

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

スズキ ア ヤ コ 鈴木 亜矢子*	ミヤウチ 宮内 愛*	メグミ 服部 イク ² *	エ ガミ 江上 いすず ³ *
ワカイ ケン ジ 若井 建志*	タマコシ 玉腰 暁子*	アキコ 安藤 昌彦*	ナカヤマ ト シ ヨ 中山 登志子*
オオノ ヨシユキ 大野 良之*	カワムラ 川村 孝 ⁴ *		

目的 食事の写真から栄養素等の摂取量を推定する食事調査法（写真法）の観察者間の一致性、および妥当性を日常の食事について検討し、写真法の実用性を評価した。

方法 栄養学専攻学生の家族25人（男13人，女12人，平均年齢±標準偏差：47.3±5.6歳）において、写真法および基準となる秤量法による食事調査を1人あたり4日間実施した。写真法ではレンズ・フラッシュ付きフィルムで撮影された同一の写真から、2人の観察者が独立に食材料の種類と重量を推定した。それをもとに食品成分表を用いてエネルギーおよび各栄養素の推定摂取量を算出した。観察者間の一致性は推定栄養素等摂取量の2人の観察者間の比と相関，および変動係数で，妥当性は2人の観察者の推定摂取量を平均した値と秤量法による摂取量の比と相関，変動係数によって検証した。分析は1日単位（25人×4日＝のべ100日分）と個人単位（25人分）で行った。写真法による食事調査に要する費用についても試算した。

成績 観察者間の一致性について，写真法による1日あたり栄養素等推定摂取量（平均値）の2人の観察者間の比は0.89（マグネシウム）～1.14（レチノール），中央値は1.03であった。両者間の相関係数は1日単位で0.65（飽和脂肪酸）～0.92（ビタミンC），中央値は0.79，個人単位では0.65（飽和脂肪酸）～0.96（ビタミンC），中央値は0.78であった。変動係数の範囲は1日単位で7.9%（エネルギー）～23.8%（カロテン）（中央値13.3%），個人単位で5.2%（エネルギー，マグネシウム）～17.8%（カロテン）（中央値8.8%）であった。妥当性については，1日あたり平均摂取量の両方法間の比（写真法/秤量法）が0.96（カリウム，飽和脂肪酸）～1.11（レチノール，食塩），中央値は1.00であった。両方法間の相関係数は，1日単位で0.40（食塩）～0.82（ビタミンC，レチノール），中央値は0.67，個人単位では0.47（食塩）～0.90（ビタミンC），中央値は0.74であった。また変動係数は，1日単位で10.5%（エネルギー）～39.6%（カロテン），中央値は16.9%，個人単位で6.1%（蛋白質）～20.6%（カロテン），中央値は11.2%であった。費用は25枚撮りレンズ付きフィルムを用いた場合，1食あたり105円となった。

結論 栄養素等の種類によって観察者間の一致性，妥当性は一様ではないが，全体としては良好であった。外食などへの対応に課題が残るものの，写真法は食事記録法として十分に実用的と考えられた。

Key words：写真法，食事調査，栄養素，観察者間の一致性，妥当性

* 名古屋大学大学院医学研究科予防医学/医学推計・判断学

2* 市邨学園短期大学生活文化学科

3* 名古屋文理短期大学食物栄養学科

4* 京都大学保健管理センター

連絡先：〒466-8550 名古屋市昭和区鶴舞町65
名古屋大学大学院医学研究科予防医学/医学推計・判断学 若井建志

I 緒 言

食事の内容や量を正確に把握することは，食習慣と健康との関係を検討する際に必要不可欠である。また，健康増進や疾病の予防・治療を目的とした食事指導の実行状況を確認する上でも重要である。

食事調査法には記録法、思い出し法、食物摂取頻度調査法、陰膳法などがあるが、妥当性、被験者の負担、費用などの面でそれぞれに問題がある^{1,2)}。写真による食事調査法(写真法)は、被験者の負担が比較的軽く、費用も問題になるほどではない³⁾。川村ら³⁾は病院(入院人間ドック)の給食において写真法の観察者間の一致性、および妥当性を検討し、きわめて良好であったとしている。しかしこれは病院という特殊な状況での成績であり、そのまま一般化することはできない。そこで今回は日常の食事について、写真法の観察者間の一致性、妥当性を検討した。

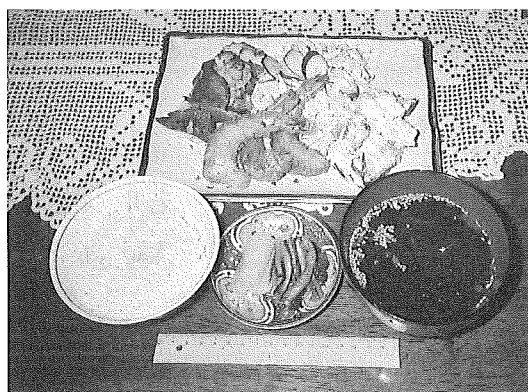
II 研究方法

1998年4～5月、某短期大学の栄養学専攻学生の家族87人(男56人、女31人)を対象として、写真法および基準となる秤量法による食事調査を連続4日間実施した。調査実施にあたっては、あらかじめ調査の目的・内容を説明した文書にて協力を依頼し、同意が得られた者のみを対象者とした。このうち本検討では作業量を考慮し、4日間すべての食事について写真を撮影しえた男30人(対象者の53.6%)、女24人(同77.4%)から、男女ほぼ同数となるように無作為抽出した25人(男13人、女12人、平均年齢±標準偏差:47.3±5.6歳)を分析対象とした。

秤量法による調査⁴⁾では、栄養学専攻学生が補助した。秤量にはクッキングスケール(タニタ株式会社 No. 1150)を使用し、調査前に皮や根などの廃棄を除いた可食部分を秤量した。家族分を一括して秤量した場合は比例計算により対象者の摂取重量を算出した。外食や小売店で購入した惣菜類を摂取した場合は調理前の食材を秤量できないので、出来上がり料理の状態で秤量し、食材料の重量を推定した。秤量できない場合には目安量を記録し、食品のカラー写真や重量が記載されている参考資料⁵⁻⁷⁾などを利用して重量を推定した。秤量法による食事記録は、調査補助の学生がコード化した後、栄養士が独立にチェックした。

写真法では、食卓に並べられた食事1人分を飲食前にレンズ・フラッシュ付きフィルム(富士写真フィルム株式会社「接近切換付 写ルンです[®]」)で撮影した。写真はカメラを食卓から40～100 cm 離し、やや斜めの位置から、事前に配付したもの

写真1 摂取する食事を撮影した写真の例



さしを含めて撮影することを対象者に指示した。撮影した写真の例を写真1に示す。写真には撮影時に記録した簡単な料理名(例:カレーライス)や補足事項(例:おかわり)を書き添えた。

2人の観察者(医学部学生)が、秤量法の結果を知らされていない状況下で、それぞれ独立に写真からエネルギーおよび各栄養素の摂取量を見積った。その手順は(1)写真から食材料の種類と重量を推定する、(2)食品成分表を用いてエネルギーや各栄養素の摂取量を算出する、である。なお食材料の重量推定には、食品のカラー写真や重量が記載されている参考資料を利用した⁵⁻⁷⁾。料理の食品構成が写真で判別不可能な場合には、やむを得ず料理の種類から推定した。原則として写真に撮影された食物のみを分析したが、写真に撮影されたものと同一のものをおかわりしたと添え書きのある場合には分析に加えた。

写真法によるより良い推定のため、観察者はあらかじめ約1週間にわたり、(1)既存の写真を用いて、推定結果と秤量データを比較検討する、(2)観察者自身を対象に秤量法による食事調査を実施し、食品の外観と重量との関係をつかむ、の2点を中心に訓練を受けた。

秤量法、写真法ともに食品成分表は4訂日本食品標準成分表⁸⁾および5訂日本食品標準成分表・新規食品編⁹⁾を用い、必要に応じて微量元素含量表¹⁰⁾、市販加工食品成分表¹¹⁾の値も使用した。また外食などの料理については名古屋市職員健康管理センターによって開発された外食コード表を利用した。4訂日本食品標準成分表および5訂日本

食品標準成分表・新規食品編に食物繊維量の記載がない食品については粗繊維値からの推定値¹²⁾を引用し、コレステロール、ビタミンE含有量が同成分表で未記載の食品については記載されていた類似の食品から推定した。脂肪酸含有量が未記載であった食品についてはSasakiら¹³⁾の推定値によった。

分析は、1日単位(25人×4日=のべ100日分)と個人単位(25人分)で行った。観察者間の一致性は、エネルギーおよび各栄養素摂取量を2人の

観察者間で比較し、両者間の比(平均値の比)および相関係数、変動係数(平均値)を算出して検討した。妥当性の検討では、2人の観察者の推定摂取量の平均値と秤量法による摂取量の比(平均値の比)および相関係数、変動係数(平均値)を算出した。2人の観察者間の相関係数、写真法と秤量法の間の相関係数は対象者の性ごとにも検討した。

さらに写真法で推定した各料理の食材料の種類を秤量法で記録されたものと比較し、写真からは

表1 写真法における2人の観察者間の一致性(1日単位:n=100, 個人単位:n=25)

	観察者 1			観察者 2			平均摂取 量の比	観察者 1 と観 察者 2 の間の 相関係数		変動係数 (平均値, %)		
	1 日あたり 平均摂取量	標準偏差		1 日あたり 平均摂取量	標準偏差			観察者 1/ 観察者 2	1 日 単位	個人 単位	1 日 単位	個人 単位
		1 日 単位	個人 単位		1 日 単位	個人 単位						
エネルギー (kcal)	1,779	367	240	1,789	350	244	0.99	0.73	0.71	7.9	5.2	
蛋白質 (g)	74.1	19.7	14.4	74.0	21.3	15.8	1.00	0.75	0.74	9.2	6.5	
脂質 (g)	59.2	19.3	12.1	55.9	17.5	11.1	1.06	0.74	0.75	13.3	7.6	
炭水化物 (g)	221.7	50.9	31.8	231.4	46.3	33.4	0.96	0.77	0.75	8.2	6.0	
カルシウム (mg)	478	206	148	472	196	132	1.01	0.88	0.90	10.9	6.9	
鉄 (mg)	10.4	3.3	2.0	9.9	3.4	2.6	1.05	0.78	0.81	11.0	8.7	
カリウム (mg)	2,244	660	486	2,261	699	550	0.99	0.83	0.85	9.4	5.9	
ビタ ミン A (IU)	2,453	1,238	784	2,323	1,381	988	1.06	0.82	0.87	17.4	11.6	
レチノール (μg)	276	186	83	243	178	73	1.14	0.88	0.78	20.6	12.0	
カロテン (μg)	2,725	2,101	1,422	2,685	2,325	1,807	1.01	0.83	0.90	23.8	17.8	
ビタ ミン C (mg)	92	67	42	87	62	42	1.06	0.92	0.96	17.7	9.3	
飽和脂肪酸 (g)	14.8	5.6	3.3	14.4	5.2	3.0	1.03	0.65	0.65	15.2	9.7	
一価不飽和 脂肪酸 (g)	21.6	8.2	5.1	20.4	7.4	4.8	1.06	0.73	0.71	14.9	9.5	
多価不飽和 脂肪酸 (g)	15.3	5.6	3.3	14.1	5.0	2.8	1.09	0.80	0.78	14.1	9.4	
コレステロール (mg)	455	229	137	422	213	130	1.08	0.78	0.77	19.3	12.4	
ビタ ミン E (mg)	9.3	3.8	2.6	8.5	3.1	2.3	1.09	0.84	0.89	13.3	9.0	
食物繊維 (g)	13.1	4.1	3.0	12.8	4.3	3.3	1.02	0.80	0.79	11.0	8.2	
マグネシウム (mg)	228	67	48	256	68	52	0.89	0.86	0.87	8.7	5.2	
亜鉛 (μg)	7,641	1,930	1,355	7,822	2,160	1,607	0.98	0.77	0.77	9.3	6.0	
食塩 (g)	11.5	4.0	2.8	11.3	3.9	2.9	1.02	0.74	0.74	13.4	10.0	
中央値							1.03	0.79	0.78	13.3	8.8	

食材料把握が困難な例を検討した。写真法による食事調査に要する費用（実費）については、名古屋大学消費生活協同組合における店頭販売価格をもとに試算した。

Ⅲ 研究結果

1. 栄養素等摂取量推定の観察者間の一致性

写真法による栄養素等推定摂取量の1日あたり平均値、および2人の観察者間の比と相関係数、変動係数を表1に示す。エネルギー、蛋白質、脂

質、炭水化物について、1日あたり平均摂取量の観察者間の比はそれぞれ0.99, 1.00, 1.06, 0.96で、観察者間の相関係数は1日単位では0.73, 0.75, 0.74, 0.77, 個人単位では0.71, 0.74, 0.75, 0.75であった。対応する変動係数は1日単位で7.9%, 9.2%, 13.3%, 8.2%, 個人単位で5.2%, 6.5%, 7.6%, 6.0%であった。

エネルギーおよび全栄養素では、1日あたり平均摂取量の観察者間の比は0.89（マグネシウム）～1.14（レチノール）に分布し、中央値は1.03で

表2 秤量法との比較による写真法の妥当性（1日単位：n=100，個人単位：n=25）

	写真法(2人の観察者の平均値)			秤量法			平均摂取 量の比	写真法と秤 量法の間の 相関係数		変動係数 (平均値, %)		
	1日あたり 平均摂取量	標準偏差		1日あたり 平均摂取量	標準偏差			写真法/ 秤量法	1日 単位	個人 単位	1日 単位	個人 単位
		1日 単位	個人 単位		1日 単位	個人 単位						
エネルギー (kcal)	1,784	334	224	1,802	436	306	0.99	0.63	0.73	10.5	6.7	
蛋白質 (g)	74.1	19.2	14.1	75.9	22.2	15.4	0.98	0.68	0.81	11.6	6.1	
脂質 (g)	57.5	17.1	10.9	56.2	21.4	13.1	1.02	0.56	0.62	17.4	11.0	
炭水化物 (g)	226.5	45.8	30.5	232.3	64.6	45.3	0.98	0.51	0.49	12.0	7.9	
カルシウム (mg)	475	195	136	483	221	154	0.98	0.71	0.84	14.0	9.8	
鉄 (mg)	10.2	3.2	2.2	10.2	3.8	1.9	1.00	0.57	0.72	14.4	7.7	
カリウム (mg)	2,252	649	499	2,337	713	554	0.96	0.68	0.80	12.6	8.1	
ビタ ミン A (IU)	2,388	1,248	858	2,189	1,367	867	1.09	0.71	0.78	26.9	15.9	
レチノール (μg)	260	176	74	235	181	84	1.11	0.82	0.67	26.9	14.8	
カロテン (μg)	2,705	2,118	1,574	2,495	2,273	1,658	1.08	0.74	0.85	39.6	20.6	
ビタ ミン C (mg)	89	63	41	83	55	34	1.07	0.82	0.90	23.3	11.5	
飽和脂肪酸 (g)	14.6	4.9	2.8	15.2	7.0	4.2	0.96	0.65	0.72	19.4	11.4	
一価不飽和 脂肪酸 (g)	21.0	7.2	4.6	20.4	9.0	5.7	1.03	0.60	0.64	19.4	12.7	
多価不飽和 脂肪酸 (g)	14.7	5.0	2.9	13.7	5.4	3.3	1.07	0.57	0.54	19.9	12.9	
コレステロール (mg)	439	209	126	447	229	130	0.98	0.75	0.74	20.3	12.2	
ビタ ミン E (mg)	8.9	3.3	2.4	8.2	3.2	2.2	1.09	0.66	0.70	16.3	11.7	
食物繊維 (g)	12.9	4.0	3.0	13.0	4.8	3.1	0.99	0.67	0.77	14.6	9.3	
マグネシウム (mg)	227	65	48	225	77	48	1.01	0.67	0.80	13.1	7.8	
亜鉛 (μg)	7,731	1,923	1,393	7,742	2,277	1,430	1.00	0.65	0.82	11.9	6.3	
食塩 (g)	11.4	3.7	2.7	10.3	4.0	3.1	1.11	0.40	0.47	21.8	16.6	
中央値							1.00	0.67	0.74	16.9	11.2	

あった。また観察者間の相関係数は1日単位で0.65 (飽和脂肪酸) ~0.92 (ビタミンC), 中央値は0.79, 個人単位では0.65 (飽和脂肪酸) ~0.96 (ビタミンC), 中央値は0.78であった。変動係数の範囲は1日単位で7.9% (エネルギー) ~23.8% (カロテン) (中央値13.3%), 個人単位で5.2% (エネルギー, マグネシウム) ~17.8% (カロテン) (中央値8.8%) であった。

2. 栄養素等摂取量の推定の妥当性

食事記録からは, 男女を問わずほとんどの食事では秤量が行われたと考えられた。写真法および秤量法による栄養素等摂取量の1日あたり平均値, および両方法間の比と相関係数, 変動係数を表2に示す。また写真法 (2人の測定者の平均値) と秤量法による摂取量の散布図を図1~6に例示した。もっとも基本的な指標であるエネルギーについては, 1日単位の相関係数は0.63 (図1), 個人単位の相関係数は0.73 (図2), もっとも相関が良いビタミンCではそれぞれ0.82 (図3) および0.90 (図4), もっとも良くない食塩ではそれぞれ0.40 (図5) および0.47 (図6) であった。

1日あたり平均摂取量の両方法間の比 (写真法/秤量法) は0.96 (カリウム, 飽和脂肪酸) ~1.11 (レチノール, 食塩), 中央値は1.00であった。両方法間の相関係数は, 1日単位で0.40 (食塩) ~0.82 (レチノール, ビタミンC), 中央値は0.67, 個人単位では0.47 (食塩) ~0.90 (ビタミンC),

中央値は0.74であった。また変動係数は1日単位で10.5% (エネルギー) ~39.6% (カロテン), 中央値は16.9%, 個人単位で6.1% (蛋白質) ~20.6% (カロテン), 中央値は11.2%であった。

3. 性別の相関係数

表3には性別に算出した, 2人の観察者間の相関係数, 写真法と秤量法の間の相関係数を示す。個人単位では2つの相関係数ともに, 女の方が高い傾向を示し, 中央値は観察者間の相関係数で男0.76, 女0.86, 写真法と秤量法の間の相関係数で男0.70, 女0.79であり, 1日単位の分析とともに, 両性合わせた場合と大きな差は認められなかった。

4. 写真法で料理の食材料把握が困難な例

写真法で推定した各料理の食材料の種類と秤量法で記録されたものとの比較から, 写真法では料理の食材料把握が困難であった例を表4にまとめた。これらの要素をもった食事では妥当性が低下する可能性があり, 写真法の適用には注意が必要と考えられた。

5. 費用

25枚撮りレンズ・フラッシュ付きフィルム (接写切替付) 1個を用いて25食分の写真を撮影した場合, フィルム代1,440円, 現像代500円, プリント代 $27 \times 25 = 675$ 円の合計2,615円で, 費用は1食あたり105円となった。ただし今回は4日分 (12食分+間食) の調査で, フィルムを使い切らなか

図1 写真法と秤量法によるエネルギー摂取量の散布図 (1日単位, 図中の破線は等価直線)

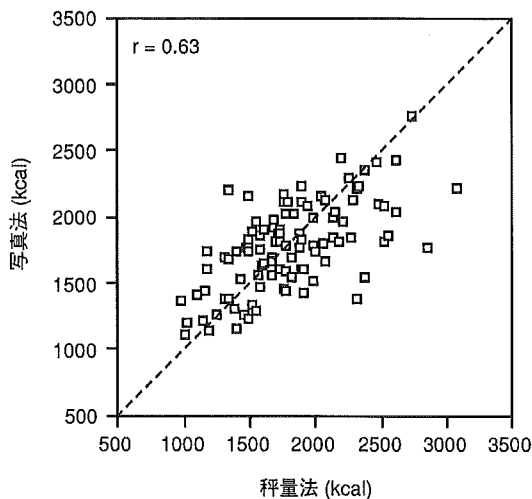


図2 写真法と秤量法によるエネルギー摂取量の散布図 (個人単位, 図中の破線は等価直線)

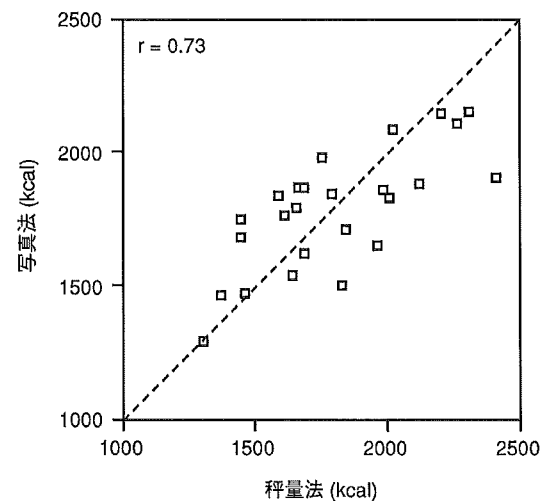


図3 写真法と秤量法によるビタミンC摂取量の散布図（1日単位、図中の破線は等価直線）

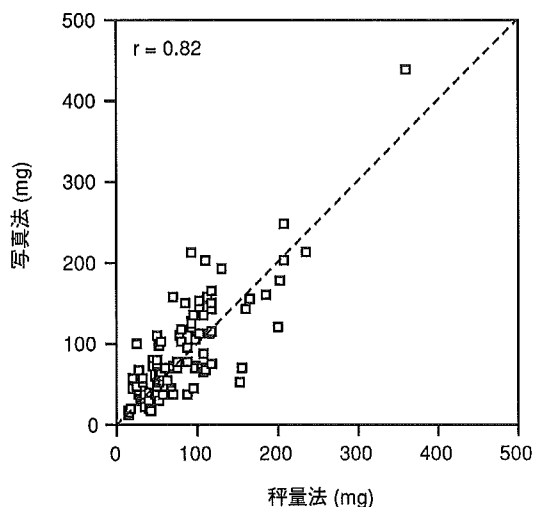


図4 写真法と秤量法によるビタミンC摂取量の散布図（個人単位、図中の破線は等価直線）

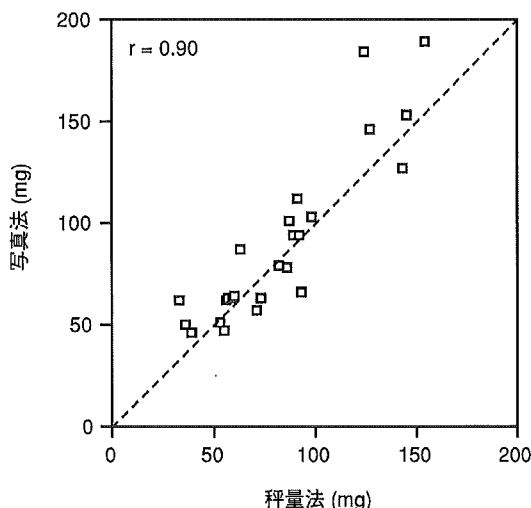


図5 写真法と秤量法による食塩摂取量の散布図（1日単位、図中の破線は等価直線）

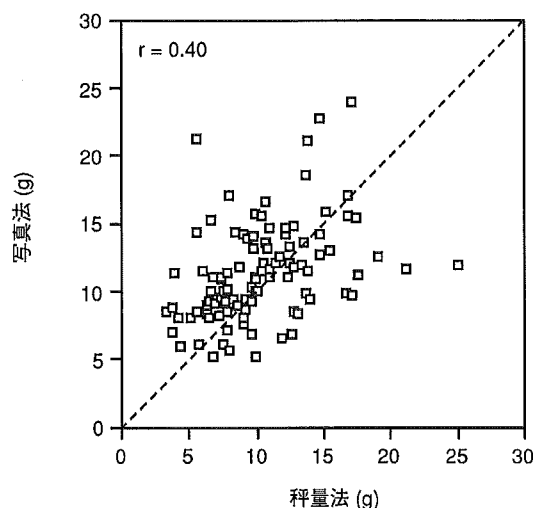
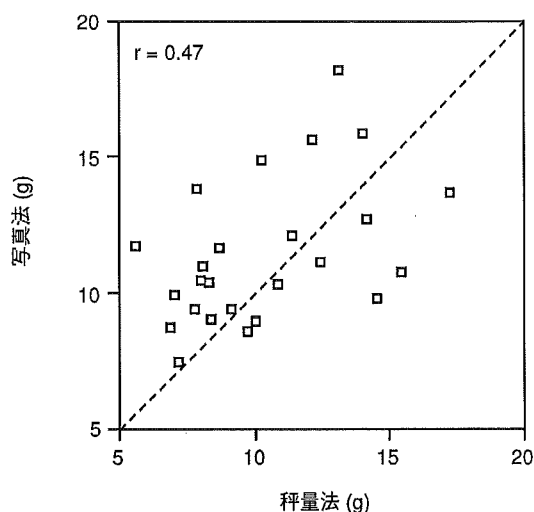


図6 写真法と秤量法による食塩摂取量の散布図（個人単位、図中の破線は等価直線）



ったため1食あたり187円程度と割高となった。

Ⅳ 考 察

写真撮影の食事調査への応用が広がっているが¹⁴⁻¹⁶⁾、食事調査方法として確立するためには妥当性の十分な裏付けが必要である。われわれは写真法によるエネルギーや栄養素の摂取量の推定が高い観察者間の一致性、および妥当性を示すこと、費用も比較的低廉であることを明らかにした。

疫学研究における食事調査法として、今日もっ

ともよく用いられているのは食物摂取頻度調査法である^{1,2)}。これは過去の一定期間の平均的な摂取状況を調査するもので、秤量法との間の相関係数は0.5から0.7程度と報告されている^{1,2)}。一方、記録法は主として短期間の摂取状況を調査するものである。その中でもっとも正確とされ、基準とされる方法は秤量法であるが、必要な労力が大きいため、かなり協力的な対象者にしか用いられない^{1,2)}。目安量記録法（摂取食品を秤量せず目安量で記録）はより簡易な記録法であり、秤量法と

表 3 写真法における 2 人の観察者間、および写真法と秤量法の間の摂取量の相関係数 (性別)

	2 人の観察者間の相関係数 (写真法)				写真法 (2 人の観察者の平均値) と秤量法の間の相関係数			
	1 日単位		個人単位		1 日単位		個人単位	
	男 (n=52)	女 (n=48)	男 (n=13)	女 (n=12)	男 (n=52)	女 (n=48)	男 (n=13)	女 (n=12)
エネルギー	0.68	0.81	0.59	0.87	0.64	0.57	0.72	0.66
蛋白質	0.70	0.82	0.67	0.85	0.70	0.59	0.81	0.72
脂質	0.71	0.77	0.71	0.80	0.50	0.64	0.51	0.73
炭水化物	0.71	0.86	0.65	0.91	0.45	0.57	0.44	0.58
カルシウム	0.91	0.90	0.94	0.94	0.86	0.60	0.86	0.87
鉄	0.83	0.75	0.82	0.86	0.68	0.47	0.82	0.59
カリウム	0.80	0.85	0.78	0.93	0.67	0.71	0.82	0.80
ビタミン A	0.80	0.84	0.80	0.91	0.75	0.70	0.81	0.88
レチノール	0.92	0.85	0.89	0.74	0.84	0.80	0.54	0.87
カロテン	0.82	0.85	0.86	0.93	0.78	0.73	0.92	0.90
ビタミン C	0.89	0.94	0.95	0.97	0.84	0.82	0.95	0.89
飽和脂肪酸	0.63	0.71	0.57	0.75	0.60	0.71	0.58	0.85
一価不飽和脂肪酸	0.71	0.75	0.68	0.75	0.57	0.64	0.53	0.77
多価不飽和脂肪酸	0.79	0.81	0.83	0.80	0.53	0.60	0.48	0.62
コレステロール	0.79	0.76	0.73	0.75	0.69	0.80	0.59	0.85
ビタミン E	0.80	0.89	0.82	0.95	0.67	0.64	0.60	0.77
食物繊維	0.69	0.86	0.67	0.89	0.62	0.73	0.68	0.84
マグネシウム	0.84	0.89	0.83	0.94	0.70	0.64	0.79	0.84
亜鉛	0.73	0.80	0.71	0.82	0.66	0.62	0.85	0.77
食塩	0.77	0.70	0.74	0.75	0.24	0.59	0.25	0.73
中央値	0.79	0.83	0.76	0.86	0.67	0.64	0.70	0.79

比較した妥当性の相関係数は、今回検討した栄養素について0.65～0.80と報告されている(7日間、個人単位の分析)¹⁷⁾。観察者間の一致性については、食物摂取頻度調査法、秤量法、目安量記録法ともに検討が困難なため、今回の写真法と比較することはできない。

写真法も一種の記録法であるが、妥当性は目安量記録法とほぼ同等であった。しかし1日単位の分析では妥当性の指標となる変動係数が大きく(10.5%～39.6%)、写真法は1日ごとの摂取量を厳密に評価しうるものとはいえない。

今回の結果を川村ら³⁾の病院食での検討と比較すると、観察者間の一致性はほぼ同様(病院食での相関係数の中央値は0.81)であったが、妥当性の指標とした相関係数(中央値)が病院食の0.84に対して0.67～0.74といくらか低値であった。これには、(1)日常の食事が病院での食事よりも多様性に富み、また食器や盛り付け方法もさまざまで

あるため、食材料の種類や重量の推定がやや困難であること、(2)病院食の検討で基準として用いられた献立表に比べると、今回の秤量記録法はそれ自身に測定誤差があること、などが理由として考えられる。

秤量法や目安量記録法は、調理者本人か調理者の協力が得られる者でないと正確な記録が難しいという問題があるが、写真法は調理に関心のない者にも容易な記録法と考えられる。さらに本法はデジタルカメラ¹⁶⁾や次世代携帯電話などを用いた食事調査にも応用が可能と思われる。

しかし写真法にも問題点はある。観察者間の一致性、妥当性の両方が低下する要因として、(1)魚や肉などはとくに食材の種類判定が難しい、(2)煮物や煮込み料理など(表4参照)の内容物は写真に写りにくいため把握しきれない、(3)味付けに使われる調味料の量は写真の色などからしか推定できない、などがあげられる。

表4 写真法で料理の食材料把握が困難な場合の代表例

-
1. 視覚情報に乏しい(調味料)
 - (1) 調理時の食塩, 砂糖, みりん, 日本酒(煮物など)
 - (2) 調理時のしょうが, かつお節
 - (3) 焼き物, 炒め物などの調理時に使用されるマーガリン, バター, 植物油
 - (4) コーヒー, 紅茶に入れる砂糖
 2. 料理中の食材料が外部から隠れている
 - (1) 汁物(とくにみそ汁), めん類(具が隠れている場合)
 - (2) 煮物, 煮込み料理
 - (3) 炒め物
 - (4) サラダ, あえ物(ドレッシングやみそなどで食材料が隠れる場合もある)
 - (5) 卵とじ
 - (6) まぜごはん
 3. 料理中で食材料が写真に小さく写っている, または一部分のみ写っている場合に判別が困難
 - (1) 豚肉と牛肉
 - (2) サラダ菜とキャベツ
 - (3) にらとほうれんそう, ねぎ(汁物, めん類に使用された場合)
 - (4) えのきたけとしめじ
 - (5) 昆布とわかめ, のり
 - (6) 漬物, 佃煮の食材料(小さく写っている場合が多い)
 4. 写真に写っている場合でも判別が困難
 - 4-1. 調味料
 - (1) 煮物などの味付けで使用されるみそとしょうゆ
 - (2) しょうゆとぽん酢, 和風ドレッシング
 - (3) コーヒーに入れるコーヒーホワイトナーの有無
 - (4) トーストに塗るもの(マーガリン, バター, ジャム, はちみつなど。薄く塗られた状態では判別が困難)
 - 4-2. 調味料以外の食材料
 - (1) 魚の切り身, さしみ(魚の種類の判別が困難な場合がある)
 - (2) ひき肉(肉の種類の判定は困難, 料理から推測せざるを得ない)
-

こうした問題に対する観察者による対応の違いは、観察者間の一致性を低下させる。したがって食材料の把握や判定が困難な場合の対応や、写真からの調味料使用量の推定方法を標準化し、観察者による差を小さくすることが有効と考えられる。また(1)~(2)については、写真に付記された簡単なメモが大きな助けとなり、観察者間の一致性、妥当性の向上に役立つと思われる。さらに代表的な料理の材料に関するデータベースを整備することにより、個々の食材料の把握が困難で、料理の種類から推定せざるを得ない場合でも、推定の観察者間の一致性、妥当性をある程度確保できるかもしれない。

(3)はとくに食塩摂取量推定の障害となる。本研究においても予備的検討³⁾ほどではなかったが、写真法による食塩摂取量推定の妥当性は良好とは言えなかった。調味料としての食塩は、しょうゆ

やみそとは異なり、使用量が写真の色にまったく反映されない。したがって食塩摂取量を写真法のみで推定することには限界がある。これは秤量法、目安量記録法や思い出し法でも難しい問題であり、妥当性の高い調査のためには別の方法(尿中ナトリウム排泄量の測定など)を用いなくてはならないであろう。

一方、(4)摂取したものがすべて忠実に撮影されているとは限らない(外食、間食、おかわり、食べ残し等)ことは、摂取食品の把握を不完全にするため、エネルギー・各栄養素摂取量推定の妥当性を低下させると考えられる。この問題に対しては、撮影していないが摂取したものを別途メモしたり、飲食後にも写真を撮影するなどの工夫が必要である。

今回は写真が問題なく撮影された状況での観察者間の一致性、妥当性を検討するため、全食で写

真が撮影された者から無作為に分析対象者を選んだ。しかし、4日間すべての食事について写真を撮影したのは研究参加者全体の62.1%で、とくに男では53.6%と割合が低かった。すべての食事が撮影できなかった者の約半数(33人中17人、51.5%)は昼食の撮影のみが不十分で、外食時に撮影装置を持参しなかったり、飲食店での撮影に抵抗を感じたりしたことが原因と予想される。写真撮影のコンプライアンス低下は真の意味での妥当性を低下させるため、メモを併用したり、レンズ付きフィルムよりも携帯に便利で、飲食店でも比較的抵抗感なく撮影ができる機材(カメラ機能付き携帯電話など)を使用するなど方法を改良した上で、観察者間の一致性、妥当性をさらに検討することが必要と考えられる。

調査そのものが食事に影響を与え、調査成績が日常の食事を反映しない可能性があることは記録法に共通な問題である。とりわけ写真法では料理だけでなく食器、盛り付け方、全体の雰囲気などが撮影され、自宅の食事というプライバシーが視覚的に明らかになることから、他の方法よりも心理的影響が大きい可能性がある¹⁶⁾。この問題には検討の余地があるが、逆に食事指導においては食事の雰囲気など栄養面以外にも有用な情報を与えうると考えられる³⁾。

今回の検討により、短期間(1週間程度)のトレーニングを実施すれば、栄養士でなくともエネルギーや栄養素の摂取量推定は可能であることが示された。分析者によらず一定水準以上の妥当性が得られるよう、写真から食材料重量を推定する方法を標準化することも必要となろう。

V 結 語

食事の写真からエネルギーや栄養素の摂取量を推定する食事調査法(写真法)の観察者間の一致性、および妥当性を、日常の食事において検討した。観察者間の一致性、妥当性(写真法と秤量法の両方法間の一致性)は全体としては良好であり、費用も合理的な範囲内であった。外食などへの対応に課題が残るものの、写真法は食事記録法として十分に実用的と考えられた。

本調査にご協力いただいた市邨学園短期大学の栄養コースの学生、およびその家族の皆様へ深謝いたします。

す。また本研究の要旨は第59回日本公衆衛生学会総会(2000年10月、前橋)で発表した。

(受付 2001. 8.14)
(採用 2002. 5.16)

文 献

- 1) Willett W. Nutritional Epidemiology, 2nd ed. New York, Oxford: Oxford University Press, 1998.
- 2) Willett W, 原著, 田中平三, 監訳. 食事調査のすべて—栄養疫学—. 東京: 第一出版, 1996.
- 3) 川村 孝, 八橋三恵子, 清水靖夫, 他. 写真法による食事調査の妥当性に関する予備的検討. 日本公衛誌 1995; 42: 992-998.
- 4) 江上いすず, 若井建志, 垣内久美子, 他. 秤量法による中高年男女の栄養素および食品群別摂取量の個人内・個人間変動. 日本公衛誌 1999; 46: 828-837.
- 5) 佐藤和子. グラムの本. 東京: 大塚製薬, 1994.
- 6) 「栄養と料理」家庭料理研究グループ, 編. 調理のためのベーシックデータ(増補版). 東京: 女子栄養大学出版部, 1998.
- 7) 鈴木吉彦, 塩澤和子. 目で見える80キロカロリー食品ガイド. 東京: 主婦の友社, 1995.
- 8) 科学技術庁資源調査会, 編. 四訂日本食品標準成分表. 東京: 大蔵省印刷局, 1982.
- 9) 科学技術庁資源調査会, 編. 五訂日本食品標準成分表—新規食品編—. 東京: 大蔵省印刷局, 1997.
- 10) 鈴木泰夫, 編. 食品の微量元素含量表. 東京: 第一出版, 1993.
- 11) 香川芳子, 編. 改訂第7版 会社別・製品別 市販加工食品成分表. 東京: 女子栄養大学出版部, 1995.
- 12) 渡邊智子, 平 宏和, 高居百合子. 日本食品食物繊維成分表の水溶性、不溶性及び総食物繊維含量と四訂日本食品標準成分表の粗繊維及び水分含量との関係. 栄養学雑誌 1995; 53: 57-61.
- 13) Sasaki S, Kobayashi M, Tsugane S. Development of substituted fatty acid food composition table for the use in nutritional epidemiologic studies for Japanese populations: its methodological backgrounds and the evaluation. Epidemiol 1999; 9: 190-207.
- 14) Kaczowski CH, Jones PJ, Feng J, et al. Four-day multimedia diet records underestimate energy needs in middle-aged and elderly women as determined by doubly-labeled water. J Nutr 2000; 130: 802-805.
- 15) 竹下生子, 重松 隆, 角野牧子, 他. 写真撮影を用いた食事調査の有用性. 臨床栄養 2000; 97: 729-733.
- 16) 瀬戸隆志, 小山裕代, 三間啓代, 他. デジタルカメラを用いた栄養指導の工夫—将来の応用に向けての予備的研究—. 糖尿病 1999; 42: 863-866.

- 17) Edington J, Thorogood M, Geekie M, et al. Assessment of nutritional intake using dietary records with estimated weights. *J Hum Nutr Diet* 1989; 2: 407-414.

INTER-OBSERVER AGREEMENT AND VALIDITY OF PHOTOGRAPHIC DIETARY ASSESSMENT

Ayako SUZUKI*, Megumi MIYAUCHI*, Iku HATTORI^{2*}, Isuzu EGAMI^{3*},
Kenji WAKAI*, Akiko TAMAKOSHI*, Masahiko ANDO*, Toshiko NAKAYAMA*,
Yoshiyuki OHNO*, and Takashi KAWAMURA^{4*}

Key words : Photographs, Dietary assessment, Nutrient, Inter-observer agreement, Validity

Purpose Estimation of nutritional intake from photographs of served meals has been proposed. We examined the inter-observer agreement and validity of this method for assessment of the daily diet.

Methods Twenty-five family members (13 men and 12 women, mean age $\pm$ SD: 47.3 $\pm$ 5.6 years) of students in a dietetic course performed both meal photography and traditional weighed dietary records for four days. For the photo method, two observers independently identified foods and estimated their portion sizes from the photographs, converting them into energy and nutrient intake with a food composition table. The inter-observer agreement with the photo method was assessed in terms of inter-observer ratios, correlations, and coefficients of variation (CV), and the method was validated using the weighed dietary records as the reference. Its running cost was also calculated.

Results The inter-observer ratios for estimation of mean daily nutritional intake ranged from 0.89 (magnesium) to 1.14 (retinol) with a median of 1.03. The correlation coefficients between observers varied from 0.65 (saturated fatty acids [SFA]) to 0.92 (vitamin C) on a daily basis (median, 0.79), and from 0.65 (SFA) to 0.96 (vitamin C) on an individual basis (median, 0.78). The CVs ranged from 7.9% (energy) to 23.8% (carotene) (median, 13.3%), and from 5.2% (energy and magnesium) to 17.8% (carotene) (median, 8.8%) for daily and individual intake, respectively. Regarding validity, the ratios between methods (the photo method/weighed dietary records) ranged from 0.96 (potassium and SFA) to 1.11 (retinol and salt) with a median of 1.00. Correlations between the two methods were distributed from 0.40 (salt) to 0.82 (vitamin C and retinol) on a daily basis (median, 0.67), and from 0.47 (salt) to 0.90 (vitamin C) on an individual basis (median, 0.74). The CVs ranged from 10.5% (energy) to 39.6% (carotene) (median, 16.9%), and from 6.1% (protein) to 20.6% (carotene) (median, 11.2%), respectively. It was calculated to cost 105 Japanese yen per meal when using a lens-attached film for 25 shots.

Conclusions Inter-observer agreement and validity of the photo method, though varying with the nutrient, were generally acceptable. Although some modifications are needed for diners-out, the method appears to be useful as a dietary recording tool.

* Department of Preventive Medicine/Biostatistics and Medical Decision Making, Nagoya University Graduate School of Medicine

^{2*} Department of Domestic Science and Culture Studies, Ichimura Gakuen College

^{3*} Department of Food and Nutrition, Nagoya Bunri College

^{4*} Kyoto University Center for Student Health