

報 文

デジタル画像を用いた写真撮影法による
食事調査方法の妥当性

松 崎 聡 子*¹ 安 藤 芙 美*¹ 小 池 久 美*¹
 五味 潤 治 美*¹ 柴 田 暁 子*¹ 岡 野 友 里*¹
 武 居 ひろ子*¹ 川 端 輝 江*¹

**The Validity of the Dietary Survey Method (Photographic Diet Record; PDR)
Using Digital Photographs**

Satoko MATSUZAKI*¹, Fumi ANDO*¹, Kumi KOIKE*¹,
 Harumi GOMIBUCHI*¹, Akiko SHIBATA*¹, Yuri OKANO*¹,
 Hiroko TAKEI*¹ and Terue KAWABATA*¹

In recent years, a method using digital images (called “photographic diet record (PDR)”) has been considered a useful tool for collecting information about patients’ diet at the bedside. For the establishment of PDR as a useful tool for epidemiologic studies, we assessed the validity and accuracy of PDR for dietary assessment, focusing especially on the intake of lipids. We collected 30-day dietary data from 11 young women subjects. The subjects were requested to take digital photographs of their food by themselves before and after eating, after placing a card measuring 6cm × 10cm that read “before” or “after” as an indicator. The weight of the food was estimated from the photographs, and the accuracy relative to that of the weighted diet record (WDR) was evaluated. There were no differences between the PDR and WDR methods in the estimated intakes of polyunsaturated fatty acid (PUFA), n-6PUFA, n-3PUFA or individual fatty acids. There were significant positive correlations between the two methods in relation to the intakes of PUFA ($r=0.649$, $p<0.001$), n-3PUFA ($r=0.879$, $p<0.001$) and n-6PUFA ($r=0.653$, $p<0.001$). On the other hand, as compared to the WDR method, the PDR method underestimated the intake of cereals, nuts and seeds, and overestimated the intake of meats and milk. Therefore, as compared to the WDR, PDR overestimated the intakes of protein, total fat, total fatty acids, saturated fatty acid (SFA) and monounsaturated fatty acid (MUFA). However, there were significant and positive correlations between the two methods in relation to the intake of protein ($r=0.886$, $p<0.001$), total fat ($r=0.787$, $p<0.001$), total fatty acids ($r=0.792$, $p<0.001$), SFA ($r=0.748$, $p<0.001$), and MUFA ($r=0.814$, $p<0.001$). Thus, we concluded that the PDR can provide a precise estimate of the intakes of PUFA, n-3PUFA, n-6PUFA and individual fatty acids. Furthermore, a photographic diet record can provide information on not only the intake of nutrients and the food weight, but also on the time and place of eating. Therefore, it is considered that the PDR is a useful tool for the dietary assessment of patients.

緒 言

近年、デジタル画像による食事調査方法が普及し、実用性についてはすでにいくつか報告がみられる。特に、

写真撮影法はメール手段を併用することでリアルタイムに対象者の食事を入手することができる¹⁾ことから、臨床の現場における効果的な栄養指導として注目されている²⁾。また、従来の食事調査と比較しても対象者への負

*¹ 基礎栄養学研究室, 女子栄養大学: Laboratory of Basic Nutrition, Kagawa Nutrition University

担を軽減化できるものと期待されている³⁾。

写真撮影法の妥当性の研究については、すでにいくつかの先行研究が見られる^{3, 4)}。内藤らは献立からの実測値重量と写真からの読み取りによる目測値重量を比較検討し、読み方の加減をするなどの工夫を行えば、精度の高い食事調査法であること³⁾を報告している。また、鈴木らは秤量記録法との一致性を検討し、写真法によるエネルギーや栄養素の摂取量の推定が可能であること⁴⁾を示している。

著者らは、これまで食事の脂質の量と質について研究を行ってきた。しかしながら写真撮影法を実施する上で、脂質の量および質について把握した場合の妥当性についての研究は未だない。そこで我々は写真撮影法をより精度の高い食事調査方法として確立するためには、その特性について十分知ることが必要であると考え、脂質の量および質について秤量記録法と比較することによって検討を行った。

方 法

1. 食事サンプルの写真撮影と回収方法

食事サンプルの写真撮影と回収期間は、2004年10月から2005年2月とした。食事サンプルは、女子栄養大学に在籍している健常成人女性11名に提供を依頼し、1人あたり2～3日分、延べ30日分とした。食事内容についてはこちらから制限を与えることはせず、対象者が摂取している日常の食事を、そのまま提供してもらうようにした。なお、本研究は、朝食、昼食、夕食のみについて検討することとし、間食、夜食、食事以外に摂取した飲料（お茶、水など）は除外した。

写真撮影は対象者本人に依頼した。食事を2セット用意してもらい、1つは通常通り摂取、他方をデジタルカメラで撮影してもらった。写真撮影の1例をFig. 1に示した。写真撮影は、食事前と食事後の2回とし、サンプルとなる料理はすべて食器に盛り付けて撮影するよう

にした。今回の研究では「残菜」はないものとしたので食後の食器は空の状態でも撮影してもらった。また、撮影の際、食品や器のサイズが分かるよう6 cm×10 cmのカード（著者らは「前後カード」と呼んでいる）を写真の手前に置いた。前後カードは「前」と記入された青色の表面と、「後」と記入された黄色の裏面からなるもので、画像上で食事前と食事後が明らかに判断できるようになっている。なお、撮影角度は45°斜め上方（お皿の深さがわかる角度）、撮影距離は食卓から30～80 cmとした。料理は、手前に主菜・副菜を置き、奥にご飯などの主食を置くこととした。

写真撮影の条件は、機器：デジタルカメラ（DiMAGE X21 コニカミノルタフォトイメージング株式会社）、画像サイズ：1600×1200スタンダードタイプ、画素数：約190万画素、フラッシュ：自動、メモリ：TOSHIBA SDメモリーカード 32MBとした。

写真撮影と同時に、食事記録に料理名と材料名を記入してもらった。撮影後の料理は料理単位ごとに分けビニール袋に入れた。朝、昼、夕食のいずれの食事であるか記載の上、昼食まではその日のうちに、夕食のみは翌日の朝に、食事記録と共に研究室の保冷箱中に提出してもらった。

2. 食品の秤量及び写真の解析

提出された食事記録を元に、料理及び食品の確認を行った。その際、食事記録に記入漏れがあれば、対象者に確認をとり、記入を行った。その上で、秤量記録法及び写真撮影法によって、食品重量の計測及び推定を実施した。秤量記録法では、タニタミニスリム1475スケールを使用した。写真撮影法では、SDメモリーカードをWindows XP搭載のパソコンに差し込み、DiMAGE Viewerで食事画像を表示した。食事記録に書かれている食品名を確認しながら、手元に前後カードを置き、食事画像と画像内に写っている前後カードの大きさから食品の出来上が

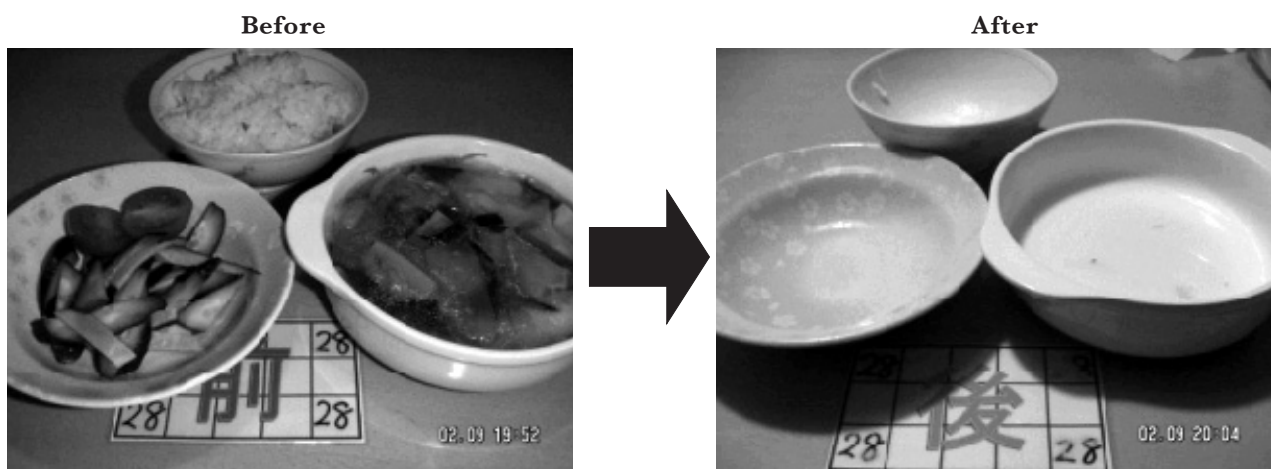


Fig. 1. A sample of a digital photograph.

The subjects were requested to take digital photographs of their food by themselves before and after eating, after placing a card measuring 6 cm×10 cm in the photo.

り重量を推定した。食品の大きさについては、資料⁵⁻⁷⁾も参考にした。食品の出来上がり重量の推定に要する時間には制限は設けず、また、必要に応じて画像と類似の食材を計測するなどの補助手段を用いて、推測値の精度が高まるようにした。市販加工食品に関しては、食品表示に記載された原材料に分解し重量化を行った。

本作業は、栄養学部4年生の学生4名が行った。1つの食事サンプルに対して、秤量記録法と写真撮影法の作業を同じ学生が実施することのないようにした。また、秤量記録法及び写真撮影法ともに、食品の「出来上がり重量」を計測あるいは推定することとした。写真撮影法においては、実務経験のある管理栄養士1名に依頼し、学部生の推定値を修正してもらった。これを、最終的な重量化の数値とした。管理栄養士が推定値を修正する際、食事画像はサービス版に焼き付けたもので行った。塩、しょうゆ、砂糖、酢、油など、調理過程で使用された調味料は、2つの方法によってそれぞれ求められた主材料となる食品重量から、調味割合を用いて算出した。調味割合は資料⁸⁻¹¹⁾に記載された数値を用いた。なお、秤量記録法においては、可能な限り対象者に調味料の使用量を概量で記入してもらい、記載のある場合にはこの概量を用いた。

3. エネルギー、栄養素および脂肪酸摂取量の計算

写真撮影法及び秤量記録法は、同じ手法により以下の通り計算を行った。

エネルギーおよび各栄養素は、五訂増補日本食品標準成分表¹²⁾を用いて計算した。秤量記録法及び写真撮影法ともに「出来上がり重量」の計測あるいは推測値であることから、成分表に調理後のデータがあるものについてはその数値を用いた。一方、成分表に調理後のデータがない場合には、資料^{7, 8)}に基づき、生の重量に換算の上、計算した。脂肪酸摂取量は、五訂増補日本食品標準成分表脂肪酸成分表¹³⁾を用い計算した。脂肪酸の項目

のない食品は代替食品を使用して計算を行った。

4. 統計解析

食品群別重量、エネルギー、栄養素および脂肪酸量について、写真撮影法と秤量記録法の両評価方法間の差の検定は、ウィルコクソンの符号付順位検定によって行った。両評価方法間の相関については、スピアマンの順位相関係数によって求めた。分析は1日合計（のべ30日分）と3食単位（朝食30日分、昼食29日分、夕食30日分）で行った。検定結果は、有意水準5%未満を有意と判定した。

結 果

1. 食品群別重量

写真撮影法及び秤量記録法から推定された食品群別摂取重量および両評価方法間の相関係数の結果をTable 1に示した。差の検定の結果、写真撮影法は秤量記録法に比べて、穀類、種実類は有意に小さく見積もり、肉類、乳類においては有意に大きく見積もっていた。しかし、いも類を除いて、いずれも有意 ($p<0.001$) に正の相関を示した。いも類は、サンプル数が少なかったため、有意な相関ではなかったと考えられる。

2. エネルギー、栄養素および脂肪酸摂取量

写真撮影法及び秤量記録法により求められた1日当たりのエネルギー、栄養素および脂肪酸摂取量、さらに両評価方法間の相関係数の結果をTable 2に示した。

写真撮影法は秤量記録法に比べて、1日当たりのたんぱく質、脂質、総脂肪酸、飽和脂肪酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、一価不飽和脂肪酸、ドコサペンタエン酸 (n-3) 摂取量は有意に大きく見積もっていた。これらの栄養素および脂肪酸は、肉類や乳類由来のものであった。しかし、相関関係はすべての項目で、有意 ($p<0.001$) に正の相関を示した。

Table 1. The medians (Maximum, Minimum) of estimated food groups intake and correlation coefficients between the two assessment methods.

	PDR (g)	WDR (g)	Numbers of sample			d^a	Correlation coefficient ^b
	Median (Max., Min.)	Median (Max., Min.)	Total	PDR>WDR	PDR<WDR		
Cereals	100 (250, 0.6)	107 (250, 1)	104	39	56	*	0.930 ***
Potatoes	75 (110, 20)	75 (100, 20)	8	5	2		0.691
Pulses	30 (200, 2)	25 (220, 1)	29	10	15		0.944 ***
Nuts and seeds	0.9 (15, 0.1)	1.0 (17, 0.1)	18	3	13	*	0.828 ***
Fishes	13 (80, 0.3)	8 (82, 0.4)	21	7	7		0.927 ***
Meats	40 (100, 0.3)	38 (106, 0.6)	43	27	13	*	0.793 ***
Eggs	50 (50, 1)	50 (80, 2)	20	8	10		0.648 **
Milks	20 (200, 0.5)	19 (189, 0.9)	44	24	9	***	0.947 ***
Fats and oils	3.3 (30, 0.2)	3.0 (30, 0.05)	79	32	28		0.581 ***

^a Wilcoxon signed ranks test between PDR and WDR * $p<0.05$ *** $p<0.001$

^b Spearman rank correlation between PDR and WDR ** $p<0.01$ *** $p<0.001$

Table 2. The medians (Maximum, Minimum) of estimated energy, nutrients and fatty acids intake per day and correlation coefficients between the two assessment methods.

	PDR		WDR		Numbers of sample			d^a	Correlation coefficient ^b
	Median	(Max., Min.)	Median	(Max., Min.)	Total	PDR>WDR	PDR<WDR		
Energy and nutrients									
Energy (kcal)	1328	(1826, 799)	1278	(1819, 712)	30	18	12		0.887 ***
Protein (g)	43.0	(127.8, 29.0)	42.9	(101.9, 25.2)	30	22	8	*	0.886 ***
Fat (g)	40.1	(72.8, 13.2)	37.5	(67.9, 14.2)	30	19	11	*	0.787 ***
Carbohydrates (g)	186	(256, 76)	184	(262, 85)	30	12	18		0.846 ***
Fatty acids									
Total fatty acids (g)	34.5	(65.5, 11.6)	32.1	(60.6, 12.6)	30	17	13	*	0.792 ***
Saturated fatty acids (g)	10.7	(21.5, 2.9)	9.6	(21.0, 4.3)	30	21	9	*	0.748 ***
Lauric acid (mg)	164	(681, 8)	128	(523, 5)	30	18	12		0.769 ***
Myristic acid (mg)	633	(2490, 83)	595	(1833, 175)	30	23	7	**	0.881 ***
Palmitic acid (mg)	6458	(12994, 1775)	5753	(12869, 2412)	30	20	10	*	0.869 ***
Stearic acid (mg)	2383	(6034, 585)	2276	(5848, 793)	30	21	9	*	0.853 ***
Monounsaturated fatty acids (g)	13.8	(31.8, 3.6)	12.7	(29.0, 3.5)	30	20	10	*	0.814 ***
Oleic acid (g)	12.9	(29.2, 3.5)	12.1	(26.6, 3.4)	30	20	10		0.808 ***
Polyunsaturated fatty acids (g)	10.1	(15.1, 3.4)	8.5	(15.5, 2.3)	30	17	13		0.648 ***
n-6 polyunsaturated fatty acids (g)	8.6	(14.0, 2.9)	7.6	(13.8, 2.2)	30	16	14		0.653 ***
Linoleic acid (g)	8.2	(13.9, 2.8)	7.6	(13.7, 2.1)	30	15	15		0.640 ***
γ -Linolenic acid (mg)	0.6	(15.2, 0)	0.5	(9.6, 0)	14	9	3		0.986 ***
Eicosadienoic acid (mg)	37.1	(206.0, 1.3)	32.0	(137.9, 1.2)	29	19	10		0.906 ***
Eicosatrienoic acid (mg)	17.5	(45.2, 1.3)	15.5	(47.7, 1.3)	30	20	9		0.910 ***
Arachidonic acid (mg)	89.9	(261.1, 1.9)	89.5	(181.3, 3.2)	30	16	14		0.930 ***
Docosatetraenoic acid (mg)	7.0	(27.5, 0.3)	6.7	(22.9, 0.1)	25	15	9		0.866 ***
Docosapentanoic acid (n-6) (mg)	1.4	(35.7, 0.1)	0.8	(22.5, 0.1)	22	12	7		0.951 ***
n-3 polyunsaturated fatty acids (g)	1.2	(3.2, 0.1)	1.0	(3.1, 0.1)	30	18	12		0.879 ***
α -Linolenic acid (mg)	1059	(1837, 66)	953	(2208, 78)	30	16	14		0.872 ***
Octadecatetraenoic acid (mg)	2.1	(103.9, 0)	1.9	(65.2, 0)	24	12	9		0.974 ***
Eicosapentanoic acid (mg)	8.8	(556.0, 0.2)	10.0	(347.7, 0.2)	27	16	10		0.962 ***
Henicosapentaenoic acid (mg)	0.2	(23.0, 0)	0.2	(14.4, 0)	18	9	6		0.933 ***
Docosapentanoic acid (n-3) (mg)	8.2	(140.5, 0.1)	8.2	(101.6, 0)	29	19	9	*	0.922 ***
Docosahexaenoic acid (mg)	65.9	(876.6, 0.6)	63.0	(554.8, 1.1)	28	17	10		0.830 ***

^a Wilcoxon signed ranks test between PDR and WDR * $p<0.05$ ** $p<0.01$

^b Spearman rank correlation between PDR and WDR *** $p<0.001$

写真撮影法および秤量記録法により求められた朝食・昼食・夕食別のエネルギー、栄養素および脂肪酸摂取量、さらに両評価方法間の相関係数の結果を Table. 3 に示した。

朝食・昼食においては、両評価方法間に差は認められなかった。夕食においては、エネルギー、たんぱく質、脂質、総脂肪酸、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、n-6 系多価不飽和脂肪酸において、写真撮影法が秤量記録法に比べて有意に大きく見積もられていた。しかし、相関関係はいずれも有意 ($p<0.001$) に正の相関を示した。

1 日当たりのアラキドン酸摂取量の写真撮影法と秤量

記録法の相関関係を Fig. 2 に示した。アラキドン酸は $r=0.930$, $p<0.001$ で有意に正の相関が見られた。

考 察

写真撮影法の実用性についてはすでに報告されており、臨床現場における活用が広がっている。しかし、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づけと特性を明らかにすることが必要である。本研究では写真撮影法による脂肪酸量の推定が秤量記録法間と高い一致性を示すことを明らかにした。

Table 3. The medians (Maximum, Minimum) of estimated energy, nutrients and fatty acids intake per breakfast, lunch and supper and correlation coefficients between the two assessment methods.

	PDR		WDR		Numbers of sample			<i>d</i> ^a	Correlation coefficient ^b	
	Median	(Max., Min.)	Median	(Max., Min.)	Total	PDR>WDR	PDR<WDR			
<i>Breakfast</i>										
Energy (kcal)	328	(705, 95)	332	(658, 119)	30	11	19	0.931	***	
Protein (g)	12.2	(21.5, 4.6)	11.4	(29.4, 4.5)	30	14	16	0.895	***	
Fat (g)	9.7	(27.8, 0.2)	9.7	(27.5, 0.3)	30	11	19	0.921	***	
Carbohydrates (g)	49.8	(91.1, 20.6)	46.4	(83.4, 24)	30	15	15	0.964	***	
Total fatty acids (g)	8.8	(24.5, 0.1)	8.6	(25.5, 0.1)	30	10	20	0.911	***	
Saturated fatty acids (g)	3.2	(8.4, 0.1)	2.9	(7.4, 0.1)	30	12	18	0.884	***	
Monounsaturated fatty acids (g)	3.8	(11.2, 0)	3.3	(12.1, 0)	30	12	18	0.938	***	
Polyunsaturated fatty acids (g)	2.2	(5.8, 0.1)	2.5	(6.2, 0.2)	29	11	18	0.871	***	
n-3 polyunsaturated fatty acids (g)	0.3	(1.1, 0)	0.2	(0.9, 0)	29	11	18	0.942	***	
n-6 polyunsaturated fatty acids (g)	2.1	(4.9, 0.1)	2.2	(5.7, 0.1)	29	11	18	0.882	***	
<i>Lunch</i>										
Energy (kcal)	430	(795, 221)	479	(795, 221)	29	16	13	0.776	***	
Protein (g)	11.9	(44.8, 3.6)	13.6	(44.8, 3.6)	29	16	13	0.798	***	
Fat (g)	12.0	(37.7, 0.6)	14.7	(37.7, 0.6)	29	17	12	0.907	***	
Carbohydrates (g)	67.4	(117.1, 39.5)	62.3	(117.1, 39.5)	29	14	15	0.898	***	
Total fatty acids (g)	7.9	(33.8, 0.4)	12.7	(33.8, 0.4)	29	17	12	0.890	***	
Saturated fatty acids (g)	1.9	(11.7, 0.2)	3.5	(11.7, 0.2)	29	20	9	0.915	***	
Monounsaturated fatty acids (g)	3.6	(18.3, 0.1)	5.9	(18.3, 0.1)	29	17	12	0.907	***	
Polyunsaturated fatty acids (g)	2.8	(8.9, 0.1)	3.2	(8.9, 0.1)	29	19	10	0.830	***	
n-3 polyunsaturated fatty acids (g)	0.3	(1.3, 0)	0.4	(1.3, 0)	29	17	11	0.777	***	
n-6 polyunsaturated fatty acids (g)	2.4	(7.7, 0.1)	2.7	(7.7, 0.1)	29	18	11	0.847	***	
<i>Supper</i>										
Energy (kcal)	441	(818, 150)	493	(817, 188)	30	18	12	*	0.801	***
Protein (g)	19.5	(35.7, 5.1)	20.1	(67.8, 5.5)	30	20	10	*	0.833	***
Fat (g)	12.4	(29.4, 1.4)	13.4	(31.5, 1.7)	30	20	10	**	0.765	***
Carbohydrates (g)	62.9	(130, 15.7)	63.5	(107.7, 14.4)	30	12	18		0.746	***
Total fatty acids (g)	11.0	(26.6, 1.2)	11.6	(29, 1.4)	30	19	11	**	0.754	***
Saturated fatty acids (g)	2.7	(7.6, 0.3)	3.3	(9.6, 0.4)	30	20	10	*	0.776	***
Monounsaturated fatty acids (g)	4.3	(10.8, 0.2)	4.9	(12.6, 0.3)	30	19	11	*	0.768	***
Polyunsaturated fatty acids (g)	3.6	(11.9, 0.6)	3.7	(10.4, 0.7)	30	20	10	*	0.805	***
n-3 polyunsaturated fatty acids (g)	0.4	(1.6, 0.1)	0.5	(2, 0)	30	17	13		0.861	***
n-6 polyunsaturated fatty acids (g)	2.9	(10.3, 0.6)	3.3	(9.1, 0.6)	30	20	10	*	0.817	***

^a Wilcoxon signed ranks test between PDR and WDR * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

^b Spearman rank correlation between PDR and WDR *** $p < 0.001$

一般に用いられている食事調査方法には、24時間思い出し法、記録法、食物摂取頻度調査法などがある。24時間思い出し法は対象者の負担が軽く集団の平均摂取量の評価に有用であるが、その精度には様々な問題が報告されており¹⁴⁾、個人の摂取状況の評価には不十分である。記録法の一つである目安量記録法は、比較的对象者の負担は少ないが、目安量を重量化する際に誤差が生じる可能性が大きい。秤量記録法は記録法の中で最も精度が高いが、複雑で対象者の負担が大きく習慣的摂取状況のゆ

がみにつながる¹⁵⁾とされている。一方、習慣的な食事を知る方法としては、食品の摂取頻度で聞き取る食物摂取頻度調査法が各研究者によって開発されている^{16, 17)}。食物摂取頻度調査法は食習慣を知る方法としては優れてはいるものの、栄養素摂取量についてはカテゴリ区分で評価する半定量法である^{18, 19)}。写真撮影法の最も良い利点是对象者への負担が軽いことである。また、対象者の食知識に関わらず、食事の写真撮影と食品を記載した記録のみで可能である。しかし、写真画像から食品の

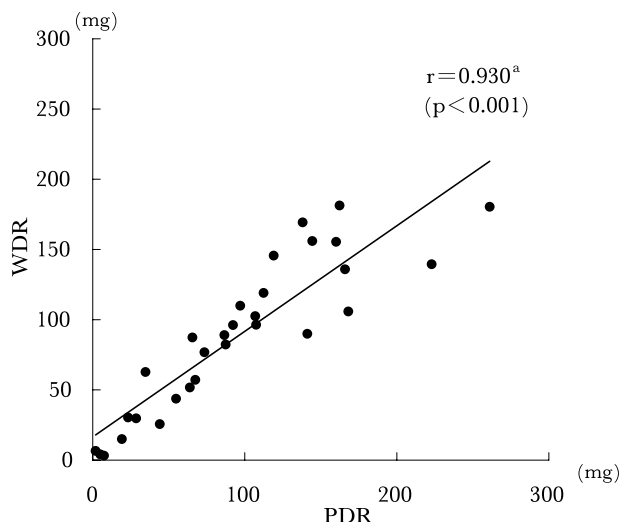


Fig. 2. Correlation of arachidonic acid intake per day between the two assessment methods.

^a Spearman rank correlation coefficient between PDR and WDR

重量化を行う段階では、調査者の食品重量の推定能力が要求される。本研究では、調査者が栄養学部生であったことから、1名の実務経験のある管理栄養士に全ての重量推定修正を依頼した。表には示していないが、管理栄養士が修正する前と後では、両推定値間には有意な差はみられず、また、両推定値間の相関係数の有意差は変わらなかった。従って、本食事調査方法は、栄養学部4年生程度の食に関する知識のある者であれば、栄養素および脂肪酸の摂取量評価は可能であると考ええる。

本研究では、油脂類については、秤量記録法との相関係数は $r = 0.581$ ($p < 0.001$) と有意ではあったものの、他の食品群に比べ低かった。それに伴い、油脂類由来のリノール酸の相関係数は $r = 0.640$ ($p < 0.001$)、 α -リノレン酸は $r = 0.872$ ($p < 0.001$) であった。リノール酸が大きく関係する多価不飽和脂肪酸およびn-6系脂肪酸、脂肪酸総量、脂質量の相関係数もやや低値を示した。油脂類の評価が低いことは、鈴木、Wangらによってすでに報告されている^{4, 20)}。このことから油脂類や調味料は管理栄養士であっても画像からの推定が困難であるため限界があると考えられる。本研究では参考資料を統一し、記載されている調味パーセントを用いることで調味料の推定方法を標準化した。調味パーセントは主材料となる食品の重量に大きく影響を受けることから、主材料の重量化の精度を高めることが必要と考える。また、食事記録用紙を併用することで、その精度をさらに高めることが可能と考える。

写真撮影法は秤量記録法と比べて過大評価をする傾向にあった。食品群別では、特に乳類、肉類にその傾向が見られ、一枚の写真に多くの情報が盛り込まれている夕食に差が見られた。Wangらの研究では、野菜、種実、豆類、油脂類をいくぶん過大評価すると報告されている²⁰⁾。

過大評価の原因として以下の3点が挙げられる。まず1点目は、斜め45°という撮影条件から遠近差が生じたことである。そのため、奥に置いた主食などと比較して、手前に置いた主菜が大きく感じたのではないかと考えられる。2点目は画面いっぱいに食事を撮影したことである。このため、通常より料理が大きく感じたと考えられる。3点目は、重量を推定する際のパソコンの画面の大きさである。本研究では、推定の際に15インチのノート型パソコン及び17インチのデスクトップ型パソコンを使用した。画面から目の距離は、15インチの画面からは50~60cmであり、17インチの画面からは約40cmの環境で推定をしていた。実物の食事を見る通常の場合よりも、より間近に見ていたことから、視覚的に大きく見えたのではないかと考えられる。今後は、食器の置き方、写真撮影の際の写真と実物との距離、パソコン画面と目の距離についての検討が必要と考える。

本研究では、食器や食材の大きさを把握するために2cm角のマス入りの「前後カード」を使用した。他の研究においても食事の隣に目安となるものを置くことで重量化の精度が向上するといわれている³⁾。前後カードは大きさの目安になるだけでなく、カードに番号を振ることによって、ID別に管理をする際の写真の区別が付きやすくなる。さらに、カードをラミネート加工することによって、多少の水や油汚れを気にせず食事の際にそばに置いておくことが可能となる。しかし、6cm×10cmという大きさがデジタルカメラより一回り大きく、持ち歩く時に多少不便であった。デジタルカメラと同じ大きさに改良することで、カメラケースに収めることが可能となり、携帯しやすくなるものとする。

本研究では、食事記録に料理名のみならず食品名まで記入を行ったため、写真は重量を推定するためのみに用いられた。著者らがこれまでにやってきた食事調査では、記入漏れがあった場合、対象者に画面を見てもらい、食品名を補完してきた。しかし、食知識の低い対象集団では必ずしも食品名を正確に回答できるとは限らない。また、写真撮影法はその簡便さが利点であることから、食品名の回収なしに本調査方法を実施できれば、その有用性はさらに高まるものとする。材料名が回収できない場合には、肉の部位や白身魚の種類など一見では判断が付き難い食品や、カレーライスや煮物、汁物など中身が確認できない料理において、正確な食品名及び重量推定は難しくなる。その場合には、画像を拡大するなどして食品名を特定したり、基準となる料理データベースを作成し、画像から得られた全体重量に対して具材の割合をデータベースから当てはめたりするなどの手法も必要となる。現在、著者らは料理データベースについても作業を進めており、今後その利用についても検討していく予定である。

食事調査をする際、通常は材料を生の状態で計測し、栄養価計算を行う。しかしながら、写真撮影法は、出来上がった料理を評価することになる。そこで、写真撮影

法では、調理済みの料理を「生」に換算する作業が必要となる。本研究では、秤量記録法においても出来上がり重量を秤量し、写真撮影法によって推定された重量と同じ換算係数を用いて生換算することによって、写真から推定した重量と秤量した重量を直接比較した。しかし、本来ならば秤量記録法は生重量で行う方法であるため、今後、生重量による秤量記録法との比較を検討する必要がある。また、著者らは脂質について特に検討を行っているが、植物油などの調理に使用される油脂については、調理損失なども考慮しなければならないため、今後は実測法を含めて検討する必要があると考える。

本研究では、脂肪酸摂取量の評価方法を検討するために、総脂質摂取量だけではなく、脂質を構成する個々の脂肪酸量についても詳細に検討を行った。その結果、両方法間における各脂肪酸の相関関係は高いことが示された。また、n-6 系及び n-3 系脂肪酸群及びこの 2 つの系を構成する各脂肪酸の写真撮影法と秤量記録法間の数値には有意差が認められなかったことから、写真撮影法の精度は高いものであることも示された。著者らは、n-6 系及び n-3 系多価不飽和脂肪酸を構成する各脂肪酸の摂取が、血液中の脂肪酸組成をどのように変化させるか、赤血球膜への取り込みや代謝の違いについて継続的に研究を行っている^{21, 22)}。また、最近では、n-6 系脂肪酸の一種であるアラキドン酸摂取量と血液中脂肪酸の動態との関連性についても検討を進めている²³⁾。しかしながら、アラキドン酸の日常の摂取量を把握することは難しい。なぜなら、アラキドン酸の 1 日摂取量は 100～200 mg/日程度とごく微量^{24, 25)}と推定され、さらに、卵、肉、魚などの動物性食品に少量ずつ広く含まれている²⁶⁾からである。現在、食事摂取基準²⁷⁾では、n-6 系脂肪酸の目標量（上限）が示されているが、これは、n-6 系脂肪酸の大部分を占めるリノール酸摂取量を意味している。食事からのアラキドン酸はごく微量であるものの、体内の代謝に与える影響は大きいという報告がいくつか見られている^{28, 29)}。そこで、今後はリノール酸とアラキドン酸を分けてその基準値を示すことが必要と考えるが、そのためにはまず第一に日本人の日常のアラキドン酸摂取量を正確に評価することが急務と考える。図に示したように、アラキドン酸の写真撮影法による評価は秤量記録法と比較して、その相関は高かったことから、今後、アラキドン酸摂取量を評価するために、写真撮影法は十分活用し得ると考える。

写真撮影法は、対象者の日常の食生活への負担や影響が軽く、食生活全体を把握することができるため長期の食事診断²⁰⁾に適する。著者らは、4 週間に渡り、本調査方法で食事調査を実施したところ、1 名の脱落者もなく継続できたことをすでに報告している³⁰⁾。また、写真として記録することで、対象者の食環境（食べた場所、使用している食器、盛りつけ方など）に関する情報を多く入手することが可能となる。さらに、写真に日付や時刻を記録することで、食事をした日および時間に関する情

報も入手可能となる。対象者の食環境も含めた個人指導が必要となる場合には、有効な食事調査手段であると考ええる。しかし、一方では、自宅の食事というプライベートな面までも情報に盛り込まれることから、逆に、対象者の個人情報保護には十分注意していかなければならない。また、高齢者では、デジタルカメラや携帯電話の写真機能を自在に使用することが難しい。著者らは 60～75 才の男性に本調査法を試みたところ、マニュアルを用い、事前の説明を十分したことで特に問題なく実施することが可能であった。それ以上の高齢者になった場合には、家族などの手助けが必要と考える。

記録媒体がデジタル画像である点のメリットも大きい。デジタル画像はインターネットで送信可能であることから、リアルタイムに対象者の食事を入手することができる¹⁾。すでに、田嶋ら³¹⁾は携帯電話の写真機能を利用し、臨床栄養指導を試みている。その結果、栄養教育の理解度について、大きな改善が認められたという報告をしている。また、デジタル画像では、献立内容、食品の種類および量などの多くの情報をコンパクトに劣化なく長期保存することが可能となる。本研究での食事記録は写真 1 枚につき、500 キロバイト前後であり、1 ギガバイトのハードディスクであれば、約 2,000 枚の保存が可能である。

以上より、写真撮影法は、食事に関する詳細な情報を得ることができ、なおかつ、対象者に負担の少ない食事調査方法と考えられる。情報化社会においては利用価値の高い食事調査方法として位置づけられる。また、調理になじんでいない対象者でも実施が容易であり、外食に際しても簡便に利用可能である。臨床をはじめとして栄養指導を必要とする現場において、有用性の高い調査方法と考えられる。今後は、デジタルカメラよりもコンパクトで身近な携帯電話の写真機能を用いた写真撮影法についても検討することが必要と考える。

要 約

写真撮影法をより精度の高い食事調査方法として確立するために、エネルギーおよび栄養素、脂肪酸摂取量について秤量記録法と比較することによって検討を行った。その結果、

1. 穀類および種実類では、秤量記録法に比べて小さく見積もり、肉類、乳類においては大きく見積もっていたが、サンプル数の少なかった肉類を除いて、いずれも相関関係は有意 ($p < 0.001$) に正の相関を示した。
2. エネルギー、栄養素および脂肪酸摂取量では、秤量記録法に比べて肉類、乳類由来の総脂肪酸、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸において、有意に高値を示したが、相関関係はすべての項目で、有意 ($p < 0.001$) に正の相関を示した。
3. n-6 系、n-3 系多価不飽和脂肪酸およびアラキドン酸においては、両評価方法間に有意差はなく、相関関係は有意 ($p < 0.001$) に正の相関を示した。

以上より、写真撮影法は性、年齢、食スキルの有無に関わらず、あらゆる人々を対象とすることが可能であり、対象者の負担も軽い食事調査方法である。写真撮影法の特長を知り考慮することで、より精度の高い食事調査法の一つとして十分活用できると考える。

文 献

- Hampl, J.S., Dixon, K.S., Hall, R.: A picture is worth a thousand words: digital photography and diet assessment. *J. Am. Diet. Assoc.*, **103**, 172 (2003)
- 瀬戸隆志, 小山裕代 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研究 -. 糖尿病, **42**, 863-866 (1999)
- 内藤初枝: 簡便な方法を活用した栄養調査の有効性に関する研究-1「デジタルカメラを活用した栄養調査について」. 静岡県立大学短期大学部 特別研究報告書 (13・14年度) - 3 (2003)
- 鈴木亜矢子, 宮内 愛 他: 写真法による食事調査の観察者間の一貫性および妥当性の検討. 日本公衛誌, **49**, 749-758 (2002)
- 香川芳子 編: 五訂版食品80キロカロリーガイドブック. 女子栄養大学出版部, 東京 (2002)
- 佐藤和子 著: グラムの本, 大塚製薬株式会社健康推進本部 (1994)
- 特定非営利活動法人 日本栄養改善学会 監修: 食事調査マニュアル. 第一出版, 東京 (2005)
- 「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. 女子栄養大学出版部, 東京 (2000)
- 香川芳子 編: 家庭のおかずのカロリーガイドブック. 女子栄養大学出版部, 東京 (2002)
- 香川芳子 監修: 新毎日の食事のカロリーガイドブック. 女子栄養大学出版部, 東京 (2002)
- 香川芳子 監修: 新外食・テイクアウトのカロリーガイドブック. 女子栄養大学出版部, 東京 (2002)
- 文部科学省科学技術・学術審議会 資源調査分科会 報告: 五訂増補日本食品標準成分表
- 文部科学省科学技術・学術審議会 資源調査分科会 報告: 五訂増補日本食品標準成分表 脂肪酸成分表編
- 田中平三 監訳: 食事調査のすべてー栄養疫学ー (第2版), 第一出版 (2003): Nutritional epidemiology second edition. (Walter W.) (1997)
- 山口百子, 伊達ちづさ, 田中平三: 疫学調査における食事調査 (第1報): 秤量法, 思い出し法, 摂取頻度調査法の概要と問題点. 日循協誌, **26**, 114-117 (1991)
- Sasaki, S., Takahashi, T., Itoi, Y., *et al.*: Food and nutrient intakes assessed with dietary records for the validation study of a self-administered food frequency questionnaire in JPHC Study Cohort I. *J. Epidemiol.*, **13**(1 Suppl), S23-50 (2003)
- 高橋啓子, 吉村幸雄, 関元多恵 他: 栄養素および食品群別摂取量推定のための食品群をベースとした食物摂取頻度調査表の作成および妥当性. 栄養学雑誌, **59**, 221-232 (2001)
- Wolk A., Ljung H., Vessby B., *et al.*: Effect of additional questions about fat on the validity of fat estimates from a food frequency questionnaire. Study Group of MRS SWEA. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **52**, 186-192 (1998)
- Overvad, K., Tjonneland, A., Haraldsdottir, J., *et al.*: Development of a semiquantitative food frequency questionnaire to assess food, energy and nutrient intake in Denmark. *Int. J. Epidemiol.*, **20**, 900-905 (1991)
- Wang, D.H., Kogashiwa, M., Ohta, S., *et al.*: Validity and reliability of a dietary assessment method: the application of a digital camera with a mobile phone card attachment. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **48**, 498-504 (2002)
- 川端輝江, 平山朝子, 大越麻由子 他: n-3 系多価不飽和脂肪酸の摂取が血中の各脂質画分の脂肪酸組成に与える影響. 女子栄養大学紀要, **35**, 23-29 (2004)
- 松崎聡子, 岡野友里, 平山朝子 他: 食事中脂肪酸摂取量を把握する上での調査期間の検討. 女子栄養大学紀要, **36**, 55-61 (2005)
- 川端輝江, 松崎聡子, 平山朝子 他: 食事中 n-6 系及び n-3 系脂肪酸と血液中的のアラキドン酸組成との関連, 第60回日本栄養・食糧学会大会講演要旨集, 250 (2006)
- Kuriki, K., Nagaya, T., Imada, N., *et al.*: Discrepancies in dietary intakes and plasma concentrations of fatty acids according to age among Japanese female dietitians. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **56**, 524-531 (2002)
- Kobayashi, M., Sasaki, S., Kawabata, T., *et al.*: Validity of a self-administered food frequency questionnaire used in the 5-year follow-up survey of the JPHC study cohort I to assess fatty acid intake: comparison with dietary records and serum phospholipid level. *J. Epidemiol.*, **13** (1 suppl), S64-S81 (2003)
- 川端輝江, 石原理江, 長谷川恭子: n-6 系および n-3 系多価不飽和脂肪酸摂取量に対する食品毎の構成百分率について. 女子栄養大学栄養科学研究所報年報, **12**, 103-112 (2004)
- 厚生労働省策定, 日本人の食事摂取基準 (2005年版), 第一出版, 東京都 (2005)
- Phinny, S.D., Odin, R.S., Johnson, S.B. *et al.*: Reduced arachidonate in serum phospholipids and cholesteryl esters associated with vegetarian diets in humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, **51**, 385-392 (1990)
- Sinclair, A.J., Johnson, L., O'Dea, K. *et al.*: Diets rich in lean beef increase arachidonic acid and long-chain ω 3 polyunsaturated fatty acid levels in plasma phospholipids. *Lipids*, **29**, 337-343 (1994)
- 岡野友里, 平山朝子, 石出美穂子 他: 若年女性における習慣的な魚類の摂取頻度が血漿及び赤血球膜リン脂質 n-3 系多価不飽和脂肪酸に与える影響. 女子栄養大学栄養科学研究所年報, **13**, 39-49 (2005)
- 田嶋佐和子, 木村 穰: デジタルカメラつき携帯電話を利用した肥満の食事指導. 臨床栄養, **100**, 28-33 (2002)