
原 著

食事調査の精度向上に関する疫学研究

—3日間食事記録法と写真および面接を併用する修正法との比較—

奈良県立医科大学地域健康医学教室

天 野 信 子

EPIDEMIOLOGICAL STUDY ON IMPROVING THE ACCURACY
OF A DIETARY SURVEY:
COMPARISON OF THE 3-DAY DIET RECORD METHOD AND A MODIFIED METHOD
SUPPLEMENTED WITH PHOTOGRAPHY AND INTERVIEWS

NOBUKO AMANO

Department of Community Health and Epidemiology,

Nara Medical University School of Medicine

Received August 17, 2007

Abstract: To evaluate the accuracy improvement of a dietary survey focused on estimation of dietary intake, the author compared data from the 3-day diet record method (3DR method) with data from a modification of the method supplemented with photography and interviews (modified 3DR method).

A dietary survey using the 3DR method was performed on 210 first or second grade students of a women's university during April 2001 to January 2003 using the 3DR question/answer form at each season. As the modified 3DR method, each of the students was also required to take photographs of her meals before and after consumption, and participate in an interview with a registered nutritionist.

Eighty-five completed answer forms were finally collected, and the data of 1020 days in total were analyzed. The results were as follows.

1. Both energy and nutrient intakes were estimated as significantly higher in 18 of the 37 items by the 3DR method compared with the modified 3DR method. However, differences between the values estimated by these two methods were within at most 4%.
2. The proportion of discrepancy between the data obtained by the two methods, analyzed by quartiles, was highest for carbohydrates at 24.2% (weighted kappa = 0.68) and lowest for calcium at 6.5% (weighted kappa = 0.91).
3. Seasonal fluctuation in the energy intake-adjusted nutrients intakes was observed for only 6 out of 36 items by the 3DR method, but for 10 items by the modified 3DR method.

These results suggest that the modified 3DR method is not necessarily superior to the simple 3DR method in a mass epidemiological study.

Key words : diet record method, energy intake-adjusted, nutrient intakes, proportion of discrepancy, seasonal fluctuation

I. 緒 言

健康状態を示す指標である平均寿命および健康寿命は2004年のWHOレポート¹⁾によれば日本がともに世界一であるが、両者の差は男性で6.1歳、女性で7.5歳と大きい。生活の質(Quality of Life)の向上を目指す上で、健康寿命の一層の延伸が求められるところであるが、それには悪性新生物、心疾患、脳血管疾患、糖尿病、骨粗鬆症などの生活習慣病の予防が重要で、食生活習慣の改善が寄与するところが大きいといわれている²⁾。食生活習慣の改善を図るためには、疾病と栄養の関係を明らかにする栄養疫学領域の研究が必要であるが、個々の栄養素摂取状況の把握が必要となることが多い。いわゆる食事調査はその代表的な調査方法であるが、対象者の長期にわたる平均的な摂取量を求めるのか、ある一時期の短期的な摂取量を求めるのか、あるいは対象が個人なのか集団なのかなど、調査目的によって用いる調査方法は異なる。また、長期間の平均摂取量の把握のためには、日間変動や季節変動、地域差など種々の変動要因を考慮することも必要である。個人の日間変動は、エネルギーと3大栄養素のうちたんぱく質や炭水化物は比較的小さいが、食品により含有量に偏りがあるビタミン類など微量栄養素は大きい³⁻⁴⁾。しかし、集団を対象にした場合、観察人数を多くすればそうした個人の日内変動も相殺され得る。季節変動は、先進国では比較的小さい^{5,6)}が、食物の保存方法や輸送システムが貧弱な国⁷⁻¹⁰⁾や、四季の変化がはっきりしている日本では比較的大きいことが報告¹¹⁻¹⁵⁾されている。

現在用いられている食事調査の方法には、食事記録法、食物摂取頻度調査法、24時間聞き取り調査法、陰膳法などがある。しかし、これらの調査方法には一長一短があり^{2,16)}、調査目的や対象人数によって選択することになる。食事記録法は食事調査のゴールドスタンダード²⁾とされているが、食物の重量を予め計量して記録する秤量法と食べたものの目安量を記録する目安量法がある。わが国の国民健康・栄養調査では秤量法が用いられている。しかし、秤量法は調査日数が多くなると対象者への負担が大きくなるため、多人数を対象とすることが困難である。一方、目安量法は対象者の負担は軽いが秤量法ほど精度は高くない。そのため、多人数を想定する疫学研究では目安量法の精度向上が期待されている。その一つの方法

として食事の写真情報や栄養士による面接の併用が考えられるが、このことを検討した研究は著者の知る限りでは見当たらない。そこで本研究を試みた。目的は、目安量法に基づく食事記録に、写真情報と栄養士の面接情報を加えることによる栄養素摂取量についての精度向上の検討である。具体的には本人が提出した春夏秋冬各3日間の食事記録結果とこれに写真と面接の修正情報を加えた結果を比較するとともに、修正情報によりこれまでも指摘されている栄養素の季節変動がより明瞭に観察されるかの検討である。

II. 対象と方法

1. 対象

近畿圏内にある某女子大学の文学部に在籍する一般教育課程の1年生および2年生で、調査に同意が得られた210名を対象とした。

2. 調査方法

1) 3日間食事記録調査

2001年4月から2003年1月までの春(4月)、夏(7月)、秋(10月)、冬(1月)の各時期に、食事記録票への記入を各3日間求めた。食事記録票は、朝食、昼食、夕食、間食、夜食ごとに料理名、食品材料名、目安量、重量、備考などの記入欄を用意した1日単位の用紙3日分に、氏名、年齢、身長、体重、生活活動強度¹⁷⁾の質問項目を加えたものである。食事記録の対象日は各時期とも記録票配布日以降の連続する任意の3日間としたが、土・日・祝日や特別な日を除く平日を選択するよう求めた。記録にあたっては、飲食したものの全ての料理名と食品材料名、さらにその目安量または重量を記入するよう指示した。目安量とは、たとえば“ご飯女性用茶碗1杯、食パン6枚切り1枚、砂糖大さじ1杯、人参直径2cm、長さ3cm大”などのように容量や寸法で表記させた量である。納豆1パック、ヨーグルト1パックのように重量が表示されているものについては、その重量も記入するよう指示した。3食のうち食事を摂取しなかった場合には「欠食」と記入すること、家庭内食か外食か、調理済み食品か否かの明記も求めた。また、利用した市販加工品についてはその栄養表示の切抜きを提出させた。

2) 写真撮影と面接調査

対象者1人ずつにレンズつき簡易カメラを事前配布し、調査期間中の各食事の開始前と終了後の写真の撮影を求めた。具体的には、飲食開始直前の食卓と食べ残しの確認のために終了直後の食卓をそれぞれに真上から毎食撮影すること、大皿盛りの料理を食べる際は個別に取り分けた状態を撮影することを求めた。各時期ごとに3日間の食事記録が終了し、カメラの現像が終わった段階で、記録内容の確認のために面接による聞き取り調査を行った。面接者バイアスを避ける目的で著者一人で全員の聞き取りを行ったが、本人が提出した食事記録票と現像した写真および面接による情報とを照合しながら、目測を誤っていた料理や食品の量、食べ残した料理や食品の差し引き量、記入漏れの料理や食品の量、名称を誤っていた食品名などを修正した。目安量は国民栄養調査の食品目安量・重量換算表¹⁸⁾に従い重量に換算した。

以上の方法から、本研究では、同一対象者の同じ日の食事内容について、2種類の方法による結果が得られることになる。以下では、本人が提出した3日間の食事記録を3DR法(3-day dietary record)、これを写真と面接による情報で修正したものを3DR修正法と呼ぶことにする。

3. 栄養素摂取量とエネルギー調整栄養素摂取量の算出

3DR法と3DR修正法から得られた1日ごとのエネルギーと各種栄養素の摂取量のそれぞれを対象者ごとに専用の栄養計算ソフト¹⁹⁾を用いて算出した。算出した日数は、一人あたりの春夏秋冬の各3日で計12日である。用いた栄養計算ソフトの成分値は、科学技術庁資源調査会編『5訂日本食品標準成分表』²⁰⁾、『改訂日本食品アミノ酸組成表』²¹⁾、『日本食品脂溶性成分表』²²⁾に基づいている。

Table 1. Comparison of the average daily crude intake of energy and nutrients between 3-day-dietary record data (A) and 3-day-dietary record data modified by pictures and interviews (B): Results of 85 participants (cumulative).

Nutrient	Unit	A		B		Difference(A-B)		Significance by paired t-test (p<0.05)
		3-day dietary record	SD	3-day dietary record plus photographs and interview	SD	Mean	SD	
Energy	(kcal)	1566	360	1556	333	10	123	
Water	(g)	842.8	307.8	847.1	302.9	-4.3	63.5	
Protein	(g)	59.0	15.0	58.1	14.0	0.9	5.2	*
Fat and oil	(g)	53.5	17.1	53.4	16.0	0.1	5.2	
Carbohydrate	(g)	205.8	50.3	204.1	46.5	1.8	19.2	
Ash	(g)	13.3	3.9	13.2	3.6	0.1	1.4	
Sodium	(mg)	2975	927	2997	846	-22	302	
Potassium	(mg)	1879	674	1834	589	45	323	*
Calcium	(mg)	405	185	398	177	7	55	*
Magnesium	(mg)	196	77	190	67	6	48	*
Phosphorous	(mg)	844.8	235.3	830.2	219.3	15.0	81.0	*
Iron	(mg)	6.5	2.4	6.3	2.0	0.2	1.1	*
Zinc	(mg)	7.0	1.9	6.9	1.8	0.1	0.6	*
Copper	(mg)	0.9	0.3	0.9	0.3	0.0	0.1	*
Manganese	(mg)	2.52	1.80	2.40	1.36	0.13	1.18	
Salt-equivalent	(g)	7.5	2.3	7.6	2.1	-0.1	0.8	
Retinol	(μg)	220.5	258.3	217.7	258.0	2.8	26.1	*
Carotene	(μg)	2688	1820	2663	1830	25	350	
Retinol-equivalent	(μg)	670	428	664	428	7	68	
Vitamin D	(μg)	6	4	6	4	0	1	*
Vitamin E	(mg)	7.1	2.7	7.1	2.5	0.0	0.9	
Vitamin K	(μg)	189	155	181	128	8	86	
Vitamin B1	(mg)	0.76	0.27	0.75	0.25	0.01	0.11	
Vitamin B2	(mg)	0.97	0.33	0.96	0.30	0.01	0.14	
Niacin	(mg)	13.0	5.6	12.6	4.3	0.3	3.6	
Vitamin B6	(mg)	0.93	0.32	0.92	0.31	0.02	0.9	*
Vitamin B12	(μg)	4.6	3.2	4.5	3.1	0.1	0.9	*
Folic acid	(μg)	236	94	233	93	3	23	*
Pantothenic acid	(mg)	4.98	1.41	4.92	1.36	0.06	0.42	*
Vitamin C	(mg)	67	37	67	37	0	9	
Saturated fatty acids	(g)	14.86	5.62	14.88	5.49	-0.02	1.67	
Monounsaturated fatty acids	(g)	18.66	6.82	18.68	6.36	-0.02	2.30	
Polyunsaturated fatty acids	(g)	11.04	4.19	11.11	4.01	-0.08	1.18	
Cholesterol	(mg)	344	148	338	135	6	52	*
Soluble dietary fiber	(g)	2.5	1.2	2.4	1.1	0.1	0.4	*
Insoluble dietary fiber	(g)	7.3	3.4	7.1	2.7	0.3	2.0	*
Total dietary fiber	(g)	10.5	4.6	10.1	3.9	0.4	2.4	*

このソフトではエネルギー摂取量に加えて、たんぱく質、脂質、炭水化物、ビタミン類、無機質類などの36項目の栄養素摂取量が算出される。分析にあたっては、これら算出された栄養素摂取量(以下、粗摂取量と呼ぶ)に加えて、ほとんどの粗摂取量はエネルギー摂取量と正の相関²³⁻²⁶⁾があるため、前者を後者で除して1000kcalあたりに換算したエネルギー調整栄養素摂取量^{22b)}も用いた。

4. 統計学的解析

3DR法と3DR修正法で得られた各種栄養素摂取量の比較にはpaired t-testを、各々の方法で得られた値の四分位で対象者を分類した時の分位間の一致度の検討にはweighted Kappaを用いた。エネルギー摂取量、各種栄養素の粗摂取量とエネルギー調整摂取量の季節変動の検討には、一元配置分散分析(ANOVA)とpost-hoc testとしてTukey testを用いた。

なお、全ての統計処理はSPSS for Windows(リリース12.0J)を用い、P値が0.05未満の場合に帰無仮説を棄却した。

Ⅲ. 結 果

1 分析対象者の属性

調査に同意した210名のうち、春夏秋冬の各3日、計12日間の食事記録票と全ての食事の写真を提出し、かつ面接も受けた者85名(40.5%)を分析対象者とした。これらの者の平均年齢は19.2(SD1.2)歳、平均身長159.0(SD0.8)cm、平均体重51.5(SD6.5)kgで、BMI(Body Mass Index)は平均値が20.2(SD2.3)であり、18.5未満が15名(17.6%)、25以上が1名(1.2%)であった。また、生活活動強度は1.4が53名(62.4%)と最も多く、次いで1.5が18名(21.2%)、1.3が12名(14.1%)、1.6が2名(2.4%)であった。なお、計12日間のすべての食事記録票が回収できなかった者等125名の平均年齢は19.1(SD1.1)歳、BMIは20.0(SD2.0)、生活活動強度は1.4(SD0.1)と、分析対象者との間に有意な差はなかった(t-test, $P > 0.05$)。さらに、分析対象外となった125名の者すなわち、年4回、延べ500名の内訳は、写真が不備の者が71名(14.2%)、食事記録と写真の両方ともに未提出の者が37名(7.4%)、食事記録と写真の両方ともに不備の者が33名(6.6%)、食事記録が不備の者10名(2.0%)であった。

2. エネルギーと各種栄養素の粗摂取量の比較

Table 1は、85名の春夏秋冬各3日間計12日間の3DR法(A)と3DR修正法(B)に従ったエネルギー等の1日平均粗摂取量を比較したものである。3DR法では平均エ

ネルギー摂取量は1566kcalで、これに占めるたんぱく質、脂質、炭水化物のエネルギー割合は15.2%(59.0g)、30.7%(53.5g)、52.6%(205.8g)であった。主な栄養素についてみると、食塩相当量が7.5g、レチノール当量が670 μ g、ビタミンCが67mgで、PS比は0.74(多価不飽和脂肪酸量(11.04)/飽和脂肪酸量(14.86))、コレステロールが344mg、食物繊維総量10.5gであった。一方、3DR修正法では平均エネルギー摂取量は1556kcalで、これに占めるたんぱく質、脂質、炭水化物のエネルギー割合は14.9%(58.1g)、30.9%(53.4g)、52.5%(204.1g)であった。その他、食塩相当量が7.6g、レチノール当量が664 μ g、ビタミンCが67mgで、PS比は0.75(多価不飽和脂肪酸量(11.11)/飽和脂肪酸量(14.88))、コレステロールが338mg、食物繊維総量10.1gであった。このように、3DR法の結果は3DR修正法に比べ、例えば、エネルギー摂取量が約10kcal高いなどほとんどの項目で高く、特にたんぱく質、カリウム、レチノール、コレステロールなどの18の栄養素では全て有意に高かった。しかし、その差はたんぱく質が0.9g(摂取量の1.2%)、レチノールが2.8 μ g(1.3%)、ビタミンB₁₂が0.9 μ g(2.6%)、葉酸が3 μ g(1.2%)、食物繊維総量が0.4g(3.6%)などと摂取量の絶対値としてはいずれも小さかった。

3. エネルギーと各種栄養素の粗摂取量の不一致の割合

Fig 1は、3DR法と3DR修正法それぞれから得られた摂取量の不一致割合を示したものである。85名の春夏秋冬の各平均値、すなわち延べ340名の結果である。具体的には3日連続の1日あたりの平均エネルギー摂取量と各種栄養素摂取量をそれぞれの四分位で分類し、両者の方法での結果の差が1分位ずれた者と2分位以上ずれた者の占める割合を示したものである。Weighted Kappaが0.68と最小だった炭水化物は1分位のずれがある割合は22.1%、2分位以上ずれがある割合は2.1%、次いで0.71の亜鉛はそれぞれ20.3%と1.2%、0.72のエネルギーは19.4%と1.5%、同じく0.72銅は17.9%と2.1%、0.73の不溶性食物繊維は19.4%と0.6%であった。これに対して、Weighted Kappaが最も大きかったのはカルシウムの0.91で、1分位のずれがある割合は6.5%、2分位以上のずれはなく、同じく0.91のビタミンDはそれぞれ6.5%と0.3%、0.89のカロテンは7.6%と0.9%、0.88のビタミンCは8.8%と0.0%であった。2分位以上のずれはビタミンCとカルシウムを除くすべての栄養素で認められたが、たんぱく質と飽和脂肪酸が最大で2.6%であった。

両調査法の不一致は3DR法の修正によるものであったが、その内訳をみると目安量の誤りがあった者は85名

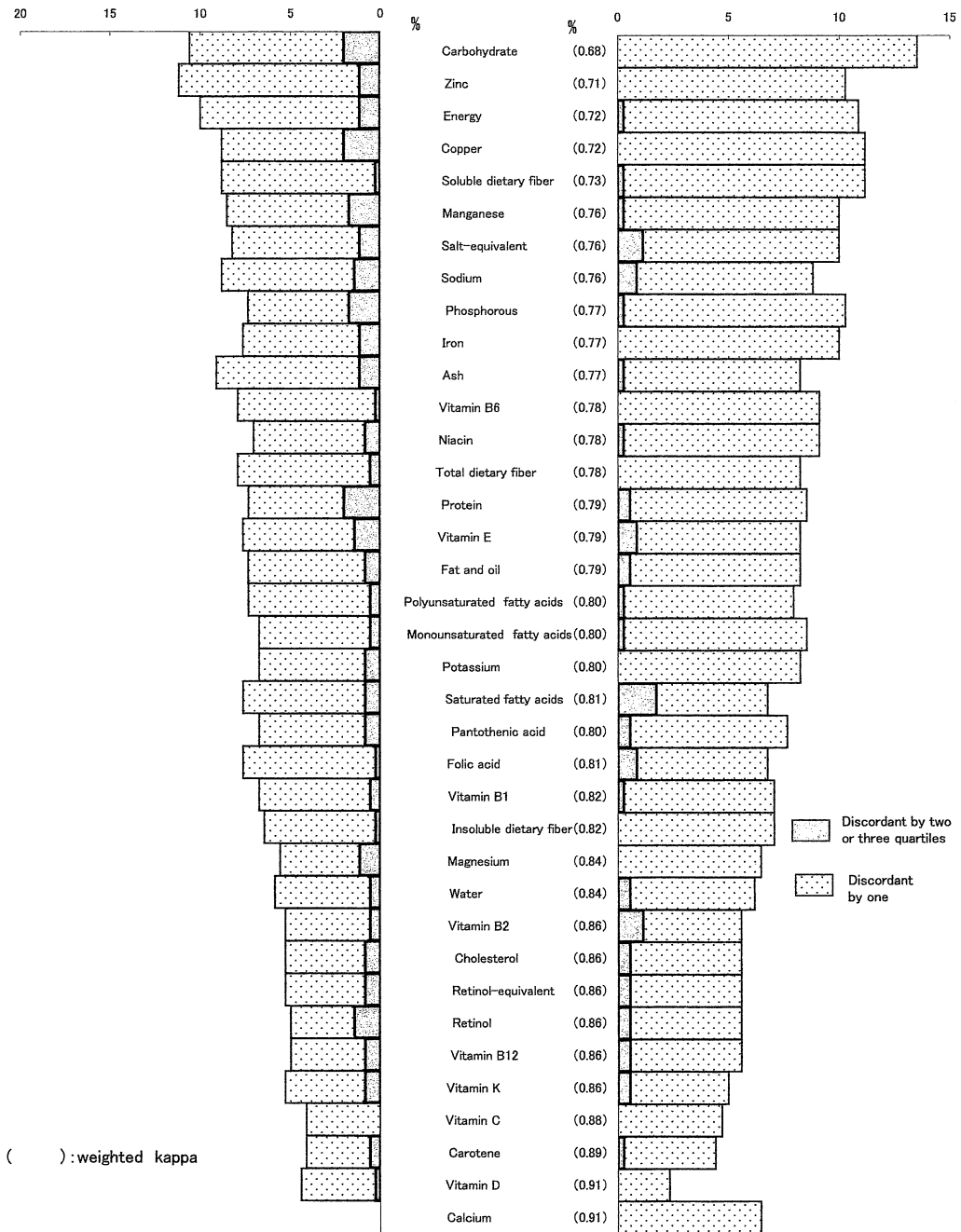


Fig. 1. The proportion of discordance obtained when the results of both survey methods were analyzed by quartiles

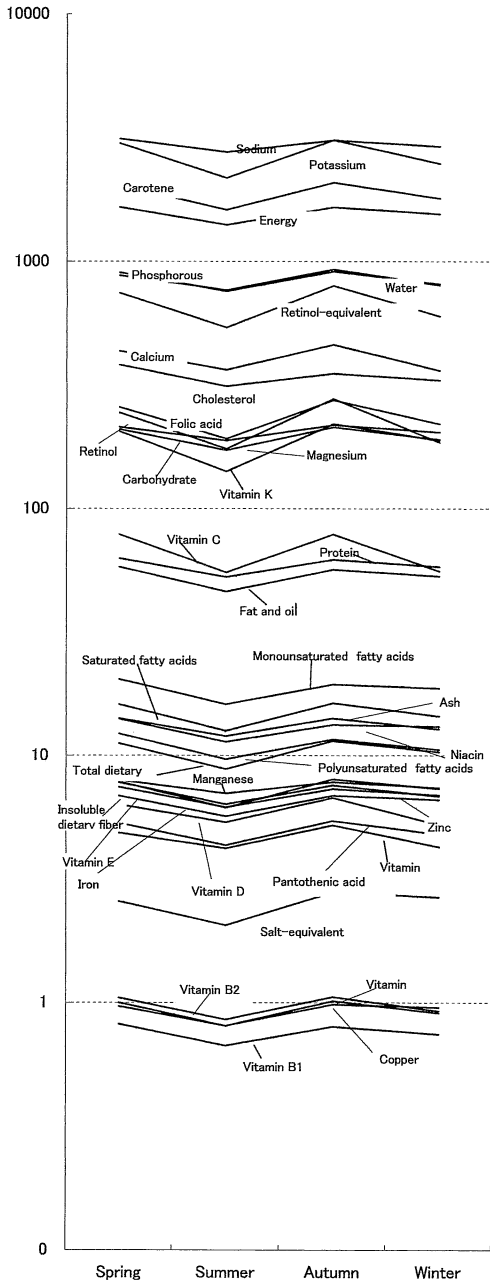


Fig. 2. Seasonal changes in nutritional intake determined by the 3-day dietary record (Units of nutrients refers to Table 1.)

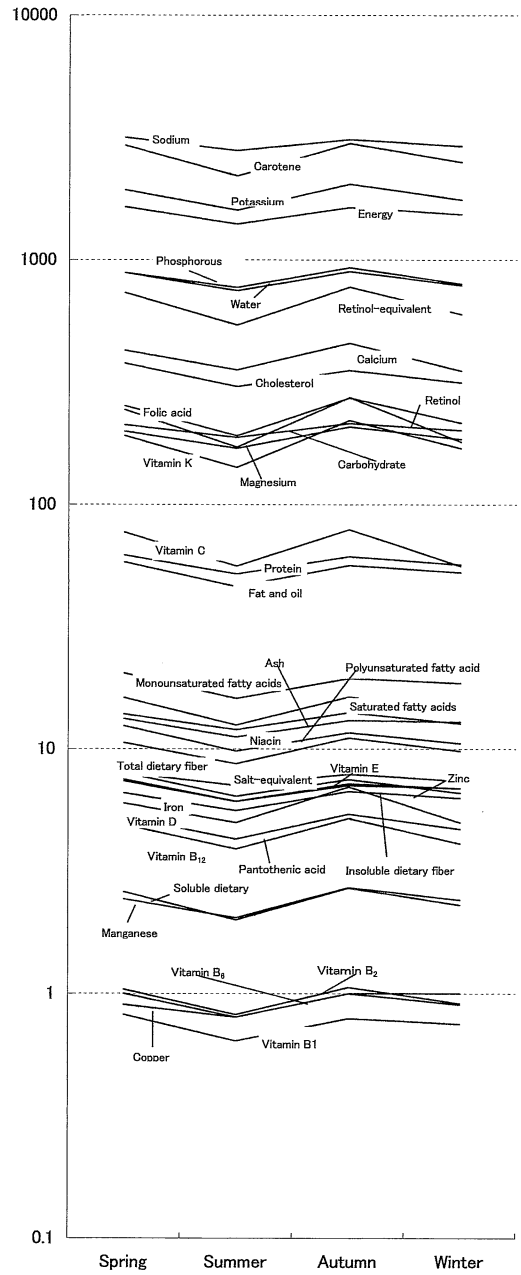


Fig. 3. Seasonal changes in nutritional intake determined by the 3-day dietary record plus pictures and interviews (Units of nutrients refers to Table 1.)

(100%)で対象者全員にみられ、食べ残した料理や食品の差し引き計算誤りがあった者は63名(74.1%)、料理に使われている食品の記入漏れがあった者は27名(31.8%)、食品名の記録の誤りがあった者は28名(32.9%)であった。

4. 季節別平均粗摂取量の比較

Fig. 2は3DR法によるエネルギーと栄養素の季節別平均粗摂取量を示したものである。

エネルギー摂取量は夏が1404kcalと最も低く、次いで冬が続く、春と秋が1653kcalと高かった。各種栄養素の摂取量も同様で、post-hoc testではビタミンDとビタミンB₁₂を除く35項目で、夏が他の季節に比べ有意に低い結果であった。

Fig. 3に3DR修正法によるエネルギーと栄養素の季節別平均摂取量を示した。エネルギー摂取量は3DR法と同様に夏が1401kcalと最も低く、冬、秋の順に続き、春が1647kcalと最も高かった。各種栄養素の摂取量も同様に、夏が最も低く、秋や春が高い傾向にあった。季節間の変動は3DR法では認められなかったビタミンDとビタミンB₁₂も含めた、37すべての項目で夏の平均摂取量が他の季節に比べて有意に低かった。

5. エネルギー調整後の季節変動の比較

Table 2は、3DR法に基づく各種栄養素のエネルギー調整後の値を季節別に示したものである。エネルギー調整をしなかった場合(Fig.2)に比べて、36項目中カルシウム、レチノール当量、ビタミンK、葉酸、パントテン酸、ビタミンCの6項目の栄養素で季節変動が観察されたのみである。カルシウム摂取量は冬が秋に比べて有意に少なく、ビタミンK、葉酸、パントテン酸は夏が秋に比べて有意に少なく、ビタミンCは春が夏や冬に比べ有意に多い結果であった。

Table 3は、3DR修正法に基づく各種栄養素のエネルギー調整後の値を同様に季節別に示したものである。3DR法で季節変動が認められたレチノール当量を除く5項目に加え、炭水化物、カリウム、リン、ビタミンB₂、多価不飽和脂肪酸の計10種類で季節変動が認められた。

Ⅳ. 考 察

食事記録票の回収率は、春夏秋冬4回の24時間思い出し法による各1日間^{12,27)}と秤量法による各4日間³⁾の調査では約70%、秤量法による各3日間⁴⁾の調査では約

Table 2. Seasonal intake of various nutrients per 1,000 kcal determined based on the 3-day dietary record

	(kcal)	Spring (April)		Summer (July)		Autumn (October)		Winter (January)		Seasonal variation n=85
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Energy	1000									
Water	(g)	532.9	167.0	546.5	156.1	570.5	173.5	520.6	159.8	
Protein	(g)	38.2	6.2	37.8	5.4	37.8	5.4	37.5	5.5	
Fat and oil	(g)	34.9	6.3	32.8	5.9	33.7	5.9	34.1	6.2	
Carbohydrate	(g)	129.3	14.8	134.4	14.7	132.6	14.5	131.4	15.2	
Ash	(g)	8.6	1.8	8.5	1.6	8.6	1.8	8.3	1.4	
Sodium	(mg)	1916	461	1959	480	1882	511	1893	433	
Potassium	(mg)	1221	377	1146	277	1266	300	1148	258	
Calcium	(mg)	260	97	257	97	279	108	231	83	A>W
Magnesium	(mg)	126	42	122	30	129	36	122	31	
Phosphorous	(mg)	545.4	91.4	540.8	90.2	552.9	97.0	519.3	80.3	
Iron	(mg)	4.2	1.1	4.0	0.9	4.2	1.0	4.2	1.4	
Zinc	(mg)	4.5	0.7	4.4	0.7	4.5	0.7	4.4	0.8	
Copper	(mg)	0.6	0.1	0.6	0.2	0.6	0.1	0.6	0.2	
Manganese	(mg)	1.56	0.96	1.48	0.75	1.77	1.35	1.88	1.35	
Salt-equivalent	(g)	4.9	1.2	5.0	1.2	4.8	1.3	4.8	1.1	
Retinol	(μg)	145.8	158.4	126.5	58.1	161.4	200.1	121.0	61.8	
Carotene	(μg)	1827	1191	1526	1070	1873	1099	1602	1052	
Retinol-equivalent	(μg)	451	268	383	191	475	279	389	177	Sm>A
Vitamin D	(μg)	4	3	4	3	4	3	3	2	
Vitamin E	(mg)	4.7	1.1	4.4	1.2	4.5	1.1	4.4	1.1	
Vitamin K	(μg)	124	81	99	61	139	107	118	112	Sm<A
Vitamin B1	(mg)	0.49	0.12	0.47	0.13	0.49	0.12	0.48	0.11	
Vitamin B2	(mg)	0.63	0.13	0.61	0.15	0.65	0.16	0.60	0.14	
Niacin	(mg)	8.5	4.0	8.1	2.8	8.1	2.5	8.4	2.3	
Vitamin B6	(mg)	0.6	0.2	0.6	0.1	0.6	0.2	0.6	0.1	
Vitamin B12	(μg)	3.0	1.8	3.0	2.1	3.2	2.3	2.8	1.8	
Folic acid	(μg)	156	52	136	38	169	70	142	38	Sm<A, A<W
Pantothenic acid	(mg)	3.22	0.60	3.10	0.47	3.33	0.65	3.09	0.50	Sm<A
Vitamin C	(mg)	48	23	39	20	48	23	36	16	Sp>Sm, sm<A, A>W, W<Sp
Saturated fatty acids	(g)	9.66	2.61	9.00	2.00	9.69	2.56	9.29	2.31	
Monounsaturated fatty acids	(g)	12.27	3.03	11.35	2.53	11.49	2.75	11.97	2.99	
Polyunsaturated fatty acids	(g)	7.40	1.97	6.78	2.10	6.95	1.89	6.75	1.68	
Cholesterol	(mg)	230	74	223	76	211	79	213	93	
Soluble dietary fiber	(g)	1.7	0.9	1.5	0.4	1.6	0.6	1.6	0.6	
Insoluble dietary fiber	(g)	4.7	1.6	4.3	1.1	4.9	1.4	4.7	2.4	
Total dietary fiber	(g)	6.8	2.5	6.2	1.5	6.9	2.0	6.6	2.9	

85 subjects were involved in the analysis. Inter-seasonal homogeneity was tested by ANOVA, and when rejected, Tukey's test was used to examine seasonal variation.

Sp: spring, Sm: summer, A: autumn, W: winter

<, <<: p<0.05, 0.01

Table 3. Seasonal intake of various nutrients per 1,000 kcal determined based on the 3-day dietary record plus pictures and interviews

	Spring (April)		Summer (July)		Autumn (October)		Winter (January)		Seasonal variation n=85
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Energy (kcal)	1647	314	1401	303	1639	393	1536	250	
Water (g)	539.4	160.9	551.4	153.8	573.2	169.3	521.2	154.7	
Protein (g)	37.9	5.8	37.2	5.0	37.6	5.5	37.0	5.1	
Fat and oil (g)	35.1	6.0	32.9	5.4	33.9	5.8	34.2	5.7	
Carbohydrate (g)	128.5	14.0	134.3	13.6	132.0	14.1	131.5	13.7	Sp<Sm
Ash (g)	8.5	1.5	8.6	1.5	8.6	1.8	8.3	1.3	
Sodium (mg)	1943	430	2006	405	1907	495	1910	419	
Potassium (mg)	1168	251	1135	272	1246	286	1138	222	Sm<A, A>W
Calcium (mg)	256	87	252	93	279	114	228	78	A>W
Magnesium (mg)	120	25	120	29	126	35	119	28	
Phosphorous (mg)	537.9	78.8	534.7	85.6	548.5	99.5	512.0	76.9	A>W, W<Sp
Iron (mg)	4.0	0.8	4.0	0.9	4.1	1.0	4.0	1.0	
Zinc (mg)	4.5	0.6	4.4	0.7	4.4	0.7	4.4	0.8	
Copper (mg)	0.6	0.1	0.6	0.2	0.6	0.1	0.6	0.2	
Manganese (mg)	1.50	0.91	1.49	0.82	1.73	1.34	1.55	0.77	
Salt-equivalent (g)	4.9	1.1	5.1	1.0	4.8	1.3	4.9	1.1	
Retinol (μg)	145.1	158.1	124.0	55.3	159.4	195.2	119.1	60.9	
Carotene (μg)	1817	1318	1540	1090	1813	1084	1618	1068	
Retinol-equivalent (μg)	449	278	382	191	463	275	390	183	
Vitamin D (μg)	4	3	4	3	4	3	3	2	
Vitamin E (mg)	4.7	1.0	4.5	1.2	4.5	1.0	4.3	1.1	
Vitamin K (μg)	116	89	100	82	139	106	109	75	Sm<<A
Vitamin B1 (mg)	0.49	0.11	0.46	0.10	0.48	0.11	0.49	0.12	
Vitamin B2 (mg)	0.63	0.30	0.59	0.13	0.65	0.17	0.59	0.14	Sm<A>W
Niacin (mg)	8.2	2.3	8.0	2.7	8.0	2.4	8.4	2.2	
Vitamin B6 (mg)	0.6	0.1	0.6	0.1	0.6	0.1	0.6	0.1	
Vitamin B12 (μg)	3.0	1.8	2.8	1.7	3.1	2.3	2.7	1.8	
Folic acid (μg)	154	49	136	40	168	70	140	37	Sm<<A, A>>W
Pantothenic acid (mg)	3.19	0.55	3.06	0.43	3.33	0.68	3.05	0.48	Sm<<A, A>>W
Vitamin C (mg)	46	21	39	20	48	23	36	17	Sp>Sm, A>>W, W<<Sp
Saturated fatty acids (g)	9.7	2.60	8.98	1.98	9.80	2.52	9.38	2.15	
Monounsaturated fatty acids (g)	12.35	2.86	11.47	2.46	11.67	2.69	12.04	2.62	
Polyunsaturated fatty acids (g)	7.52	1.90	6.97	2.03	7.03	1.86	6.78	1.57	Sp>W
Cholesterol (mg)	230	70	218	71	215	80	205	86	
Soluble dietary fiber (g)	1.6	0.8	1.4	0.4	1.6	0.6	1.5	0.5	
Insoluble dietary fiber (g)	4.5	1.2	4.3	1.1	4.7	1.3	4.4	1.6	
Total dietary fiber (g)	6.4	1.8	6.1	1.5	6.8	1.9	6.3	2.0	

85 subjects were involved in the analysis. Inter-seasonal homogeneity was tested by ANOVA, and when rejected, Tukey's test was used to examine seasonal variation.

Sp: spring, Sm: summer, A: autumn, W: winter
<, <<:p<0.05, 0.01

95%であったことが報告されている。今回の回収率は40%とこれに比べて低率であったが、先行研究^{34,12)}の調査対象者がいずれも35歳以上の男女であったのに対し今回は調理経験や生活体験の乏しい若い女性であったことや、食事記録に加え、食事前後の写真撮影を求めたことなどが原因と考えられた。ただ、分析対象外となった理由をみると、食事記録票は記入しているものの、貸与したカメラの持参を忘れ食卓の写真をすべて提出できなかった例が多かったことを考えると、急速に普及しているカメラ付携帯電話を利用すれば、回収率の改善は期待できると思われる。回収率が低い場合、セレクション・バイアスの可能性が考えられるが、記録票を全て提出した分析対象者と記録が不備で対象外となった者の間で、栄養素摂取量に影響を与えるBMIや生活活動強度の平均値には有意差はなかったため、得られた調査結果にバイアスがあったとしても大きくはないと考える。

3DR法と3DR修正法の両調査法の1日あたり年間平均粗摂取量を比較すると、エネルギーと栄養素を合わせた全37項目中のうちの約1/2の18項目で3DR法の結果が有意に高い結果であった(Table 1)。しかし、絶対値の差が相対的に最も大きい栄養素であっても摂取量の

4%未満であり、ほとんどの栄養素は1%程度と僅かであった。3DR修正法で下方に修正されたものと上方に修正されたものがあつたために相殺され、平均値の差としては大きくならなかったことによる。また、標準偏差は3DR修正法で小さくなっていた。3DR法で得られた結果のはずれ値が、写真と面接を加えた情報により修正されたためである。

両調査法のエネルギーと栄養素の1日あたりの平均摂取量の四分位で分類したときの分位間の不一致は、37項目のすべてにみられた(Fig.1)。不一致のあつた栄養素のうち28項目については3DR修正法が低めに評価していたことがわかつた。また、ほとんどの栄養素に2分位以上のずれがあつたが、その割合は最大でも3%未満であつた。

以上のように、3DR法と3DR修正法とでは差が認められたが、その理由は目安量の目測誤り、食べ残した料理や食品の量の差し引き計算誤り、料理に使われている食品の記入漏れ、食品名の記録誤りに基づく3DR法の修正によるものであつた。目安量については、先行研究²⁸⁻³⁰⁾でも同様の誤りについての報告がされている。今回多かつたのは目測誤りで、特にお茶碗のご飯量であつた。お

茶碗1杯と記録した目安量を写真と照合すると実際は7分目程度しか入っていなかったなどで、今回の対象者が若い女性であったことの反映と考えることができた。また、加熱調理後の野菜や肉類の見かけから判断した重量、器に入っている飲み物の容量、果物や野菜などの規格基準(S・M・L)などの目測誤りもあった。食べ残した料理や食品の量の差し引き計算誤りは、ご飯やおかずの食べ残しだけでなく、残ったドレッシングやソース、麺類の残した汁にも生じていた。これらはいずれも摂取量を多く見積もる目測量の誤りとなっていた。一方、少なく見積もることになる記入漏れとしては、実際に食べた料理や食品、使われている食品材料の一部、料理に使用された調味料などであったが、今回の場合は多くなかった。このように写真を加えたことで摂取量の誤りを修正することが可能となり、さらには面接を加えることによって、加糖か無糖か、低脂肪か高脂肪か、無塩か有塩かなど記録と写真だけでは判断できない調味料などについて確認ができるなど、3DR法のみでは明らかでなかった食物摂取の情報がより多く得られたことになる。

これまでにも日本人の栄養素摂取量には季節変動が認められることが報告¹¹⁻¹⁵⁾されているが、今回の調査からも同様の結果が得られた。たとえば、エネルギーの平均摂取量は夏が最も低く、春が最も高かった。このことは夏が最低で冬が最高であった報告¹¹⁾や秋が最低で春が最高であった報告¹²⁾とは異なるが、過去の日本の国民栄養調査結果¹³⁾や高温になる夏は他の季節に比べて身体活動や基礎代謝量が低下¹⁴⁾し¹⁵⁾、エネルギー消費や食欲の低下が見られることに一致している。エネルギー摂取量の季節別変化と同様すべての栄養素摂取量は季節変動が認められた(Fig.2.3)。しかし、各種栄養素はエネルギー摂取量に依存²⁾しているため、エネルギー調整をした検討も必要である。3DR法の場合、粗摂取量では35項目で季節変動がみられたのに対して、エネルギー調整後は6項目にとどまった(Table 2)。一方、3DR修正法の場合、37項目の全ての粗摂取量で季節変動が認められたのに対して、エネルギー調整後の摂取量は10項目となった(Table 3)。粗摂取量、エネルギー調整摂取量ともに3DR修正法で、季節変動を認めた項目が多かったことは、写真と面接によって情報量が増えたことに対応していると考えられる。3DR修正法でのみ季節変動が認められたエネルギー調整後の栄養素は、炭水化物、カリウム、リン、ビタミンB₂、多価不飽和脂肪酸の5種類の栄養素である。これらの栄養素はいずれも穀類に含まれ、またカリウムやビタミンB₂は緑黄色野菜に多く含まれているが、今回の調査では1日の摂取量が多いご飯の目測誤りや、加熱

調理後の見かけからの目測が難しかった緑黄色野菜の修正が多かったことと関連しているものと推定している。

今回用いた3DR修正法は、食事記録法だけを用いた場合や写真だけを用いた場合に比べて対象者にかかる労力面での負担が大きくなり継続性が得られにくいこと、あるいは調査者にはカメラ購入や現像などの経費的な負担がかかることなどの短所がある。対象人数や記録日数が多くなればなるほど、この短所は無視し得なくなる。しかし、このことについては、近年、急速に普及したカメラ付き携帯電話を利用すれば、経費は軽減されることが期待できると考える。栄養学的評価には個人レベルのものや集団レベルのものがある。個人レベルの栄養学的評価には、より正確な値が期待でき、今回のような3DR修正法が優れているといえる。しかし、集団を対象とする栄養疫学研究の立場から考えると、必ずしもそうではない。すなわち、すでに述べたように、3DR法と修正法で平均値の差は当該栄養素摂取量の高々4%未満にとどまっていること、四分位で分類したときの不一致割合は、2分位以上のずれがあるのは、最大3%程度の対象者に生ずるにすぎない。このことは、平均値の差や死亡率などを四分位分類の最低群と最高群とで比較する場合に、重大な影響を与えるとは考え難く、3DR修正法が絶対的に優れているとは言えない。3DR法と3DR修正法のいずれを選択するかは、個人レベルの評価か、集団レベルの評価に加え、労力や経費の兼ね合いを考え決定することになろう。ただし、3DR修正法でのみ季節変動が認められた特にカリウム、リン、ビタミンB₁₂などの微量栄養素の摂取状況の評価には3DR修正法の方がより適切であると思われる。

V. 結 論

食事記録に用いる目安量法の精度向上の検討を目的に、目安量法(3DR法)のみの場合と写真法と面接を併用した(3DR修正法)場合を比較した。求められた栄養素摂取量の多くに両者に有意な差が認められたものの、その差はほとんどの栄養素について摂取量の4%未満であり、また2分位以上の不一致がみられる最大の栄養素であってもその割合は3%未満であった。したがって、集団を対象とする疫学研究の栄養学的評価法として、3DR修正法が必ずしも優れているとは言えず、目的と労力や経費も考慮して調査法を選ぶことが推奨される。

VI. 文 献

- 1) World Health Organization: Annex Table 1 Basic indicators for all WHO member states, An-

- nex Table 4 Healthy life expectancy (HALE) in all WHO Member states, estimates for 2002/ in The World Health Report 2004, p115, p133. 2004. Annex Table 1 Basic indicators for all WHO member states/ in The World Health Report 2006, p169-177.2006.
- 2) **Willett, W.C.:** Overview of Nutritional Epidemiology, 24-Hour Dietary Recall and Food Record Methods, Food-frequency Methods, nature of Variation in diet, Implication of total for epidemiology analysis/in nutritional epidemiology, p3-17, p50-94, p273-298. 2nd edition. Oxford University Press. New York. 1998.
 - 3) **江上いすず, 若井建史, 垣内久美子, 川村孝, 玉腰曉子, 林櫻松, 中山登志子, 杉本公子, 大野良之:** 秤量法による中高年男女の栄養素および食品群摂取量の個人内・個人間変動, 日本公衆衛生学会誌. **46:** 828-836.1999.
 - 4) **Ogawa, K., Tsubono, Y., Nishino, Y., Wata-nabe, Y., Ohkubo, T., Nakatsuka, H., Takahashi, N., Kawamura, M., Tsuji, I. and Hisamichi, S.:** Inter-and Intra-individual variation of food and nutrient consumption in a rural Japanese population. *Eur. J. Nutr.* **52 :** 781-785, 1999.
 - 5) **Vanstaveren, W.A., Deurenberg, P., Burema, J., Degroot, L. C. PGM and Hautvast, J.G.A.J.:** Seasonal variation in food intake, pattern of physical activity and change in body weight in a group of young adult Dutch women consuming self-selected diets: *J. Obes.* **10 :** 133-145, 1986.
 - 6) **Ziegler, R.G., Wilcox, III. H. B., Mason, T. J., Bill, J. S. and Virgo, P.W., AA.:** Seasonal variation in intake of carotenoids and vegetables and fruits among white men in New Jersey: *Am. J. Clin. Nutr.* **45 :** 107-114, 1987.
 - 7) **Brown, K.H., Black, R.E. and Becker, S.:** Seasonal changes in nutritional status and The prevalence of malnutrition in a longitudinal study of young children in rural Bangladesh. *Am. J. Clin. Nutr.* **36 :** 303-13, 1982.
 - 8) **Chen, Y., Ahsan, H., Parvez, F. and Howe, G.R.:** Validity of a food-frequency questionnaire for a large prospective cohort study in Bangladesh. *Br. J. Nutr.* **92 :** (5)851-859, 2004.
 - 9) **Schaefer, A.E.:** Can nutritional status be determined from consumption or other measures? / in *Assessing Changing Food Consumption Patterns.* p 207-219. National Academy Press, Washington D. C., 1981.
 - 10) **Hussain, M.A.:** Seasonal variation and nutrition in developing countries. *Food Nutr.* **11 :** (2) 23-27, 1985.
 - 11) **川田智之, 志田俊子:** 栄養素摂取量の土・日・月曜日の日間変動と季節変動. *日本公衆衛生誌.* **36:** 250 - 253, 1989.
 - 12) **大脇淳子, 高塚直能, 川上憲人, 清水弘之:** 24時間思い出し法による各種栄養素摂取量の季節変動. *栄養学雑誌.* **54 :** 11-8, 1996.
 - 13) **Tsugane, S., Kobayashi, M. and Sasaki, S.;** JPHC: Validity of the self-administered food frequency questionnaire used in the 5-year follow-up survey of the JPHC Study Cohort I: comparison with dietary records for main nutrients. *J. Epidemiol.* **13 :** (1 Suppl) 51-56, 2003.
 - 14) **Imaeda, N., Fujiwara, N., Tokudome, Y., Ikeda, M., Kuriki, K., Nagaya, T., Sato, J., Goto, C., Maki, S., and Tokudome, S.:** Reproducibility of a semi-quantitative food frequency questionnaire in Japanese female dietitians. *J. Epidemiol.* **12 :** (1)45-53, 2002.
 - 15) 厚生省. 国民栄養の現状「昭和25年度国民栄養調査成績」. 1950 : p7-8 1951.
 - 16) **Bingham, S.A., Margetta, B.M. and Nelson.:** Current Intake/in Design concepts in nutritional epidemiology. London, Oxford Press. 154-167, 1991.
 - 17) 厚生省保健医療局: 第六次改定日本人の栄養所要量—食事摂取基準—. 第一出版, 東京 37-40, 1999.
 - 18) 厚生労働省: 平成12年国民栄養調査食目分量・重量換算表. 2000.
 - 19) 吉村幸雄, 高橋啓子: Excel 栄養君 Ver.3.5th ed, 建帛社, 東京 2003.
 - 20) 科学技術庁資源調査会編: 五訂日本食品標準成分表. 東京. 大蔵省印刷局. 1997.
 - 21) 科学技術庁資源調査会編: 改訂日本食品アミノ酸組成表. 1986.
 - 22) 科学技術庁資源調査会編: 日本食品脂溶性成分表. 1989.

- 23) Jain, M., Cook, G.M., Davis, F.G., Grace, M.G., Howe, G.R. and Miller, A.B.: A case-control study of diet and colorectal cancer. *J. Cancer* **26** : 757-768, 1980.
- 24) Lyons, J.L., Gardner, J.W., West, D.W. and Mahoney, A.M.: Methodologic issues in epidemiologic studies of diet and cancer. *Cancer Res.* **43** : 2392S-2396S, 1983.
- 25) Gordon, T., Fisher, M. and Rifkind, B.M.: Some difficulties inherent in the interpretation of dietary data from free-living population. *Am. J. Clin. Nutr.* **39** : 152-156, 1984.
- 26) Kipnis, V., Freedman, L.S., Brown, C.C., Hartman, A., Schatzkin, A. and Wacholder, S.: Interpretation of Energy Adjustment Models for Nutritional Epidemiology. *Am. J. Epi.* 1376-1380, 1993.
- 27) Morgan, k. J., Johnson, Rizek, R.L., Reese, R. and Stampley, G.L.: Collection of food intake data: An evaluation of methods; . *J. Am. Die. Assoc.* 888-896, 1987.
- 28) 竹下生子, 重松隆, 角野牧子, 西村元伸, 山田研一: 写真撮影を用いた食事調査の有効性. *臨床栄養* : **97** : 729-733, 2000.
- 29) 鈴木亜矢子, 宮内愛, 服部イク, 江上いすず, 若井建史, 玉腰暁子, 安藤昌彦, 中山登志子, 大野良之, 川村孝: 写真法による食事調査の観察者間の一致性および妥当性の検討. *日本公衆衛生学会誌.* **49**:(8), 749-58, 2002.
- 30) 川村孝, 八橋三恵子, 清水靖夫, 鈴木幸男, 浅井政雄, 渡邊須美子, 青木利恵, 玉腰暁子, 若井建史, 前田清, 水野嘉子, 横井正史: 写真法による食事調査の妥当性に関する予備的検討. *日本公衆衛生学誌.* **42** : 992-997, 1995.
- 31) 田原靖昭: 基礎代謝および寒冷暴露における身体組成別産熱量の季節変動. *日本栄養食糧学会誌.* **36** : 255-263, 1983.