

機関番号：42650

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20500738

研究課題名（和文） バイマ-カを用いた写真撮影法による食事評価の妥当性とその応用

研究課題名（英文） Validity and application of dietary intake estimated using digital photographic images of meals in comparison with biomarkers.

研究代表者

石原 淳子（ISHIHARA Junko）

東京農業大学短期大学部・栄養学科・准教授

研究者番号：30415509

研究成果の概要（和文）：

撮影法（撮影された食事の画像データから栄養素等摂取量を推定）を、生体指標（血液、尿中の栄養素成分値）および秤量法食事記録法と比較（妥当性の検討）したところ、撮影法による推定で、摂取量を順位付けすることの精度は、ほとんどの食品や栄養素で比較的高いものの、食塩や調味料類など味付けについては正確な推定が困難であることが明らかになった。また、順位付けの精度が高くても、絶対値の推定が困難な食品群があり、写真撮影法による絶対値推定には注意が必要であることが明らかになった。

研究成果の概要（英文）：

Estimated dietary intake using digital photographic images of meals in comparison with biomarker and dietary records was valid for most of the food groups and nutrients, except for salt and seasonings, in terms of ranking. The validity of estimating the absolute intake amount was not high for some foods and food groups.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：栄養疫学

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：食事評価、栄養疫学、撮影法、秤量法、生体指標、料理データ

1. 研究開始当初の背景

食事調査は、膨大な時間、人手、コストがかかる上、対象者への負担が大きく、個人の食事を正確かつ客観的に把握することが困難であるという問題がある。近年の画像技術の発達に伴って、デジタルカメラなどで撮影

した画像を用いた写真による食事評価が技術的に可能となり、食事記録法などに比べ簡易で安価なことから、対象者への負担を軽減し、客観的な個人摂取量推定の応用への期待が高まりつつある。

実際、写真撮影法は、個人の栄養指導に応

用する方法は商業的に実施されはじめており、給食を撮影した写真をもとに栄養士が栄養素摂取量を計算し、献立値と比較した結果、一部の栄養素を除いて、比較的高い妥当性が得られたという報告もある。一方で、給食よりも多様な日常の食事を調査する疫学研究等での食事評価では、摂取量把握妥当性を検討する必要がある。国内外には、写真撮影法による栄養素摂取量推定の妥当性を検討した研究はいくつかあるが、栄養士が画像を見て食品単位に分解することにより処理を行うため、栄養素によっては正確な推定に限界があり、標準化も難しいことから、実際に写真撮影法を利用した食事評価を疫学研究などに応用するまでには至っていない。

疫学研究においては、生活習慣病と食事との関連を研究する中で、これまで用いられてきた食物摂取頻度調査票にかわる、新たなブレイクスルーが国際的にも待望されている。海外では、対象者本人がコンピュータ上に食べた食事を入力していく自動式食事調査システムの開発なども行われているが、これは多様な料理データベースを基本として開発されている。欧米よりもさらに多様な食品を摂取する日本の食生活の調査に対応する日本版のシステムを開発するためには、データに基づいた料理のデータベースを構築することが必須である。

2. 研究の目的

本研究では、食事の際撮影された画像データをもとに、栄養士が推定した食品・栄養素摂取量を、血液、尿、毛髪などの生体指標、および秤量法食事記録法、食物摂取頻度調査法などによって推定された摂取量と比較することによって、写真撮影法による食品・栄養素摂取量の妥当性を検討することを目的とした。さらに収集された料理の画像と、食事記録によって材料名と重量が明らかになった料理のデータを併せ持ったデータベースを構築し、食事調査への応用方法を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 対象

国立がんセンター（現 独立行政法人 国立がん研究センター）がん予防・検診研究センター（予・検センター）において、2004年1月から2006年7月の間に検診を受けた40から69歳の男女のうち、研究参加条件を満たす者を性・年齢10歳階級別に層化無作為抽出を行い参加依頼した。参加条件は、東京、神奈川、千葉、埼玉在住で、検診でがん、循

環器疾患、糖尿病が見つからなかった者で、参加依頼は2007年1月から郵送で行った。対象者からはファックスをつかって、参加意志の有無を確認し、返信のなかった場合は、再依頼を1回のみ行った。1年間で120名の参加を目標とし、896名に依頼文書を送ったところ、募集終了後の参加希望者は187名（男性90名、女性97名、参加受諾率20.9%）であった。そのうち、43名は参加受諾後、体調不良などの理由により参加できなくなったため、実際には144名が研究対象者となった。

(2) 実施要領

調査説明会

調査は、2007年5月から2008年4月までの各月に行った。調査開始の前日に予・検センターにおいて、対象者および対象者の食事を準備する家族を対象に、秤量法食事記録調査（秤量法）および料理画像撮影（撮影法）の実施方法について調査説明会を行った。秤量法調査の説明では、栄養士が計量器具等を使って詳しく説明した上、実際の計量の練習などを行った。また、身長・体重・腹囲の測定、採血、および畜尿容器（コリンメート、住友ベークライト）の配布を行った。畜尿容器については、使用方法を説明した上で、食事記録調査の4日目に24時間畜尿を行うよう依頼し、その後宅配便にて回収した。

倫理的配慮

研究実施に際しては、国立がんセンターの倫理審査委員会に研究計画書を提出し、承認を得た上で研究を開始した。各対象者には調査説明会にて、研究内容を十分に説明し、同意書に署名を得てから実施した。

食事調査

説明会の翌日から、対象者自らによる、週末を含む4日間の秤量法調査の実施と同時に、デジタルカメラによる、その期間の食事の写真撮影を依頼した。調査期間、対象者にはできるかぎり普段どおりの食事を摂取するよう依頼した。

秤量法では、対象者自身が、摂取した全ての食品と飲料について、貸与した計量カップ・スプーン、デジタルスケールを用いて、料理前の状態として計量し、そのうちのどのくらいを食べたかを記録した。ただし、外食などについては「かさ」や「皿、椀」などを基準とした目安量を記録した。調査の期間中は1日の記録が終了した秤量法調査用紙を、翌日、研究事務局にファックスにより送信し、内容を栄養士がその日のうちに確認して、記入漏れ、不明な点について電話にて対象者に問い合わせた。その後、栄養士がコード付与、重量換算を行った。コード付与は5訂増補日

本食品標準成分表に準じて行い、1群の穀類から17群の調味料及び香辛料類までの食品を使用し、18群の調理加工食品は使用せずに、食品レベルに分解を行った。

撮影法の実施は、貸与したデジタルカメラ（カシオ社EX-Z700）を用いて行った。料理の出来上がりの状態を、対象者が食べた分量をとりわけて、撮影用スケールを手前に置き撮影した。対象者は、摂取した全ての食品と飲料を撮影し、主材料、副材料+調理方法（例えば、豆腐とねぎのみそ汁、等）という規則で、料理名を付与した。データは調査終了時に料理画像をカメラごと回収した。食品コードの付与と重量換算は、画像による食事評価を行っている外部企業A社に委託することにより、秤量法とは独立に行った。

A社での食事評価は、栄養士数名が料理の画像を見て食品摂取量に分解するもので、評価結果の再現性および栄養士間の技術の標準化をはかるために、個々の栄養士に対して定期的なトレーニングおよび、秤量法との比較によるモニタリングを行っている。本研究では、画像データと料理名に基づき、A社が通常行っている業務の基準に則って、5訂増補日本食品標準成分表に準じて、食品レベルへの分解を依頼した。

生体指標

採血後、遠心分離した血液は、血清、血漿、赤血球毎に分注し、畜尿に関しては、尿量を計算し、分注した後、-80度ディープフリーザーで凍結保管をした。血清中ビタミンC、ビタミンE、1,25-ジヒドロキシビタミンD、25-ヒドロキシビタミンD、ビタミンB₁₂、葉酸、イソフラボン（ダイゼイン、ゲニスタイン）、ビタミンK、および尿中ナトリウムを測定した。

解析

研究対象者のうち、写真あるいは秤量法データを得られなかった2名をのぞき、142名を対象に解析を行った。料理データベースの基礎的検討として、頻出した食品の摂取状況を示すために、秤量法と撮影法において食品群ごとにもっとも多く登場した3食品の出現回数、1回当たりの使用量平均値（幾何平均および幾何標準偏差）を算出し、さらに各食品の個人間、個人内変動の寄与を示すために、対数変換した摂取量を用いて一般線型モデルを用いた分散成分の推定を行った。さらに、独立にコード付与と重量換算を行った秤量法と撮影法のデータから、各対象者の1日の食品群別摂取量の合計値を算出した。野菜類の摂取量は緑黄色野菜とその他の野菜に分けて解析を行った。

秤量法と撮影法からの食品および栄養素摂取量の平均値、標準偏差、およびパーセント差（両方法による摂取量の差/秤量法による摂取量）と95%信頼区間を算出し、推定値の比較を行った。両方法からの摂取量によるランキングがどの程度一致しているかの指標には、ピアソン相関係数と摂取量5分位のクロス表による分類階級が、同分位、隣接分位以内と外れ分位の割合を算出した。さらに、ピアソンの相関係数は、撮影法による、個人の平均的な摂取量を求めるために必要な調査日数を検討するために、秤量法4日間の平均摂取量を標準として、撮影法の1~4日間の平均摂取量との間で算出して、比較・妥当性を検討した。データ解析には、SAS software (version 9.1; SAS Institute Inc., Cary, NC)を用いた。

4. 研究成果

(1) 生体指標および秤量法食事記録法による摂取量を比較基準に用いた写真撮影法による食事評価の妥当性

生体指標（尿中および血液中成分測定値）を比較基準として、写真撮影法による摂取量との順位相関を算出して、写真撮影法の妥当性を検討した（Table 1）。

Table 1. Correlation coefficients between nutrient intake based on a Digital Photographic tools with biomarkers

Biomarker	Spearman's Correlation Coefficients	
	Men (n=69)	Women (n=73)
Dietary intake		
Urinary sodium		
Sodium	0.42	0.26
Vitamin E		
Alpha-tocopherol	0.09	0.33
Beta-tocopherol	-0.06	0.09
Gamma-tocopherol	0.002	0.16
Delta-tocopherol	0.06	0.08
1,25-(OH) ₂ Vitamin D		
Vitamin D	0.09	0.13
25-OH vitamin D		
Vitamin D	0.05	0.36
Vitamin K1		
Vitamin K	0.04	0.08
Vitamin K2		
Vitamin K	-0.23	-0.02
Vitamin B12	0.03	0.08
Folate	0.47	0.06
Vitamin C	0.39	0.37
Daidzein	0.16	0.01
Genistein	0.17	-0.02

写真撮影法による食事由来ナトリウム摂取量と尿中ナトリウムを比較したところ、男性では 0.42 と若干高かったものの、女性では 0.26 と低い相関を示した。また、食事由来摂取量と血中濃度の比較では、ビタミン C の相関が男女ともにおいて若干高かった（男性 0.47、女性 0.37）。また食事由来ビタミン E と血中 α -トコフェロール、食事由来ビタミン D と血中 25-ヒドロキシビタミン D は女性のみにおいて、食事由来葉酸と血中葉酸は男性のみにおいて相関が高かった。

一方、秤量法食事記録法を比較基準とした栄養素摂取量の場合、エネルギー調整後摂取量の順位相関は概ね 0.6 以上と高かったが、女性ではナトリウム (0.54)、食塩相当量 (0.53)、 α -トコフェロール (0.32) と若干低いものも見られた。しかし、摂取量の絶対値については、秤量法に比べた時の過大評価が著しい α -トコフェロールや、過小評価の著しいビタミン D など、絶対値推定の精度は栄養素毎に異なっていた。また、食品群別摂取量の場合、調味料の相関が男性で 0.28、女性で 0.39 と相関が低く、摂取量絶対値の推定も過大評価が著しかった（男性 95%、女性 73%）。またきのこ類では、相関係数は高いが、摂取量絶対値の過小評価が著しかった（男女とも -39%）

写真撮影法による食事評価では、多くの栄養素や食品群において、順位付けの精度は比較的高いものの、食塩や調味料類など味付けについては正確な推定が困難であることが明らかになった。また、順位付けの精度が高くても、絶対値の推定が困難な食品群があり、写真撮影法による絶対値の推定には注意が必要であることが明らかになった。

(2) 料理データベース構築のための基礎検討

秤量法食事記録によって材料名と重量が明らかになった料理のデータを併せ持ったデータベースを構築し、食事調査への応用方法を検討するために、秤量法食事記録法に登場したすべての料理について料理名毎に整理を行ったところ、4 日間の間食を含めた食数は、2,188 食、出現料理数は 10,994 品、料理の種類は延 2,606 種類であった。料理毎に料理名、主・副材料および調理法により、料理コードを充当した。料理コードは、先行研究において岩手県 I 市の住民 224 名の秤量法食事記録をもとに作成された料理とその構成食品から成るデータベースのコードを用いた。該当する料理がない場合は、主・副材料や、調理法の類似する別の料理に置き換え、料理コードを充当した。料理コードの充当後、

料理単位の食品構成に基づく成分表により、対象者毎に 17 の食品群及びエネルギーと 40 の栄養素について摂取量計算を行った。

先行研究の開発対象地域内においては、I 市の料理単位のデータベースを用いて摂取量の推定を行うこと（料理単位法）の妥当性が検討されているが、本研究では I 市のデータベースを外部集団に応用し、料理単位法で摂取量を推定することの妥当性を検討した。その結果、料理単位法から推定された食品群では、一部で顕著な過大評価が確認され、栄養素等摂取量では過小評価されやすい傾向があることが示唆された。一方で、多くの食品群・栄養素等でパーセント差が $\pm 10\%$ 前後であるとともに相関係数が 0.6 以上の結果が得られた。これは食事調査における料理単位法の有用性及び他集団に対する適用可能性を示唆するものと考えられる。さらに、料理単位法は、対象者及び調査者の負担が軽いことから、調査の実施が容易である。曝露情報の把握を目的として料理単位法を利用することにより、疾病と食事との関連解明の一層の進展につながる可能性を有していると考えられる。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 1 件)

石原淳子、高地リベカ、細井聖子、岩崎基：
料理画像を用いた食事評価の疫学研究への応用に関する基礎的検討、栄養学雑誌、査読有、2009、67(5):252-9

〔学会発表〕(計 6 件)

高地リベカ、石原淳子、岩崎基、津金昌一郎、検診受診者における質問紙による「味噌汁の味付け」と味噌汁濃度実測値及び食事記録法による食塩摂取量と関連、第 21 回日本疫学会学術総会、札幌、2011

鬼頭久美子、石原淳子、高地リベカ、細井聖子、石井有里、君羅満、料理単位による食品群・栄養素等摂取量推定の妥当性の検討、第 57 回日本栄養改善学会学術総会、埼玉、2010

Ishihara J, Matsuzaki H, Akiyama S, Kito K, Kimira M. Use of serum concentration of minerals as a biomarker of dietary assessment among community-dwelling Japanese volunteers. 第 57 回日本栄養改善学会学術総会、埼玉、2010

Ishihara J, Takachi R, Hosoi S, Iwasaki M, Tsugane S. Validity of using digital photographic images of meals as a tool for assessing food intake among middle-aged Japanese. The Joint Scientific Meeting of IEA Western Pacific Region and Japan Epidemiological Association, Saitama, Japan, 2010, January

Takachi R, Ishihara J, Hosoi S, Iwasaki M, Tsugane S. Validity of using digital photographic images of meals as a tool for assessing nutrient intake among middle-aged Japanese. The Joint Scientific Meeting of IEA Western Pacific Region and Japan Epidemiological Association, Saitama, Japan, 2010, January

鬼頭久美子、石原淳子、君羅満、高地リベカ、岩崎基、食事記録調査における料理別摂取頻度と食品数：料理を基本とする食事調査データベース構築のための予備検討、第56回日本栄養改善学会学術総会、札幌、2009

6. 研究組織

(1) 研究代表者

石原 淳子 (ISHIHARA Junko)
東京農業大学短期大学部・栄養学科・准教授
研究者番号：30415509

(2) 研究分担者

岩崎 基 (IWASAKI Motoki)
国立がんセンター がん予防・検診研究センター予防研究部・室長
研究者番号：60392338

(3) 連携研究者

津金 昌一郎 (TSUGANE Shoichiro)
国立がんセンター がん予防・検診研究センター予防研究部・部長
研究者番号：40179982

高地 リベカ (TAKACHI Ribeka)
鎌倉女子大学・家政学部・講師
研究者番号：60413085

君羅 満 (KIMIRA Mitsuru)
東京農業大学短期大学部・栄養学科・准教授
研究者番号：10153181