

い。

本報告では、今までに測定してきた健康な若年成人（大学生）の24時間尿中に排泄された9種類の水溶性ビタミン排泄量をまとめた。

B. 方法

1. 対象者

日本国内の栄養関連学科に通う大学生を対象とした。なお、男女一緒に解析を行った。

なお、本研究は独立法人国立健康・栄養研究所倫理審査委員会、滋賀県立大学倫理研究委員会において承認を受けたものである。

2. 24時間尿の蓄尿

対象者には、日常と同様の飲食行動および生活行動を採尿日に取るように依頼した。起床後の2回目の尿から翌朝起床後の1回目の尿までを採尿し、24時間尿とした。対象者は、採尿開始時刻、終了時刻、尿の取りこぼしおよび取り忘れの有無を記録した。24時間尿の容量を測定し、測定するビタミン毎に安定化処理し（後述）、使用するまで -20°C で保存した。

3. 分析

ビタミン B_1 はチアミン量、ビタミン B_2 はリボフラビン量、ビタミン B_6 は異化代謝産物の4-ピリドキシン酸量、ナイアシンは異化代謝産物の N^1 -メチルニコチンアミド (MNA), N^1 -メチル-2-ピリドン-5-カルボキサミド (2-Py) および、 N^1 -メチル-4-ピリドン-3-カルボキサミド (4-Py) の合計量、パントテン酸はパントテン酸量、葉酸は広義の定義の葉酸量、ビオチンはビオチン量、ビタミン C は還元型、酸化型とその異化代謝

産物の2,3-ジケトグルン酸の合計量を測定した。

3-1. 尿中チアミン量を測定するために、尿9 mLに1 mol/L HClを1 mL加えて安定化した。この尿をHPLCによる分析に供した⁴⁾。

3-2. 尿中リボフラビン量を測定するために、尿9 mLに1 mol/L HClを1 mL加えて安定化した。この尿をHPLCによる分析に供した⁵⁾。

3-3. 尿中4-PIC量を測定するために、尿9 mLに1 mol/L HClを1 mL加えて安定化した。この尿をHPLCによる分析に供した⁶⁾。

3-4. 尿中ビタミン B_{12} 量を求めるために、尿900 μL に180 μL の100 mmol/L 酢酸緩衝液 (pH 4.8), 水680 μL , 0.025%シアン化カリウム溶液20 μL を加え、 120°C で5分間オートクレーブ処理した。氷冷後、20 μL の10%メタリン酸溶液を加え、遠心分離によって上清を得た。*Lactobacillus leichmanii* ATCC 7830を用いた微生物学的定量法にこの上清を供した⁷⁾。

3-5. 尿中のナイアシンは異化代謝産物のMNA, 2-Py, 4-Pyの合計とした。尿中総ニコチンアミド代謝産物量を測定するために、尿9 mLに1 mol/L HClを1 mL加えて安定化した。この尿をHPLC法に供し、尿中2-Py, 4-Py各含量を測定とした⁸⁾。また、尿中MNA含量をHPLC法で測定した⁹⁾。

3-6. 尿中パントテン酸量を測定するために、*Lactobacillus plantarum* ATCC 8014を用いた微生物学的定量法に尿を供した¹⁰⁾。

3-7. 尿中葉酸量を測定するために、尿9 mLに1 mol/l アスコルビン酸溶液を1 mL加えて安定化した。*Lactobacillus rhamnosus* ATCC 27773を用いた微生物学的定量法に

この尿を供した¹¹⁾。

3-8. 尿中ビオチン量を測定するために、*Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 を用いた微生物学的定量法に尿を供した¹²⁾。

3-9. 尿中アスコルビン酸量はアスコルビン酸、デヒドロアスコルビン酸、2,3-ジケトグルロン酸の合計とした。尿中アスコルビン酸量を測定するために、尿 5 mL に 10% メタリン酸溶液 5 mL を加えて安定化した。この尿を HPLC による分析に供した¹³⁾。

C. D. 結果および考察

健康な若年成人（大学生）の 24 時間尿中に排泄されたビタミン B₁ (709 名)、ビタミン B₂ (708 名)、ビタミン B₆ (710 名)、ビタミン B₁₂ (686 名)、ナイアシン (709 名)、パントテン酸 (706 名)、葉酸 (705 名)、ビオチン (708 名)、ビタミン C (708 名) の各排泄量の度数分布図を図 1 に示した。図 2 には「健康を維持するために必要な水溶性ビタミンの目標排泄量 (=水溶性ビタミン目標排泄量)」付近の値の度数分布が見やすい図を示した。図 3 には「健康を維持するために必要な水溶性ビタミンの目標排泄量 (=水溶性ビタミン目標排泄量) を超えた値の度数分布が見やすい図を示した。

表 1 には、今回調査した各水溶性ビタミンの 1 日尿中排泄量の最大値、最小値、平均値、中央値、ならびに「水溶性ビタミン目標排泄量」以下・以内・以上のパーセンテージをまとめた。

ラット実験およびヒトを用いた介入試験の成果¹⁴⁻²⁵⁾から、尿中への水溶性ビタミン排泄量は、余剰摂取量を反映していることを明らかにした。したがって、尿中にビタミンの排泄量が認められる限り、体中の水

溶性ビタミンが不足していることはない。我々は考えている。今回の調査において、すべての水溶性ビタミンの排泄量が検出限界以下の対象者は一人もいなかった。

「水溶性ビタミン目標排泄量」は食事摂取基準に示されたエネルギー・各種栄養素を摂取した時の値を基にして算定した値である。この値を基にして評価すると、「水溶性ビタミン目標排泄量」以下のパーセンテージが高かった水溶性ビタミンは、葉酸の 45.8%、次いでビタミン C の 42.9%、ビタミン B₁ の 34.8%であった。逆に「水溶性ビタミン目標排泄量」以下のパーセンテージが低かったビタミンはナイアシンの 13.0%、パントテン酸の 13.2%、ビオチンの 15.5%であった。「水溶性ビタミン目標排泄量」以上のパーセンテージが高かった水溶性ビタミンは、ビタミン C の 19.2%、ビタミン B₂ の 16.5%、ビタミン B₁ の 11.7%であった。ナイアシン、ビタミン B₆、パントテン酸、葉酸、ビオチンにおいては、数%に過ぎなかった。

この調査においては、ビタミン剤の摂取が 1 か月以上無いと自己主張した集団を対象にした。ところが、尿中の排泄量を指標にすると、明らかに生物系の食糧からでは摂取できない量のビタミンを摂取していた対象者がいた。言い換えれば、対象者の中には、本人の認識なしに水溶性ビタミンが含まれている食品を摂取していたことを意味する。尿中のビタミン排泄量を測定することは、不足を予知するにとどまらず、知らず知らずのうちに摂取しているビタミン量を知ることにもなり、未然に水溶性ビタミンの過剰摂取を予防する手段にもなり得ることを示している。

尿中の水溶性ビタミン排泄量は、数日間の平均摂取量を反映することから²⁶⁻²⁸⁾、個々人の栄養指導においては、尿中の水溶性ビタミンによる評価は、採尿前1週間程度の水溶性ビタミンの摂取量を反映していると考えてさしつかえない。水溶性ビタミンの供給源を考えると²⁹⁾、パントテン酸とビタミン B₂ は生物系の食品にはまんべんなく含まれているので、エネルギー量の摂取量をも反映している。また、ナイアシンの主要な給源は筋肉系の食品である獣肉、鶏肉、魚肉であるので、これらの食品摂取量をも反映している。葉酸の排泄量は緑色の葉野菜類の摂取量を反映している。

なお、我々は、水溶性ビタミン排泄量の測定結果の活用として、図4に示した概念図で尿を用いた水溶性ビタミン栄養状態の評価方法を教育したのち、表2と図5に示したデータを示し、栄養指導を行っている。

E. 結論

尿中に排泄される水溶性ビタミン量に基づく栄養評価は、自由に生活している人々に適用できる。このような生体情報に基づいた栄養評価を示しつつ行う栄養指導は説得力があり、食生活行動の変容につながりやすい。

F. 研究発表

1. 発表論文
なし
2. 学会発表
なし

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

む)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

H. 引用文献

1. Shibata K, Fukuwatari T, Ohta M, Okamoto H, Watanabe T, Fukui T, Nishimuta M, Totani M, Kimura M, Ohishi N, Nakashima M, Watanabe F, Miyamoto E, Shigeoka S, Takeda T, Murakami M, Ihara H, Hashizume N. Values of water-soluble vitamins in blood and urine of Japanese young men and women consuming a semi-purified diet based on the Japanese Dietary Reference Intakes. *J Nutr Sci Vitamin* (2005) **51**, 319-328.
2. 柴田克己. 日本人の食事摂取基準(栄養所要量)の策定に関する研究. 平成18年度 厚生労働研究, 循環器疾患等生活習慣病対策総合研究 研究成果発表会(研究者向け)報告書. (2006) 55-58.
3. 柴田克己, 福渡努, 吉田宗弘. ビタミンと微量ミネラル. *栄養-評価と治療* (2011) **28**, 143-147.
4. 福渡努, 鈴浦千絵, 佐々木隆造, 柴田克己. 代謝攪乱物質ビスフェノール A のトリプトファン-ニコチンアミド転換経路の攪乱作用部位, *食品衛生学雑誌* (2004) **45**, 231-238.
5. Ohkawa H, Ohishi N, Yagi, K. New metabolites of riboflavin appear in human

- urine. *J Biol Chem* (1983) **258**, 5623-5628.
6. Gregory JF 3rd, Kirk JR. Determination of urinary 4-pyridoxic acid using high performance liquid chromatography. *Am J Clin Nutr* (1979) **32**, 879-883.
 7. Watanabe F, Abe K, Katsura H, Takenaka S, Mazumder ZH, Yamaji R, Ebara S, Fujita T, Tanimori S, Kirihata M, Nakano Y. Biological activity of hydroxo-vitamin B₁₂ degradation product formed during microwave heating. *J Agric Food Chem* (1998) **46**, 5177-5180.
 8. Shibata K, Kawada T, Iwai K. Simultaneous micro-determination of nicotinamide and its major metabolites, N¹-methyl-2-pyridone-5- carboxamide and N¹-methyl-3-pyridone-4- carboxamide, by high-performance liquid chromatography. *J Chromatogr* (1988) **424**, 23-28.
 9. Shibata K. Ultramicro-determination of N¹-methylnicotinamide in urine by high-performance liquid chromatography. *Vitamins* (1987) **61**, 599-604.
 10. Skeggs HR, Wright LD. The use of *Lactobacillus arabinosus* in the microbiological determination of pantothenic acid. *J Biol Chem* (1944) **156**, 21-26.
 11. Aiso K, Tamura T. Trienzyme treatment for food folate analysis. Optimal pH and incubation time for α -amylase and protease treatment. *J Nutr Sci Vitaminol* (1998) **44**, 361-370.
 12. Fukui T, Iinuma K, Oizumi et al., J, Agar plate method using *Lactobacillus plantarum* for biotin determination in serum and urine. *J Nutr Sci Vitaminol* (1994) **40**, 491-498.
 13. Kishida K, Nishimoto Y, Kojo S. Specific determination of ascorbic acid with chemical derivatization and high-performance liquid chromatography. *Anal Chem* (1992) **64**, 1505-1507.
 14. Shibata K, Matsuo H. Effect of gradually increasing levels of nicotinamide in a niacin-free and tryptophan-limited diet on the blood NAD levels and the urinary excretion of nicotinamide metabolites in rats. *Agric Biol Chem* (1989) **53**, 1333-1336.
 15. Fukuwatari T, Shibata K. Urinary water-soluble vitamin and their metabolites contents as nutritional markers for evaluating vitamin intakes in young Japanese women. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* (2008) **54**, 223-229.
 16. 福渡努, 柴田克己. 水溶性ビタミン混合剤投与中止 1 週間後の尿中水溶性ビタミン排泄量. *ビタミン* (2008) **82**, 601-606.
 17. Fukuwatari, T., Wada, H., Sasaki, R., and Shibata, K. Effects of excess nicotinamide administration on the urinary excretion of nicotinamide N-oxide and nicotinuric acid in rats. *Biosci Biotechnol Biochem* (2004) **68**, 44-50.
 18. Fukuwatari T, Murakami M, Ohta M, Kimura N, Jin-no Y, Sasaki R, Shibata K. Changes in the urinary excretion of the metabolites of the tryptophan-niacin

- pathway during pregnancy in Japanese women and rats. *J Nutr Sci Vitaminol* (2004) **50**, 392-398.
19. Shibata K, Takahashi C, Fukuwatari T, Sasaki R. Effects of excess pantothenic acid administration on the water-soluble vitamin metabolisms in rats. *J Nutr Sci Vitaminol* (2005) **51**, 385-391.
 20. Sawamura H, Fukuwatari T, Shibata K. Effects of excess biotin administration on growth and urinary excretion of water-soluble vitamins in young rats. *Biosci Biotechnol Biochem* (2007) **71**, 2977-2984.
 21. 福渡努, 柴田克己. 葉酸の大量摂取が幼若ラットの成長と水溶性ビタミン排泄におよぼす影響. *日本食品衛生学会誌* (2008) **49**, 51-55.
 22. 福渡努, 葛谷真子, 佐藤志織, 柴田克己. ラットへのビタミン B₁ あるいはビタミン B₂ の過剰投与が B 群ビタミンの尿中排泄量におよぼす影響. *日本食品衛生学会誌* (2009) **50**, 70-74.
 23. 福渡努, 伊藤景子, 柴田克己. ラットへのピリドキシンの過剰投与が B 群ビタミンの尿中排泄量におよぼす影響. *日本食品衛生学会誌* (2009) **50**, 75-79.
 24. 福渡努, 倉田華織, 柴田克己. ラットへのニコチン酸の過剰投与が B 群ビタミンとトリプトファン-ニコチンアミド代謝物の尿中排泄量におよぼす影響. *日本食品衛生学会誌* (2009) **5**, 80-84.
 25. Fukuwatari T, Yoshida E, Takahashi K, Shibata K. Effect of fasting on the urinary excretion of water-soluble vitamins in humans and rats. *J Nutr Sci Vitaminol* (2010) **56**, 19-26.
 26. Tsuji T, Fukuwatari T, Sasaki S, Shibata K. Urinary excretion of vitamin B₁, B₂, B₆, niacin, pantothenic acid, folate, and vitamin C correlates with dietary intakes of free-living elderly, female Japanese. *Nutr Res* (2010) **30**, 171-178.
 27. Tsuji T, Fukuwatari T, Sasaki S, Shibata K. Twenty-four-hour urinary water-soluble vitamins correlate to vitamin intakes in free-living Japanese university students. *Eur J Clin Nutr* (2010) **64**, 800-807.
 28. Tsuji T, Fukuwatari T, Sasaki S, Shibata K. Twenty-four-hour urinary water-soluble vitamin levels correlate with their intakes in free-living Japanese school children. *Pub Health Nutr* (2011) **14**, 327-333.
 29. Kimura N, Fukuwatari T, Sasaki R, Hayakawa F, Shibata K. Vitamin intakes in Japanese college women students. *J Nutr Sci Vitaminol* (2003) **49**, 149-155.

Fig. 1

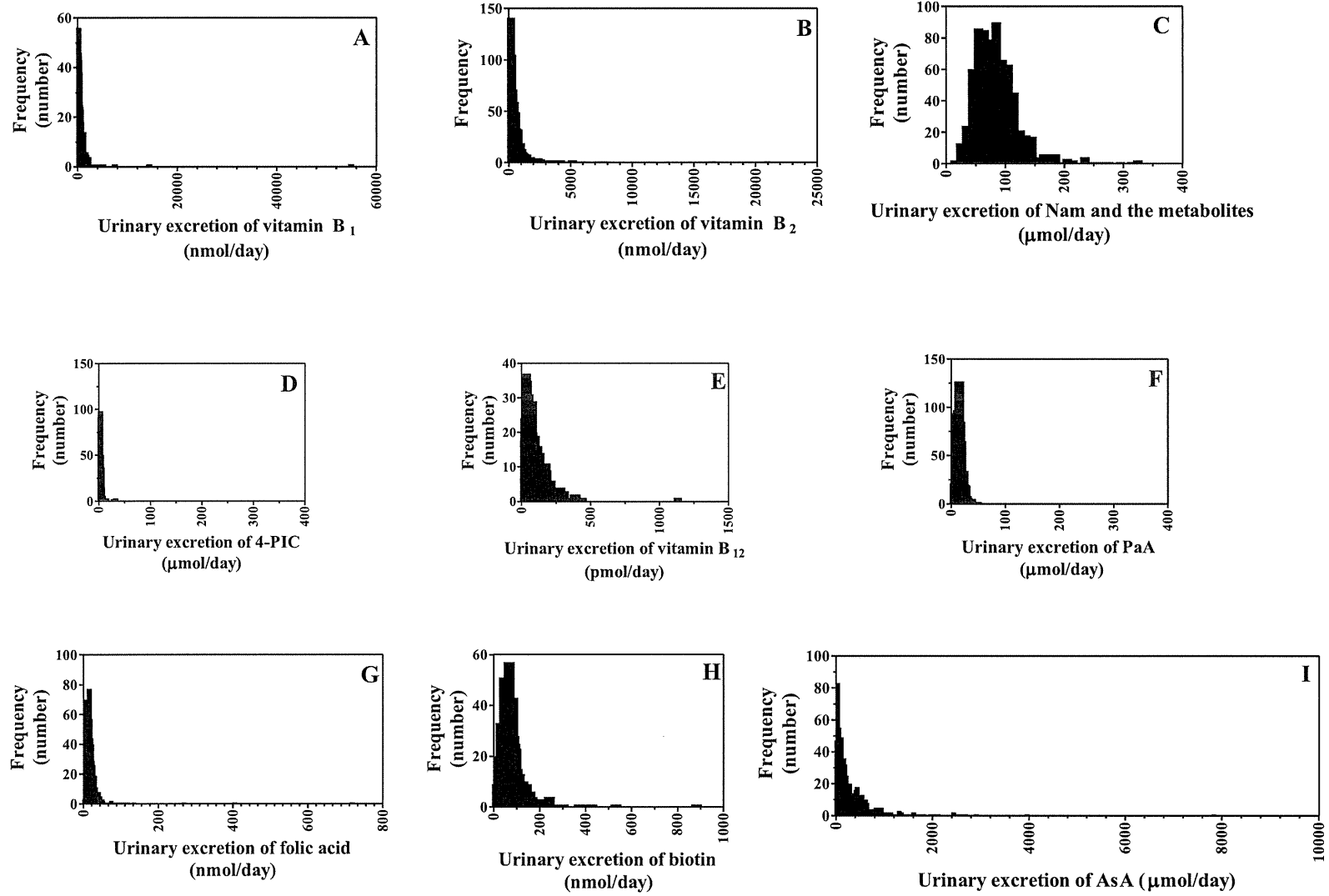


図1. 健康な若年成人（大学生）の24時間尿中に排泄されたビタミンB₁, ビタミンB₂（, ビタミンB₆, ビタミンB₁₂, ナイアシン, パントテン酸, 葉酸, ビオチン（, ビタミンC各排泄量の度数分布図（全体図）.

ビタミンB₁はチアミン量, ビタミンB₂はリボフラビン量, ビタミンB₆は異化代謝産物の4-ピリドキシン酸量, ナイアシンは異化代謝産物のN¹-メチルニコチンアミド (MNA), N¹-メチル-2-ピリドン-5-カルボキサミド (2-Py) および, N¹-メチル-4-ピリドン-3-カルボキサミド (4-Py) の合計量, パントテン酸はパントテン酸量, 葉酸は広義の定義の葉酸量, ビオチンはビオチン量, ビタミンCは還元型, 酸化型とその異化代謝産物の2,3-ジケトグルン酸の合計量を測定した.

Fig. 2

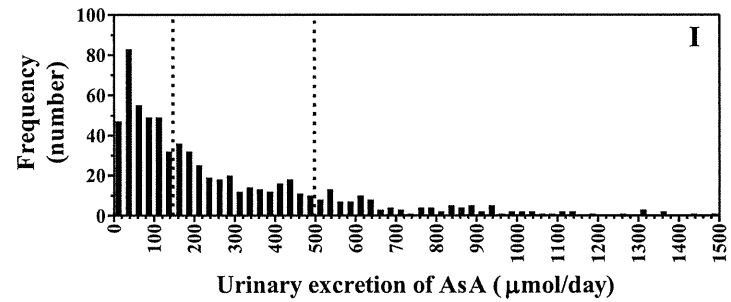
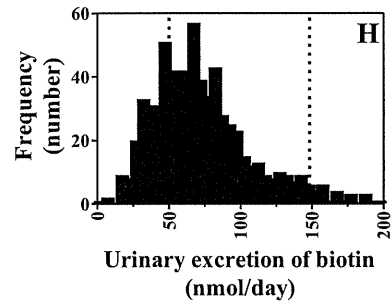
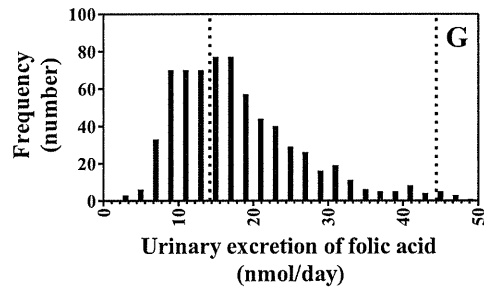
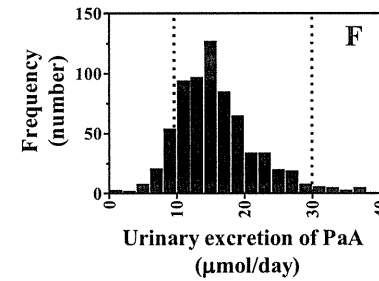
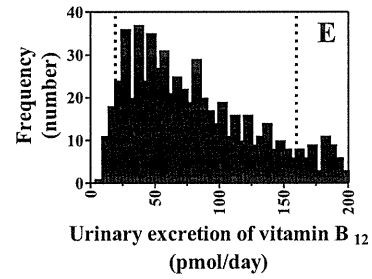
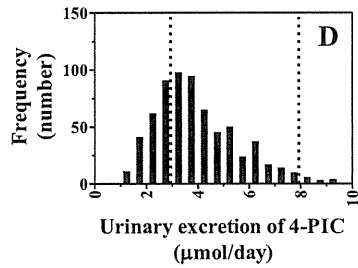
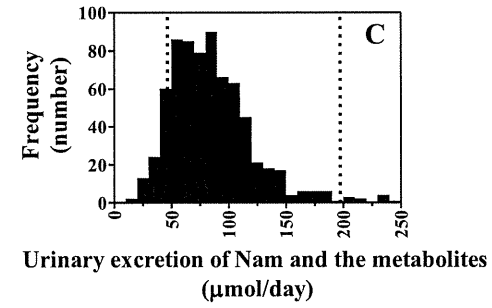
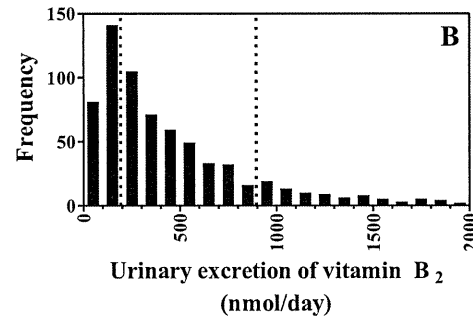
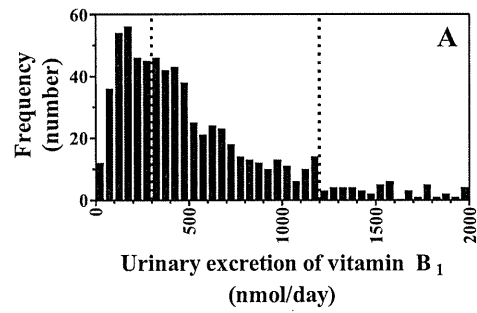


図2. 健康な若年成人（大学生）の24時間尿中に排泄されたビタミンB₁, ビタミンB₂（, ビタミンB₆, ビタミンB₁₂, ナイアシン, パントテン酸, 葉酸, ビオチン（, ビタミンC各排泄量の度数分布図（健康を維持するための水溶性ビタミン目標排泄量付近を中心とした抜粋図）.

Fig. 3

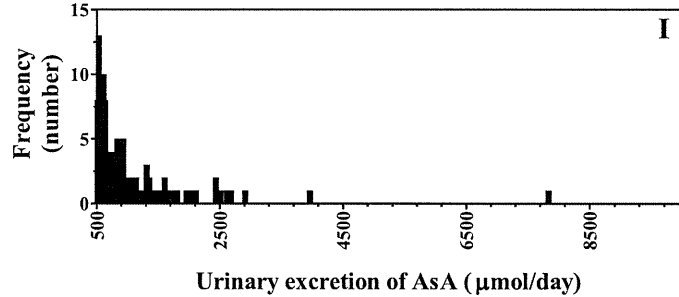
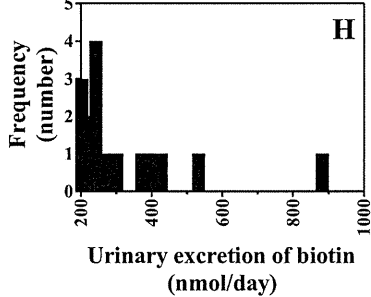
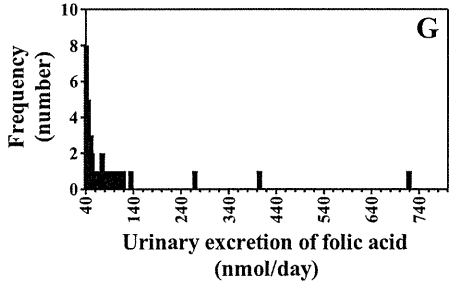
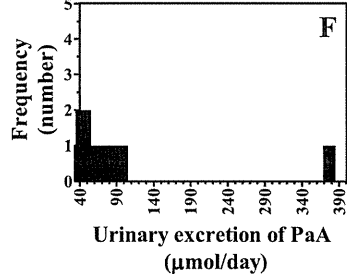
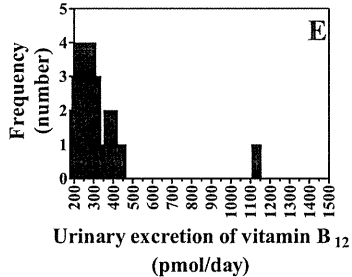
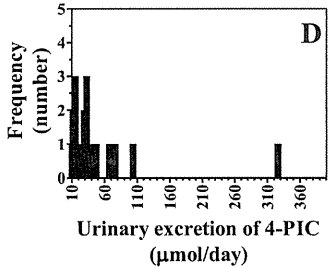
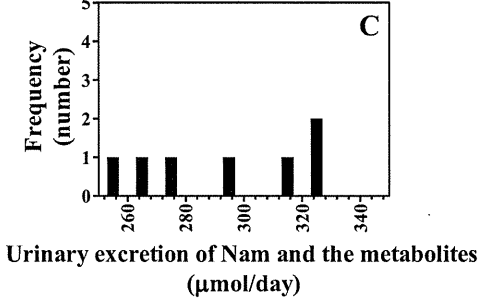
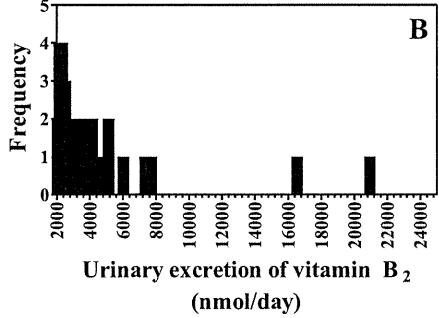
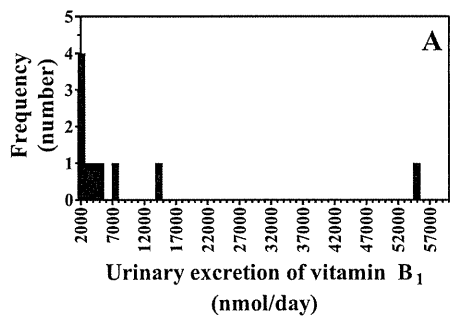


図3. 健康な若年成人（大学生）の24時間尿中に排泄されたビタミンB₁, ビタミンB₂（, ビタミンB₆, ビタミンB₁₂, ナイアシン, パントテン酸, 葉酸, ビオチン（, ビタミンC各排泄量の度数分布図（過剰に摂取している付近を抜粋した図）.

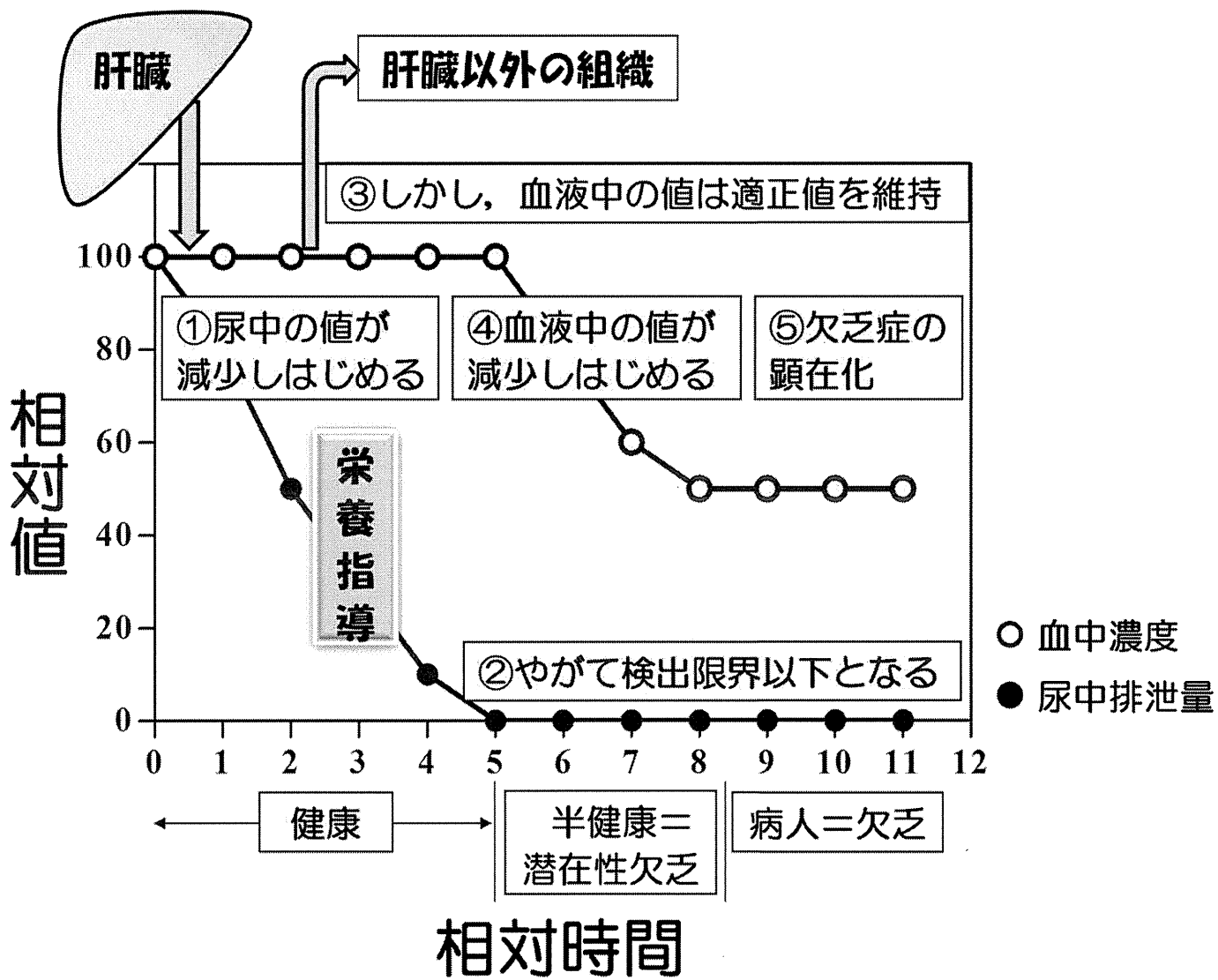
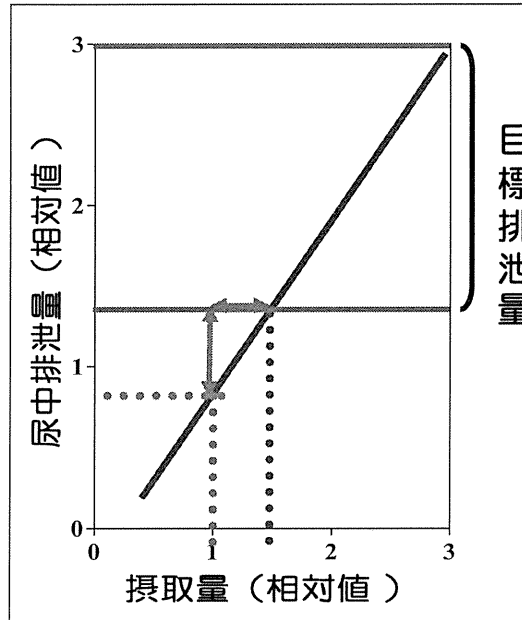


図4. 「健康を維持するための水溶性ビタミン目標排泄量」を用いた栄養指導に用いている図



摂取量という食品側の情報のみでは、個人の真の必要量に対応する指導はできないし、労働・環境変化に応じて変動する必要量にも対応できない。

一方、尿中排泄量は、生体利用率を加味した個人の真の必要量を示す生体側の情報として利用可能。

例えば・・・
尿中排泄量が目標排泄量に達していなければ

目標排泄量に達するために必要な摂取量を算定し、生体利用率を加味した補足すべき量を提言するという栄養指導が可能

図 5. 不足状態の人に対する B 群ビタミンサプリメント付加量算出の試みの概念図

表 1. 各水溶性ビタミンの1日尿中排泄量の最大値, 最小値, 平均値, 中央値, ならびに「水溶性ビタミン目標排泄量」以下・以内・以上のパーセンテージ

	ビタミン B ₁ (nmol/日)	ビタミン B ₂ (nmol/日)	ナイアシン (μmol/日)	ビタミン B ₆ (μmol/日)	ビタミン B ₁₂ (pmol/日)	パントテン酸 (μmol/日)	葉酸 (nmol/日)	ビオチン (nmol/日)	ビタミン C (μmol/日)
最小値	10	5	13	1.0	7.6	0.3	2.6	3.5	6
最大値	54,933	20,969	325	326.2	1133.9	377.7	718.8	884.9	783
中央値	426	348	80	5.6	76.7	15.0	16.6	68.5	178
平均値	710	651	86	3.8	98.2	17.2	21.3	80.9	334
標準偏差	2,208	13,00	42	14.0	81.8	16.1	34.1	59.6	508
健康を維持するための水溶性ビタミン目標排泄量	300~1200 (チアミン塩酸塩として 100~400 μg/日)	200~900 (リボフラビンとして70~ 350 μg/日)	50~200 (ニコチンアミドとして 6.0~25.0 mg/日)	3~8 (ピリドキシンとして500 ~1400 μg/日)	主要な排泄経路が尿ではないため数値を算定できない	10~30 (パントテン酸として2.2 ~7.0mg/日)	15~45 (プテロイルモノグルタミン酸として7 ~20 μg/日)	40~150 (ビオチンとして10~ 40 μg/日)	150~500 (アスコルビン酸として25 ~90 mg/日)
本研究の対象者である女子学生集団の「健康を維持するための水溶性ビタミン目標排泄量」に対する評価									
排泄量が高い (%)	34.8	28.8	13.0	27.9	-	13.2	45.8	15.5	42.9
排泄量が低い (%)	11.7	16.5	2.3	6.5	-	4.1	3.7	5.4	19.2
排泄量が適切 (%)	53.5	54.7	84.8	65.6	-	82.7	50.5	79.1	37.9

ビタミン B₁ はチアミン量, ビタミン B₂ はリボフラビン量, ビタミン B₆ は異化代謝産物の 4-ピリドキシン酸量, ナイアシンは異化代謝産物の N¹-メチルニコチンアミド (MNA), N¹-メチル-2-ピリドン-5-カルボキサミド (2-Py) および, N¹-メチル-4-ピリドン-3-カルボキサミド (4-Py) の合計量, パントテン酸はパントテン酸量, 葉酸は広義の定義の葉酸量, ビオチンはビオチン量, ビタミン C は還元型, 酸化型とその異化代謝産物の 2,3-ジケトグルン酸の合計量を測定した。

表2. 「健康を維持するための水溶性ビタミン目標排泄量」を用いた栄養指導に用いている表

測定ビタミン (単位)	測定結果	健康を維持するための目標排泄量 (成人)	コメント
ビタミンB ₁ (μg/日)	4,824	100~400	サプリメントからビタミンB ₁ を大量に摂取している可能性があります。用量に気をつけてビタミンB ₁ を摂取してください。必要量は1.4mg/日です。
ビタミンB ₂ (μg/日)	2,908	70~350	サプリメントからビタミンB ₂ を大量に摂取している可能性があります。用量に気をつけてビタミンB ₂ を摂取してください。必要量は1.6mg/日です。
ビタミンB ₆ (μg/日)	4,877	500~1,400	サプリメントからビタミンB ₆ を大量に摂取している可能性があります。用量に気をつけてビタミンB ₆ を摂取してください。必要量は1.4mg/日です。
ナイアシン (mgNE/日)	21.7	6~25	ナイアシンの摂取に問題はありません。必要量は15mgNE/日です。
パントテン酸 (mg/日)	6.7	2.2~7.0	パントテン酸を摂取に問題はありません。必要量は5mg/日です。
葉酸 (μg/日)	2.1	7~20	葉酸を十分に摂取できていない可能性があります。必要量は240μg/日です。
ビオチン (μg/日)	12.2	10~40	ビオチンの摂取に問題はありません。必要量は50μg/日です。
ビタミンC (mg/日)	22.2	25~90	ビタミンCを十分に摂取できていない可能性があります。必要量は100mg/日です。
総合コメント	一部のビタミンを十分に摂取できていない可能性、一部のビタミンを大量に摂取している可能性があるため、一度、管理栄養士に食事相談をしてください。		

II. 研究分担者の報告書

10. 日本人成人におけるエネルギーならびに栄養素摂取量における個人内・個人間変動：
適切な食事アセスメントのために必要な対象者数と調査日数における年齢と性の影響

研究分担者 佐々木 敏 東京大学大学院医学系研究科

研究要旨

【背景ならびに目的】エネルギーならびに栄養素摂取量の個人内・個人間変動は、習慣的な摂取量を適切に推定するためには不可欠の情報である。これは食事摂取基準で算定されている諸量を正しく解釈するうえでも、また、正しく活用するためにも重要な情報である。しかしながら、日本人ではこの課題に関する研究報告は極めてまれである。そこで、既存のデータを用いて、エネルギーならびに 31 種類の栄養素について個人内・個人間変動に関する情報を性・年齢階級によるちがいを考慮して検討した。

【方法】解析対象者は各季節 4 日間（合計 16 日間）の半秤量式食事記録を完了した日本人の女性（若年群：30～49 歳；58 人、高齢群：50～69 歳；63 人）と男性（若年群：30～49 歳；54 人、高齢群：50～76 歳；67 人）である。

【結果】個人内変動係数（ CV_w ）と個人間変動係数（ CV_b ）は概ね高齢群よりも若年群で、女性よりも男性で大きかった。集団平均値を推定するために必要な対象者数ならびに個人の習慣的な摂取量を推定するために必要な調査日数は概ねともに高齢群よりも若年群で、女性よりも男性で大きかった。摂取量によって集団内で個人を正しくランク付けするために必要な調査期間は若年群よりも高齢群で、男性よりも女性で長い傾向が認められた。

A. 目的

実際の生活のなかで食するものは日々変化しており、けっして同じものを毎日同じ量だけ摂取しているわけではない。そのために、エネルギーおよび栄養素の摂取量にも日々の変化、すなわち、日間変動が存在する。同時に、摂取する食品の種類と食品ごとの量（その結果と

してのエネルギーおよび栄養素の摂取量）は個人間でも異なる。したがって、エネルギーならびに栄養素摂取量の個人内・個人間変動は、習慣的な摂取量を適切に推定するためには不可欠の情報である。ところで、食事アセスメントは通常次の 3 つの目的をもって実施される：（1）集団摂取量を集団間で比較する、（2）集団内で個人の摂取量をラ

ンク付けする、(3) 個人の習慣的な摂取量を推定する。これらの推定精度にはすべて摂取量の個人内・個人間変動が影響を与える。これは食事摂取基準で算定されている諸量を正しく解釈するうえでも、また、正しく活用するためにも重要な情報である。

しかしながら、日本人ではこの課題に関する研究報告は極めてまれである。特に、既報では、女性のみ、高齢者のみといったように特定の集団だけを対象としており、この問題に性・年齢階級が及ぼす影響についてはほとんど報告されていない。そこで、既存のデータを用いて、エネルギーならびに 31 種類の栄養素について個人内・個人間変動に関する情報を性・年齢階級によるちがいを考慮して検討した。

B. 方法

対象者

この研究は長野県、大阪府、鳥取県、沖縄県で実施した。30～69 歳の健康な女性と同居していた人（主としてその夫）に調査協力を依頼した。各地域で性ならびに 10 歳年齢階級ごとにほぼ同数（8 人）の対象者を得ることとし、結果として全地域合計として男女 128 人ずつの参加を得た。この中に栄養士は含まず、糖尿病の教育入院歴のある者や専門家による栄養指導を受けた経験を有する者も含めなかった。2002 年の秋から 2003 年の夏までの 4 季節において、季節ごとに連続しない 4 日間（合計 16 日間）を選び、半秤量式の食事記録調査を実施した。30～69 歳の女性 121 人と 30～76 歳の男性 121 人が 16 日間の食事記録を完

全に実施したため、今回の解析対象者とした。このデータの使用にあたっては、東京大学医学部研究倫理委員会の許可を得た（No.3421）。

解析対象者は各季節 4 日間（合計 16 日間）の半秤量式食事記録を完了した日本人の女性（若年群：30～49 歳；58 人、高齢群：50～69 歳；63 人）と男性（若年群：30～49 歳；54 人、高齢群：50～76 歳；67 人）である。なお、今回の解析にあたって、元のデータを詳細にチェックし、重量や食品コードの入力誤りなどの確認作業を行った。その結果、料理から食材への展開内容や、調理における重量変化（海藻の水戻しによる重量の変化など）における誤りが発見され、可能な限りそれらに修正を施したうえで解析を行った。

解析方法

解析対象とする変数は、エネルギーと 31 種類の栄養素とした。栄養素は水を除き、すべて食事摂取基準で言及しているものである。一方、食事摂取基準で言及していても、今回用いた半秤量式食事記録法では摂取量の推定が困難であると考えている栄養（たとえばヨウ素、ビオチン）は解析から除外した。すべての解析は、男女別、2 つの年齢階級別（50 歳未満、50 歳以上）に行った。解析には SAS 統計パッケージバージョン 9.2（SAS Institute Inc., Cary, NC, USA）を用いた。平均値、個人内変動係数（ CV_w ）、個人間変動係数（ CV_b ）、変動比（VR）、必要な対象者数、ならびに、必要な調査日数を性・年齢階級間で比較した。

C. 結果

表 1 に対象者特性を示す。

表 2 に 1 日あたりエネルギー・栄養素摂取量の平均値、標準偏差、 CV_w 、 CV_b 、 VR を示す。平均摂取量は男女ともに多くの栄養素で若年群よりも高齢群で多かった。年齢階級、性にかかわらず、 CV_b よりも CV_w のほうが大きい傾向にあった。 CV_w は男女ともに高齢群よりも若年群で大きい傾向があった同様の傾向は CV_b でも認められた。加えて、 CV_w は両方の年齢階級で女性よりも男性で大きく、同様の傾向が CV_b でも観察された。 VR は水（若年群の男女ならびに高齢群の男性）と炭水化物（若年群の男性）を除いてすべての栄養素で 1.0 よりも大きかった。

1 日間の食事記録法でエネルギーおよび栄養素の集団の平均摂取量を知るために必要な対象者数：習慣的な（真の）平均摂取量からの指定した偏差（すなわち 2.5%、5%、10%、20%）の範囲内に 95% 信頼区間が入るようにする場合（性・年齢階級の解析）の結果を表 3 に示す。必要な対象者数は、多くの栄養素で、男女ともに高齢群よりも、また、両方の年齢階級で女性よりも男性の方で大きかった。

習慣的な（真の）摂取量と観察される摂取量とのあいだで指定したランク付け能力（相関係数として 0.75、0.80、0.85、0.90、0.95）を食事記録法でエネルギーと栄養素摂取量について得るために必要な観察日数（性・年齢階級の解析）を表 4 に示す。要求されたランク付け能力を得るために必要な観察日数は、多くの栄養素で、男女ともに若年群よりも高

齢群で、また、両方の年齢階級で男性よりも女性の方で大きかった。

食事記録法でエネルギーおよび栄養素の平均摂取量を知るために必要な食事記録日数：習慣的な（真の）平均摂取量からの指定した偏差（すなわち 5%、10%、20%、30%）の範囲内に 95% 信頼区間が入るようにする場合（性・年齢階級の解析）の結果を表 5 に示す。個人の習慣的な摂取量を得るために必要な日数は、多くの栄養素で、男女ともに高齢群よりも若年群で、また、両方の年齢階級で女性よりも男性の方で大きかった。

D. 考察

今回観察された結果は、概ね、国内で報告されている他の結果に類似していた。しかしながら、今回の研究は、標準化された方法で得られたデータを用いて、男女間、年齢階級間における個人内変動・個人間変動の状況、そして、それらが食事アセスメントの誤差に与える影響、さらには、それらを考慮して目的とする信頼度を確保したうえで調査を行うために必要となる対象者数と調査日数に関して、性と年齢階級を考慮して検討した日本人では初めての報告であろう。これは、日本人の食事摂取基準を策定するためにも、また、それを適切に活用するためにも不可欠の情報であると考えられる。

しかしながら、数多くの限界を指摘しておかねばならない。第一に、対象者は健康な一般住民から無作為に抽出された人たちではなく、おそらくはやや健康志向の強い集団であったと考えられる。

第二に、対象者のほとんどは夫婦で参加しており、夫婦は同じ食事をとる傾向にあるため、同じ研究を夫婦でない集団で行えば、男女間で観察される結果が異なったものになっていたかもしれない。第三に、食習慣に影響を与えうると考えられる各種の交絡要因を考慮していない。たとえば、収入や教育歴など、社会経済的な要因を考慮することができなかった。第四に、食事記録を取ることが、食習慣を変えてしまうという問題をもっている。最後に、男女・2つの年齢階級に集団を分けると集団ごとの人数は54から67人となり、これ以上に多くの集団に分けること（特に、年齢階級を増やすこと）ができなかった。しかしながら16日間にわたって半秤量式食事記録を取るとは非常に労力を要するため、これ以上の対象者を得ることは現実的には非常に困難であると考えられる。

E. 結論

既存のデータを用いて、エネルギーならびに31種類の栄養素について個人内・個人間変動に関する情報を性・年齢階級によるちがいを考慮して検討した。解析対象者は各季節4日間（合計16日間）の半秤量式食事記録を完了した日本人の成人男女各121人である。個人内変動係数（ CV_w ）と個人間変動係数（ CV_b ）は概ね高齢群よりも若年群で、女性よりも男性で大きかった。集団平均値を推定するために必要な対象者数ならびに個人の習慣的な摂取量を推定するために必要な調査日数は概ねともに高齢群よりも若年群で、女性よりも男性で大きかった。摂取量によって集団内で個人を正

しくランク付けするために必要な調査期間は若年群よりも高齢群で、男性よりも女性で長い傾向が認められた。今回観察された結果は、概ね、国内で報告されている他の結果に類似していた。しかしながら、今回の研究は、標準化された方法で得られたデータを用いて、男女間、年齢階級間における個人内変動・個人間変動の状況、そして、それらが食事アセスメントの誤差に与える影響、さらには、それらを考慮して目的とする信頼度を確保したうえで調査を行うために必要となる対象者数と調査日数に関して、性と年齢階級を考慮して検討した日本人では初めての報告であろう。これは、日本人の食事摂取基準を策定するためにも、また、それを適切に活用するためにも不可欠の情報であると考えられる。

謝辞

データ収集ならびデータ整理、データ解析を次の研究者等と共同で行いました。深く謝辞を表します：（敬称略）福元梓（東京大学大学院医学系研究科）、朝倉敬子（慶應義塾大学医学部）、村上健太郎（東京大学大学院医学系研究科）、大久保公美（東京大学大学院医学系研究科）、廣田直子（松本大学）、野津あきこ（鳥取短期大学）、等々力英美（琉球大学医学部）、三浦綾子（浜松大学）、福井充（大阪市立大学）、伊達ちぐさ（兵庫県立大学）。

F. 研究発表

1. 発表論文
なし

2. 学会発表

なし

なし

2. 実用新案登録

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

3. その他

なし

1. 特許取得