prevention Study Group. *Ann Epidemiol*, 4(1), 1-10
- 2) Axford-Gately RA, Wilson GJ (1993) Myocardial infarct size reduction by single high dose or repeated low dose vitamin E supplementation in rabbits. *Can J Cardiol*, 9, 94-98
- 3) Azen SP, Qian D, Mack WJ, Sevanian A, Selzer RH, Liu CR, Liu CH, Hodis HN (1996) Effect of supplementary antioxidant vitamin intake on carotid arterial wall intima-media thickness in a controlled clinical trial of cholesterol lowering. *Circulation*, 94(19), 2369-2372
- 4) Blomstrand R, Forsgren L (1968) Labeled tocopherols in man. Intestinal absorption and thoracic-duct lymph transport of dl-alpha-tocopheryl-3,4-<sup>14</sup>C<sub>2</sub> acetate, dl-

- alpha-tocopheramine-3,4-14C2, dl-alpha-tocopherol-(5-methyl-3H) and N-(methyl-3H)d-gamma-tocopheramine. *Z. Vitamiforsch*, 38, 328-344.
- 5) Ceriello A, Giugliano D, Quatraro A, Donzalla C, Dipalo G, Lefebvre PJ (1991) Vitamin E reduction of protein glycosylation of diabetic complications? *Diabetes Care*, 14(1), 68-72
  - 6) Chavance M, Herbeth B, Fournier C, Janot C, Vernhes G (1989) Vitamin status, immunity and infections in an elderly population. *Eur J Clin Nutr*, 43(12), 827-835
  - 7) Comstock GW, Bush TL, Helzlsouer K (1992) Serum retinol, beta-carotene, vitamin E, and selenium as related to subsequent cancer of specific sites. *Am J Epidemiol*, 135(2), 115-121
  - 8) Comstock GW, Alberg AJ, Huang HY, Wu K, Burke AE, Hoffman SC, Norkus EP, Gross M, Cutler RG, Morris JS, Spate VL, Helzlsouer KJ (1997) The risk of developing lung cancer associated with antioxidants in the blood: ascorbic acid, carotenoids, alpha-tocopherol, selenium, and total peroxyl radical absorbing capacity. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 6(1), 907-916
  - 9) Davi G, Ciabattini G, Consolo A, Mezzetti A, Falco A, Santarone S, Pennesse E, Vitacolonna E, Bucciarelli T, Costantini F, Capani F, Patrono C (1999) In vivo formation of 8-iso-prostaglandin f2alpha and platelet activation in diabetes mellitus: effects of improved metabolic control and vitamin E supplementation. *Circulation*, 99(2), 224-229
  - 10) Eichholzer M, Stahelin HB, Gey KF, Ludin E, Bernasconi F (1996) Prediction of male cancer mortality by plasma levels of interacting vitamins: 17-year follow-up of the prospective Basel study. *Int J Cancer*, 66(2), 145-150
  - 11) FAO/WHO/UNA (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization/United Nations). (1985) Energy and Protein Requirements Report of a Joint FAO/WHO/UNA Expert Consultation. Technical Report Series. No. 724. Geneva: World Health Organization.
  - 12) Farrel PM, et al (1977) The occurrence and effects of human vitamin E deficiency. A study in patients with cystic fibrosis. *J. Clin. Invest.*, 60, 233-244.
  - 13) Fuller CJ, Huet BA, Jialal I (1998) Effects of increasing doses of alpha-tocopherol in providing protection of low-density lipoprotein from oxidation. *Am J Cardiol*, 81(2), 231-233
  - 14) GISSI-Prevention Investigators (1999) Dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids and vitamin E after myocardial infarction: results of the GISSI-Prevenzione trial. Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell'infarto miocardico. *Lancet*, 354(9177),

- 447-455
- 15) Heinonen OP, Albanes D, Virtamo J, Taylor PR, Huttunen JK, Hartman AM, Haapakoski J, Malila N, Rautalahti M, Ripatti S, Maenpaa H, Teerenhovi L, Koss L, Virolainen M, Edwards BK (1998) Prostate cancer and supplementation with alpha-tocopherol and beta-carotene: incidence and mortality in a controlled trial. *J Natl Cancer Inst*, 90(6), 440-446
  - 16) Hankinson SE, Stampfer MJ, Seddon JM, Colditz GA, Rosner B, Speizer FE, Willett WC (1992) *BMJ*, 305(6849), 335-339
  - 17) Hofstad B, Almendingen K, Vatn M, Andersen SN, Owen RW, Larsen S, Osnes M (1998) Growth and recurrence of colorectal polyps: a double-blind 3-year intervention with calcium and antioxidants. *Digestion*, 59(2), 148-156
  - 18) HOPE Study Investigators (2000) Effects of ramipril on cardiovascular and microvascular outcomes in people with diabetes mellitus: results of the HOPE study and MICRO-HOPE substudy. *Heart Outcomes Prevention Evaluation Study Investigators. Lancet*, 355(9200), 2530-259
  - 19) Horwitt MK, et al (1963) Erythrocyte survival time and reticulocyte levels after tocopherol depletion in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, 12, 99-106.
  - 20) Horwitt MK (1969) Vitamin E and lipid metabolism in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, 8, 451-461.
  - 21) Horwitt MK, et al (1972) Relationship between tocopherol and serum lipid levels for determination of nutritional adequacy. *Ann. NY Acad. Sci.*, 203, 223-236.
  - 22) Keller J, Losowsky MS (1970) The absorption of alpha-tocopherol in man. *Br. J. Nutr.*, 24, 1033-1047.
  - 23) Kushi LH, Folsom AR, Prineas RJ, Mink PJ, Wu Y, Bostick RM (1996) Dietary antioxidant vitamins and death from coronary heart disease in postmenopausal women. *N Engl J Med*, 334(18), 1156-1162
  - 24) Jansson L, et al (1981) Vitamin E and fatty acid composition of human milk. *Am. J. Clin. Nutr.* 34, 8-13.
  - 25) Lammi-Keefe CJ (1985) Alpha tocopherol, total lipid and linoleic acid contents of human milk at 2, 6, 12 and 16 weeks. In: Scaub. J., ed., *Composition and Physiological Properties of Human Milk*. New York: Elsevier Science. pp.241-245.
  - 26) Losonczy KG, Harris TB, Havlik RJ (1995) Vitamin E and vitamin C supplementation use and risk of all-cause and coronary heart disease mortality in older persons: the Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly. *Am J Clin Nutr*, 64(2), 190-196
  - 27) Meydani SN, Meydani M, Blumberg JB, Leka LS, Siber G, Loszewski R, Thompson C, Pedrosa MC, Diamond RD, Stollar BD

- (1997) Vitamin E supplementation and in vivo immune response in healthy elderly subjects. A randomized controlled trial. *JAMA*, 277(17), 1380-1386
- 28) Moriguchi S., Muraga M (2000) Vitamin and immunity. *Vitam Horm*, 59, 305-336
- 29) Morinobu T, et al (2002) The safety of high-dose vitamin E supplementation in healthy Japanese male adults. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 48, 6-9.
- 30) Murphy S.P, et al (1990) Vitamin E intakes and sources in the United States. *Am. J. Clin. Nutr.*, 52, 361-367.
- 31) Parkinson Study Group (1993) effects of tocopherol and deprenyl on the progression of disability in early Parkinson's disease. The Parkinson Study Group. *N Engl J Med*, 328(3), 176-183
- 32) Porter TD (2003) Supernatant protein factor and tocopherol-associated protein: an unexpected link between cholesterol synthesis and vitamin E (Review), *J. Nutr. Biochem.*, 14, 3-6.
- 33) Rimm EB, Stampfer MJ, Ascherio A, Giovannucci E, Colditz GA, Willett WC (1993) Vitamin E consumption and the risk of coronary heart disease in men. *N Engl J Med*, 328(20), 487-489
- 34) Reaven PD, Herold DA, Barnett J, Edelman S (1995) Effects of vitamin E on susceptibility of low-density lipoprotein and low-density lipoprotein subfractions to oxidation and on protein glycation in NIDDM. *Diabetes Care*, 18(6), 807-816
- 35) 櫻井貴之 他 (2000) 日本人母乳組成の現状—常乳 (泌乳21-179 日) 中のビタミンA, E, D 及びβ—カロチン含量—. 日本小児栄養消化器病学会講演要旨集, p.79 .
- 36) Sano M, Ernesto C, Thomas RG, Klauber MR, Schafer K, Grundman M, Woodbury P, Growdon J, Cotman CW, Pfeiffer E, Schneider LS, Thai LJ (1997) A controlled trial of selegiline, alpha-tocopherol, or both as treatment for Alzheimer's disease. The Alzheimer's Disease Cooperative Study. *N Engl J Med*, 336(17), 1216-1222
- 37) Sokol RJ, et al (1984) Vitamin E deficiency with normal serum vitamin E concentrations in children with chronic cholestasis. *N. Engl. J. Med.*, 310, 1209-1212.
- 38) Stampfer MJ, Hennekens CH, Manson JE, Colditz GA, Rosner B, Willett WC (1993) Vitamin E consumption and the risk of coronary disease in women. *N Engl J Med*, 328(2), 1444-1449
- 39) Stephens NG, Parsons A, Schofield PM, Kelly F, Cheeseman K, Mitchinson MJ (1996) Randomised controlled trial of vitamin E in patients with coronary disease: Cambridge Heart Antioxidant Study (CHAOS). *Lanset*, 347(9004), 781-786
- 40) Thomas MR (1981) Vitamin A and vitamin

- E concentration of the milk from mothers of pre- term infants and milk of mothers of full term infants. *Acta Vitaminol. Enzymol.*, 3, 135-144.
- 41) Traber MG(1999), Arai H. Molecular Mechanisms of vitamin E transport. *Ann. Rev. Nutr.*, 19, 343-355
- 42) Tutuncu NB, Bayraktar M, Varli K (1998) Reversal of defective nerve conduction with vitamin E supplementation in type 2 diabetes: a preliminary study. *Diabetes Care*, 21(11), 1915-1918
- 43) Verhoeven DT, Assen N, Goldbohm RA, Dorant E, van't Veer P, Sturmans F, Hermus RJ, van den Brandt PA (1997) Vitamins C and E, retinol, beta-carotene and dietary fibre in relation to breast cancer risk: a prospective cohort study. *Br J Cancer*, 75(1), 149-155
- 44) Vitale S, West S, Hallfrisch J, Alston C, Wang F, Moorman C, Muller D, Singh V, Taylor HR (1993) Plasma antioxidants and risk of cortical and nuclear cataract. *Epidemiology*, 4(3), 195-203
- 45) Voegle AF, Jerkovic L, Wellenzohn B, Eller P, Kronenberg F, Liedl KR, Dieplinger H (2002) Characterization of the vitamin E-binding properties of human plasma afamin. *Biochemistry*, 41, 14532-14538.
- 46) 渡邊陽子, 森口 覚 (2002) 細胞性免疫能とビタミンE (VE) に関する疫学的研究 —特に血中一酸化窒素 (NO) 濃度との関連について—. *ビタミンE研究の進歩*, □, 50-59
- 47) 厚生労働省健康局総務課生活習慣病対策室 (2003) 「国民栄養の現状 平成13年国民栄養調査結果」平原文子, 富岡和久, 大谷八峯 (1995)
- 48) 日本人のビタミンE・多価不飽和脂肪酸摂取量とVE/PUFA比に及ぼす環境要因の年次推移. *ビタミンE研究の進歩*, □, 188-191



LPL: リポたんぱく質リパーゼ  
 PLTP: 血漿リン脂質輸送たんぱく質  
 HTGL: 肝トリグリセリドリパーゼ

図1. ビタミンEの体内動態



厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業）

日本人の食事摂取基準（栄養所要量）の策定に関する基礎的研究

平成 16 年度～18 年度 総合研究報告書

主任研究者 柴田 克己

## I. 総合研究報告

### 13. 日本人乳児（0～5 か月）の哺乳量の資料

主任研究者 柴田 克己 滋賀県立大学 教授

研究協力者 廣瀬 潤子 滋賀県立大学 助手

#### 研究要旨

2010 年に予定されている日本人の食事摂取基準の改定のために哺乳量の調査を行った。2005 年版では、平成 13 年度～15 年度の厚生労働科学研究費補助金 日本人の水溶性ビタミン必要量に関する基礎的研究（主任研究者 柴田克己）で、分担研究者の戸谷誠之が行った研究成果である、「日本人の乳児（0～5 か月）の哺乳量は 780 ml である」が採用された。引き続き、本研究班でも、哺乳量の調査を引き継ぎ、試料数を増やした。その結果、800 ml という値が得られた

## I. はじめに

「日本人の食事摂取基準(2005年版)」<sup>1)</sup>の序文には、策定検討会からのコメントとして、「乳児の目安量は、母乳中の栄養素濃度と哺乳量の積である。日本人の濃度については、クロム、モリブデン、鉄、亜鉛、ビタミンAのデータが無いようであるし、データの古いものがあるし、標本数も少ない。哺乳量のデータは非常に少ない。」としている。

## II. 哺乳量の変遷

昭和35年改定からの食事摂取基準・哺乳量(0~5か月)の変遷と、その策定根拠となったデータを表1にまとめた。策定の根拠となったデータをみると、昭和35年改定では根拠が示されず、昭和44年と昭和50年改定で使用された高井ら<sup>2)</sup>のデータでは、生後満2週間から13週の母乳栄養時68例について、3日間の平均値を1日哺乳量とし、生後2~3週の哺乳量は平均631±121 ml/日、10~11週では914±174 ml/日としている。それ以降、第六次改定まで哺乳量は850 mlのまま変更されていなかった。

第六次改定では根拠となるデータの記載はないが、それまでの採用値850 mlから100 ml少ない750 mlとなった。高井ら<sup>2)</sup>の報告から第六次改定版策定までになされた報告として、Allen JC, Keller RP, Archer P, Neville MC (1991) Studies in human lactation: Milk composition and daily secretion rates of macronutrients in the first year of lactation. *Am J Clin Nutr* 54, 69-80.<sup>3)</sup>と、Neville MC, Keller R, Seacat J, Lutes V, Neifert M, Gasey C, Allen

J, Archer P (1988) Studies in human lactation and full lactation: Milk volumes in lactating women during onset of lactation and full lactation. *Am J Clin Nutr* 48, 1375-1386.<sup>4)</sup>がある。前者では、75例について出生21日で717±37 ml/日(538~1023 ml/日)、出生45日で713±31 ml/日(532~965 ml/日)、出生90日で700±38 ml/日(583~920 ml/日)、出生180日で801±22 ml/日(732~966 ml/日) ml/日と報告している。後者は各測定12または13例で出生7~14日で615±130 g/日、出生15~28日で689±148 g/日、出生30~59日で707±104 g/日、出生60~150日で753±89 g/日と報告している。これら2報はともにアメリカで行われた調査である。また、日本人の報告としては、米山ら<sup>5-7)</sup>が報告した出生5または6日および12か月までの各月齢ごとに調査した報告がある。これらで報告された哺乳量はおおよそ700 ml 台前半の値であった。

## III. 研究成果

2005年版策定の際には、日本人の乳児(0~5か月)の哺乳量は、「平成13年度~15年度の厚生労働科学研究費補助金 日本人の水溶性ビタミン必要量に関する基礎的研究(主任研究者 柴田克己)」で、分担研究者の戸谷誠之が行った研究成果である、「780 ml」が採用された<sup>8)</sup>。さらに、われわれが本研究班で報告したデータではのべ157例について調査し、満1~5か月齢の平均哺乳量は801 mlであった。

## IV. 研究成果の意義及び今後の発展

表2に報告されている哺乳量に関する測定方法などの情報をまとめた。また、表3に哺乳量に関する報告の出生後日数をまとめた。

測定方法は、授乳ごとに哺乳前後の乳児の体重を測定し、その差を哺乳量としているものが多い。授乳期には母親は子育てのストレスを強く感じる時期であることから被験者の負担をできるだけ軽くする必要があると考える。その他の方法として、事前に搾乳し哺乳瓶で授乳させ乳児の哺乳量を測定する方法も考えられるが搾乳の手間や衛生面および哺乳瓶の飲み口の違いによる差などの考慮すべき点があることから、測定法は簡便である授乳前後の乳児の体重測定法が妥当であると考え。現在、乳児用体重計の精度が上がり、乳児の動きに対応した自動補正機能付のものもあり、測定精度の均一かが測りやすくなっている。以上のようなことから、鈴木ら<sup>8)</sup>の報告やわれわれの調査では授乳前後の乳児の体重測定法で行い、食事摂取基準の表記方法に合わせるために、母乳の比重を五訂日本食品標準成分表の母乳の値を用いて算出した。この算出方法については、比重および各成分とともに検討すべき点と考える。

また、表3の出生後日数との関係をみると、出生後2週までは哺乳量が安定していない。とくに出生後2、3日は哺乳を行っていても、生理的な現象として出生時体重より体重が減少する。さらに、母乳中成分も出生直後の初乳と出生数週間の移行乳、それ以降の成熟乳で成分によっては母乳中濃度が異なっている<sup>9)</sup>。とくに、初乳につ

いては脂肪やナトリウム濃度が成熟乳の約2倍もある。以上のような点から、出生2週ごろまでについては特別にわけて考慮する必要があると考える。

平成17年度乳幼児栄養調査において、授乳期の栄養法は10年前と比較して母乳を与える割合が増加し、妊娠中や出産後において母乳育児支援があった場合は母乳栄養の割合が増加している<sup>10)</sup>。したがって、10年前に比較して授乳婦の母乳保育への取り組みが積極的なものになってきていると考えられる。

以上のことから、食事摂取基準2010年版での哺乳量(0~5か月)について、1~5か月の哺乳量を測定した鈴木らの2004年の報告値777.4 mlと、今回報告したわれわれの調査801.4 ml(1~5か月の平均値)から、790 ml/日を提案する。

#### 参考資料

1. 厚生労働省, 日本人の食事摂取基準2005年版
2. 高井俊夫, 久原良躬, 合瀬徹, 合志長生(1968) 母乳ならびに粉乳をad.libitumに与えた場合の観察(第2報), 日本小児科学会雑誌, 72,1583-84
3. Allen JC, Keller RP, Archer P, Neville MC (1991) Studies in human lactation: Milk composition and daily secretion rates of macronutrients in the first year of lactation. Am J Clin Nutr 54, 69-80.
4. Neville MC, Keller R, Seacat J, Lutes V, Neifert M, Gasey C, Allen J, Archer P

- (1988) Studies in human lactation and full lactation: Milk volumes in lactating women during onset of lactation and full lactation. *Am J Clin Nutr* 48, 1375-1386.
5. 米山京子, 池田順子, 永田久紀(2001) 母乳中の総蛋白質量, 母乳分泌に関する研究(第2報) 食生活との関連, 日本公衛誌, 38, 173-181
  6. 米山京子, 中本雅子(1993)母乳分泌量, 母乳中成分の日内および授乳月数に伴う変動 - 総蛋白質, s IgA, カルシウムについて, 小児保健研究, 52, 510-517
  7. 米山京子(1998)母乳栄養児の発達と母乳からの栄養素摂取量, 小児保健研究, 57, 49-57
  8. 鈴木久美子, 佐々木晶子, 新澤佳代, 戸谷誠之(2004) 離乳前乳児の哺乳量に関する研究. 栄養学雑誌 62, 369-372
  9. 平山宗宏監修 (2003) 母子健康・栄養ハンドブック, 医歯薬出版株式会社
  10. 厚生労働省, 平成17年度乳幼児栄養調査結果

表 1. 食事摂取基準の哺乳量 (0-5 か月) 変遷とその策定根拠論文

|                             | 哺乳量採用値 (L/day) | 根拠となる論文など   |
|-----------------------------|----------------|---|
| 昭和 35 年改定<br>(1960 年)       | 1L(とする)        | なし  |
| 昭和 44 年改定<br>(1969)         | 0.85           | 高井俊夫, 久原良躬, 合瀬徹, 合瀬長生: 母乳ならびに粉乳を自由に与えた場合の観察 (第 2 報), 日本小児科学会雑誌, 72,1583-84,昭和 43 年 (1968) |
| 昭和 50 年改定<br>(1975)         | 0.85           | 高井俊夫, 久原良躬, 合瀬徹, 合瀬長生: 母乳ならびに粉乳を自由に与えた場合の観察 (第 2 報), 日本小児科学会雑誌, 72,1583-84,昭和 43 年 (1968) |
| 昭和 54 年改定<br>(1979)         | 0.85           | なし (おそらく前回の採用値を使用)  |
| 第三次改定 (昭和<br>59 年改定) (1984) | 0.85           | なし (おそらく前回の採用値を使用)  |
| 第四次改定 (平成<br>元年) (1989)     | 0.85           | なし (おそらく前回の採用値を使用)  |
| 第五次改定 (平成<br>6 年) (1994)    | 0.85           | なし (おそらく前回の採用値を使用)  |
| 第六次改定 (2000)                | 0.75           | 第五次改定と値が違うが、根拠となる論文の記載はない。  |
| 2005 年版 (2005)              | 0.78           | 鈴木久美子, 佐々木晶子, 新澤佳代, 戸谷誠之(2004) 離乳前乳児の哺乳量に関する研究. 栄<br>養学雑誌 62, 369-372                     |

表2. 哺乳乳量に関する報告の測定概要

| 発表年  | 第一著者       | 調査地  | 調査数                   | 測定方法         | その他        |
|------|------------|------|-----------------------|--------------|------------|
| 1968 | 高井俊夫       | 日本   | 68                    | 不明           | 3日間の測定値の平均 |
| 1988 | Neville MC | アメリカ | 28週までは各12<br>それ以降は各13 | 授乳前後の乳児の体重測定 | 母乳の産生量も測定  |
| 1991 | Allen JC   | アメリカ | 75                    | 授乳前後の乳児の体重測定 |            |
| 1993 | 米山京子       | 日本   | 47 (6か月までについて)        | 授乳前後の乳児の体重測定 | 分泌量と授乳量別   |
| 1998 | 米山京子       | 日本   | 102 (6か月までについて)       | 授乳前後の乳児の体重測定 | 残乳の有り無し別   |
| 2001 | 米山京子       | 日本   | 145                   | 授乳前後の乳児の体重測定 | 搾乳分を加算     |
| 2004 | 鈴木久美子      | 日本   | 77                    | 授乳前後の乳児の体重測定 | 1~5か月齢平均   |

表3. 哺乳量に関する報告の出生後日数別一覧

| 出生後日数    | ～2週            | 2週～満1か月        | 満1～2か月                               | 満2～6ヶ月                        |
|----------|----------------|----------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 高井ら      |                | 631 ml (2から3週) |                                      | 914 ml (10～11週)               |
| Nevilleら | 615g (7～14日)   | 689 g (15～28日) | 707g (30～59日)                        | 753 g (60～150日)               |
| Allenら   |                | 717 ml (21日)   | 713 ml (45日)                         | 700 ml (90日)<br>801 ml (180日) |
| 米山ら      | 372 ml (5, 6日) |                |                                      |                               |
| 米山ら      |                |                | 685 ml (1～5か月の場合の授乳量)                |                               |
| 鈴木ら      |                |                | 719 ml (残乳あり) 662 ml (残乳なし) 1～5か月の場合 |                               |
| 本調査      | 420 ml (4日)    | 672.8 ml (14日) | 777.8ml (1～5か月)<br>801.4 ml (1～5か月)  |                               |

厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業）  
日本人の食事摂取基準（栄養所要量）の策定に関する基礎的研究  
平成 16 年度～18 年度 総合研究報告書

主任研究者 柴田 克己

14. 日本人乳児（0～5 か月）のビタミン含量

主任研究者 柴田 克己 滋賀県立大学 教授

研究協力者 福渡 努 滋賀県立大学 助手

研究要旨

日本人の母乳中の水溶性ビタミン含量を測定した成果と文献値を整理し、2010 年度に予定されている改定の資料とした。



## I. はじめに

乳児（0～5 か月）は、母乳のみで正常に発育する。したがって、乳児（0～5 か月）の栄養素の必要量は、母乳の栄養素濃度×哺育量で求めることができる。母乳中のビタミン含量に関して、すでに報告されているが、定量方法が特異的ではない、試料数が少ない、定量操作にいたる測定用試料の作成に問題点があるなど、未だに精度の高い値が得られていないビタミンもある。

そこで、正常に発育している乳児をもち、完全母乳栄養を行っている授乳婦の母乳を採取し、水溶性ビタミン濃度を測定した。

## II. 母乳の採取方法

1. 被験者は、妊娠ならびに出産が正常な経過で満期出産し、満月齢で1～5ヶ月の乳児を完全母乳哺育している日本人母乳139検体を対象にした。

### 2. 母乳採取

時間は指定せず、子どもに授乳後または助産院に診察に来た際、母乳パック（カネソン本舗社製）に採取して、直ちに家庭用冷凍庫にて凍結した。この冷凍母乳を、凍結状態のまま、滋賀県立大学に送付してもらった。到着後は、分析に使用するまで-20℃にて保存した。

## III. 水溶性ビタミン含量

### 1. ビタミンB<sub>1</sub>含量

本件班の成果を図1に示した。また、検索されたビタミンB<sub>1</sub>の値を表1にまとめた。これらのデータから判断すると、日本人の母乳中に含まれるビタミンB<sub>1</sub>（チアミン塩

酸塩；分子量337.25）含量は、0.12 mg/Lと結論づけられる。

### 2. ビタミンB<sub>2</sub>含量

本件班の成果を図2に示した。また、検索されたビタミンB<sub>2</sub>の値を表2にまとめた。これらのデータから判断すると、日本人の母乳中に含まれるビタミンB<sub>2</sub>（リボフラビン；分子量376.4）含量は、0.40 mg/Lと結論づけられる。

### 3. ビタミンB<sub>6</sub>含量

本件班の成果を図3に示した。また、検索されたビタミンB<sub>6</sub>の値を表3にまとめた。表3には、0.23 mg/L（Reinken）と0.25 mg/L（伊佐）という値があるが、これらは伴にHPLC法で測定した値である。表3に示した他の値は微生物法である。ビタミン活性を測定するという意味では微生物法の方がHPLC法よりも利点がある。したがって、これらのデータから判断すると、日本人の母乳中に含まれるビタミンB<sub>6</sub>（ピリドキシン；分子量169.1）含量は、0.10 mg/Lと結論づけられる。

### 4. ビタミンB<sub>12</sub>含量

本件班の成果を図4に示した。また、検索されたビタミンB<sub>12</sub>の値を表4にまとめた。表4に示したように、ビタミンB<sub>12</sub>の値には大きな差異が認められている。表4の渡邊敏明の0.28 μg/L、渡辺文雄の0.943 μg/L、柴田克己の0.68 μg/Lと1.3 μg/Lは、いずれも柴田克己が主任研究者の研究成果である。なぜ、このような差異がみとめられたのか、現在不明であるが、他の研究者の報告をみると、井戸田は0.2 μg/L、Dinanaは0.97 μg/L、Jenniferは0.93 μg/Lと報告し

ている。Sakurai は日本人のデータであるが 0.4 µg/L と報告している。したがって、これらのデータから判断しにくいですが、ビタミン B<sub>12</sub> 含量は、測定試料の保存状態が悪いと低値を示すように感じている。今後の検討課題である。現在のデータからでは、結論づけることは難しいが、2005 年版の日本人の食事摂取基準で採用されている値、0.2 µg/L、という値は低いと思われる。暫定的な値として、ビタミン B<sub>12</sub> (シアノコバラミン、分子量 1355.4) 含量として 1 µg/L を提案する。

#### 5. ナイアシン含量

本件班の成果を図 5 に示した。また、検索されたナイアシンの値を表 5 にまとめた。これらのデータから判断すると、日本人の母乳中に含まれるナイアシン (ニコチンアミド; 分子量 122.13) 含量は、1.4 mg/L と結論づけられる。

#### 6. パントテン酸含量

本件班の成果を図 6 に示した。また、検索されたパントテン酸の値を表 6 にまとめた。報告により差異が認められるが、この原因の一つは、母乳に含まれる結合型のパントテン酸を遊離型にする時に使用する酵素の違いに起因するものと考えられる。低い値 (井戸田ら, Sakurai ら) は、パパイソを使用し、高い値は (Johnston ら, 渡辺ら, 柴田ら) は、ハト肝アセトンパウダー抽出液 (パンテテインをパントテン酸に加水分解するアミダーゼを含む) を使用したものである。つまり、低い値は結合型が完全に遊離型に変換されていない可能性が高い。なお、パントテン酸の定量に使用する

*Lactobacillus plantarum* は遊離型のパントテン酸しか利用できない。したがって、最も高い値が得られたデータが、より完全に結合型→遊離型の反応が達成されたものと考ええると、日本人の母乳中に含まれるパントテン酸 (パントテン酸; 分子量 219.2) 含量は、7.0 mg/L と結論づけられる。

#### 7. 葉酸含量

本件班の成果を図 7 に示した。また、検索された葉酸の値を表 7 にまとめた。これらのデータから判断すると、日本人の母乳中に含まれる葉酸 (プテロイルモノグルタミン酸; 分子量 441.4) 含量は、50 µg/L と結論づけられる。

#### 8. ビオチン含量

本件班の成果を図 8 に示した。また、検索されたビオチンの値を表 8 にまとめた。これらのデータから判断すると、日本人の母乳中に含まれるビオチン (ビオチン; 分子量 2444.3) 含量は、5 µg/L と結論づけられる。

#### 9. ビタミン C 含量

本件班の成果を図 9 に示した。また、検索されたビタミン C の値を表 9 にまとめた。報告者による差異が認められるが、日本人の授乳婦の母乳の値をみると、概ね 50 mg/L である。したがって、日本人の母乳中に含まれるビタミン C (アスコルビン酸; 分子量 176.1) 含量は、50 mg/L と結論づけられる。

まとめとして、表 10 に 2005 年版の日本人の食事摂取基準で採用された母乳中の水溶性ビタミン含量と本研究班が提言する含量を示した。

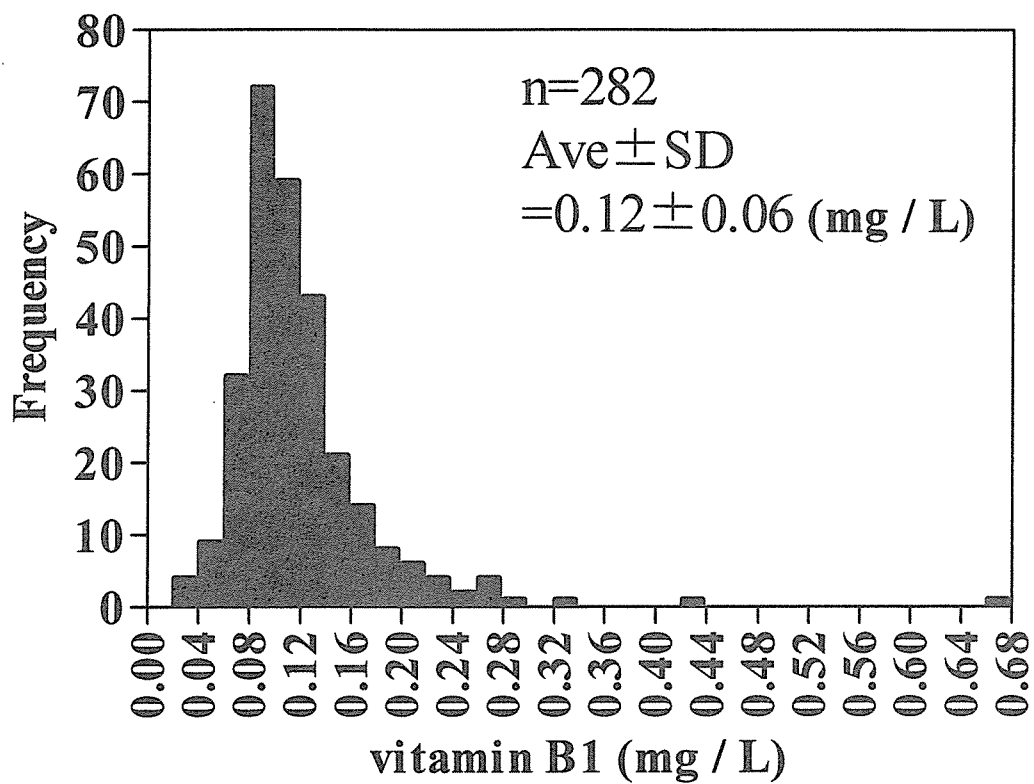


図1. 母乳中のビタミンB<sub>1</sub>含量の分布図  
チアミン塩酸塩の量として示した.

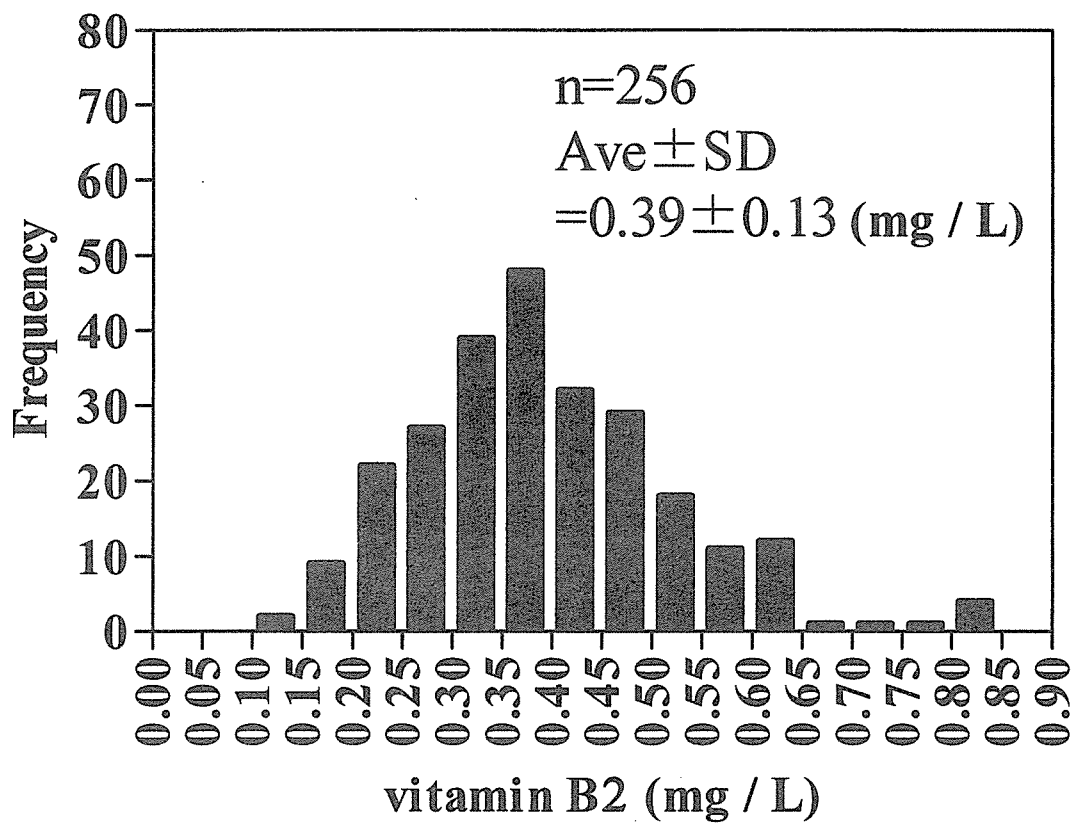


図2. 母乳中のビタミンB<sub>2</sub>含量の分布図