

ノート

食事中脂肪酸摂取量を把握する上での調査期間の検討

松崎 聡子^{*1} 岡野 友里^{*1} 平山 朝子^{*1}武居 ひろ子^{*1} 川端 輝江^{*1}

Determination of the Length of Time Required to Identify Habitual Dietary Fatty Acid Intake

Satoko MATSUZAKI^{*1}, Yuri OKANO^{*1}, Tomoko HIRAYAMA^{*1},
Hiroko TAKEI^{*1} and Terue KAWABATA^{*1}

It is important to know the length of time required for dietary surveys to identify habitual intake, but it has never been assessed in regard to fatty acid (FA) intake. In this study we investigated the length of time required to determine habitual FA intake. We also confirmed the validity of the length of time by using erythrocyte phospholipids as biomarkers. Thirty young women, mean age 20.0 ± 1.5 y (range, 18-24 y), participated in the survey. The FA intake of these young women was evaluated on the basis of digital photographic records for 28 days. In the morning following the final day of the 28-day survey, fasting blood samples were collected, and the FA composition of erythrocyte phospholipids was analyzed. High daily variations in individual FA intake were detected for n-3 long-chain polyunsaturated FA: eicosatetraenoic acid, eicosapentaenoic acid (EPA), docosapentanoic acid (DPA), and docosahexaenoic acid (DHA). These FAs were consisted fish and fish products more than 70%. The mean intake during the 28-day period was significantly positively correlated to the mean intake during the final 5-days of the survey. Energy and fat intake was significantly positively correlated with the mean intake during the final 7-days of the survey. Mean intake after 5-days of EPA was positively correlated with the EPA composition of the erythrocyte phospholipids, and the mean intake after 21-days of DHA was significantly correlated with the DHA composition of erythrocyte phospholipids. Therefore, the results of this survey showed that at least a 7-day period is necessary to identify habitual FA intake. It is also possible that we guess the long-term dietary habit by using erythrocyte phospholipids DHA as biomarkers.

緒言

個々人の習慣的な食事内容を正確に把握する上で、調査期間の決定は重要な問題となる。食事内容には日間変動（日差変動、個人内変動）があり、数日間の食事調査では個々人の習慣的な食事内容を正確に把握することは大変困難である。また、食事を記録するという意識がバイアスとなる可能性も否めない。一般的に行われている食事記録法は通常3日ないしは7日間実施され¹⁻⁴⁾、食事ごとに食品摂取量の種類と量を詳細に記述する。食事記録法の精度は高いものの、調査そのものは被調査者にとって相当な負担となり、長期に実施することは不可能

である。一方、対象者に負担をかけずに長期の食習慣を知る方法として食物摂取頻度調査法（FFQ）が実施される^{1, 5, 6)}。最近では食品のポーションサイズを聞き取ることによって栄養素および脂肪酸摂取量の把握も可能となっている。しかし、FFQでは、食品リストをあらかじめ作成する必要があり、対象地区によってはあらかじめ妥当性の検討も必要となる。また、回答者の食のリテラシーも精度に大きく影響する。

著者らは、デジタルカメラを使用した写真撮影法による食事調査を行い、日常の脂肪酸摂取量を把握する試みを行っている^{7, 8)}。写真撮影法は調査対象者にとっては比較的負担が少なく長期の食事調査が可能となる⁹⁾。ま

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

た、デジタル画像による情報から詳細な食事内容の把握も可能となる。そこで、本研究では30名の女子大生に対して28日間の食事調査を行い、日常の食習慣、特に脂肪酸摂取量を知る上でどの程度の調査期間が必要かを検討した。

食事からの栄養素摂取量を推定するために、生体指標を用いる手法が多く試みられている¹⁰⁻¹²⁾。脂肪酸摂取量の生体指標としては、血液中脂肪酸組成を測定する方法が一般的であるが、中でも赤血球膜リン脂質画分は長期の食習慣を反映すると考えられている。そこで、赤血球膜リン脂質画分の脂肪酸組成を習慣的な脂肪酸摂取量の生体指標として位置づける事が可能となる。本研究では上記の検討に加えて、生体指標を利用し調査期間の妥当性を検討した。

方 法

1. 対象者

対象者は20歳前後の女子学生30名とした。本調査の協力者は当大学に通学する学生で、BMI18.5以上25未満であり、脂質代謝に影響を及ぼす薬剤を使用していないこと、高脂血症、高血圧、虚血性心疾患、糖尿病、肝臓病、腎臓病などの慢性疾患に罹患していないことを条件とした。調査参加にあたり、対象者は研究の内容について口頭で説明を受け、書面により同意を得られたものとした。なお、本研究は本学医学倫理委員会審査委員会の承認（承認番号164号）を得て実施した。

2. 写真撮影法による食事調査

食事調査は、2004年5月から6月にかけて連続28日間、写真撮影法によって実施した。即ち、毎食及び間食時に摂取した食事及びその残食を、対象者自身にデジタルカメラで撮影してもらい、デジタル画像及び献立と使用した食品を書き出した調査用紙を対象者から回収した。使用したデジタルカメラの機種は、DiMAGE X21（コニカミノルタフォトイメージング株式会社）である。撮影条件は、画像サイズ1600×1200スタンダードタイプ、画素数約190万画素、フラッシュ自動で行った。画像の保存には、メモリ TOSHIBA（SDメモリーカード）32MBを使用した。

撮影角度は、斜め45度上方からとした。撮影の際、食品や器のサイズが分かるよう、2cmのマス目が3×5個（6cm×10cm）のカードを添えた。料理は、手前から主菜・副菜を置き、奥にご飯などの主食を置いてもらい、食事前と後で、撮影時の食器の並びが同じになるように依頼した。

3. 写真撮影法の妥当性

写真撮影法の妥当性については、あらかじめ検討をおこなった。写真撮影法と秤量記録法の順位相関係数（ $n=30$ ）はエネルギー（ $r=0.887$ ）、たんぱく質（ $r=0.886$ ）、脂質（ $r=0.786$ ）、リノール酸（ $r=0.640$ ）、 α -リノレン酸

（ $r=0.872$ ）、アラキドン酸（ $r=0.930$ ）、エイコサペンタエン酸（EPA）（ $r=0.970$ ）、ドコサヘキサエン酸（DHA）（ $r=0.862$ ）でいずれも有意水準0.1%未満であった⁹⁾。写真撮影法と実測法²⁾の相関係数は、リノール酸（ $r=0.638$, $p<0.05$ ）、 α -リノレン酸（ $r=0.727$, $p<0.05$ ）、アラキドン酸（ $r=0.964$, $p<0.001$ ）、EPA（ $r=0.911$, $p<0.001$ ）、DHA（ $r=0.878$, $p<0.001$ ）であった。写真だけからの判断では、リノール酸および α -リノレン酸などの植物油由来の脂肪酸の相関係数が他の食品群由来の脂肪酸の相関係数に比べて、低い傾向があった。そこで、本研究では、対象者に調理に使用した植物油脂についての秤量値を調査用紙に記入してもらうこととした。

4. 食品の重量化と脂肪酸摂取量の計算

摂取前の食事写真及び摂取後の残食が記録されたデジタル画像から、食品の重量化を行った。重量化に当たっては、栄養学部の学生が食品重量を推定し、さらに管理栄養士1名がすべての数値の確認を行った。重量化を行ううえで、食品80キロカロリーガイドブック¹³⁾、調理のためのベーシックデータ¹⁴⁾、外食・テイクアウトのカロリーガイドブック¹⁵⁾、家庭のおかずのカロリーガイドブック¹⁶⁾を参考にした。重量化の精度を上げるために、ご飯の重量については、あらかじめ対象者に1回に盛り付ける量を計測してもらい、その数値を参考とした。さらに、脂肪酸摂取量の計算に必要な油脂の種類については、対象者の家庭で調理に使用している油脂の種類を聞き取った。また、油脂の量については、家庭などで調理に利用したものは秤量してもらい、記録用紙に記入してもらった。なお、外食については、調理に用いられている油脂は「調合油」として計算を行った。揚げ物の給油率は、調理のためのベーシックデータ¹⁴⁾を参考にした。菓子類や市販加工食品については、可能な限り食品レベルまで分解した上で、重量化を行った。食塩・砂糖・だし汁・嗜好飲料（砂糖、ミルク無添加）は、今回の食事調査では分析対象食品から除外した。五訂増補日本食品標準成分表¹⁷⁾及び五訂増補日本食品標準成分表脂肪酸成分表編¹⁸⁾を用いて、エネルギー、栄養素及び脂肪酸の計算を行った。食品は、成分表に記載されているものについては加熱後の成分を用い、記載のない食品は生の成分値を用いた。日本食品標準成分表脂肪酸成分表編に対応する食品項目のない食品は、類似成分の代替食品を使用した。

5. 採 血

採血は、28日間の食事調査終了翌日の8時から9時の間に行った。空腹時採血とするため、対象者には前日の午後9時以降、水以外は摂取しないように指示した。抗凝固剤としてEDTA-2Naを含む真空採血管で採血を行い、1,600g、10分間遠心分離を行い、血漿と赤血球に分離した。得られた赤血球は、脂肪酸測定に供した。

6. 赤血球膜脂質抽出及び脂肪酸分析

赤血球膜は、Dodges ら¹⁹⁾の方法に従い分離し、膜部分にクロロホルム／メタノール（2:1, vol/vol）を加えて超音波で抽出した。薄層クロマトグラフィーで展開後、リン脂質画分を得た。リン脂質画分から得られた脂質は、メチルエステル化を行い、ヘキサンで抽出した。脂肪酸分析は、日立 G-5000 ガスクロマトグラフィーで Ohta ら²⁰⁾の方法に従い分析した。

7. 解析方法

連続28日間の食事から、1日あたりの平均エネルギー(kcal)、三大熱量素(g)、脂肪酸(g)の摂取量を求めた。赤血球膜リン脂質画分中脂肪酸は、総脂肪酸量に対する百分率(wt%)として計算したものを解析に用いた。

本研究では、食事調査の期間についての検討を行うため、28日間の平均値以外に、調査終了日(採血日)からさかのぼって1日間、3日間、5日間、7日間、14日間、21日間それぞれの平均値を算出した。28日間とそれぞ

れの日数との関係はピアソンの相関係数を用いた。さらに、各種脂肪酸摂取量と赤血球膜リン脂質中脂肪酸組成との関係についてもピアソンの相関係数を用いた。すべての解析結果は、有意水準5%未満を有意差ありと判定した。

結 果

1. 栄養素摂取量の個人内変動

エネルギー、各栄養素及び脂肪酸組成の日差変動係数の平均を図1に示す。日差の変動係数は、全調査期間のエネルギー、各栄養素及び脂肪酸組成の平均、標準偏差から対象者ごとに求め(標準偏差/平均)、それを対象者30名の平均値(±標準偏差)で表した。変動係数の平均が1を超えていたものは、エイコサテトラエン酸 1.81, EPA 1.73, ドコサペンタエン酸(DPA) 1.36, DHA 1.33であった。これらの脂肪酸は、他の脂肪酸と比較して、有意に変動係数が高かった。従って、上記の脂肪酸に絞って調査期間の検討を行った。

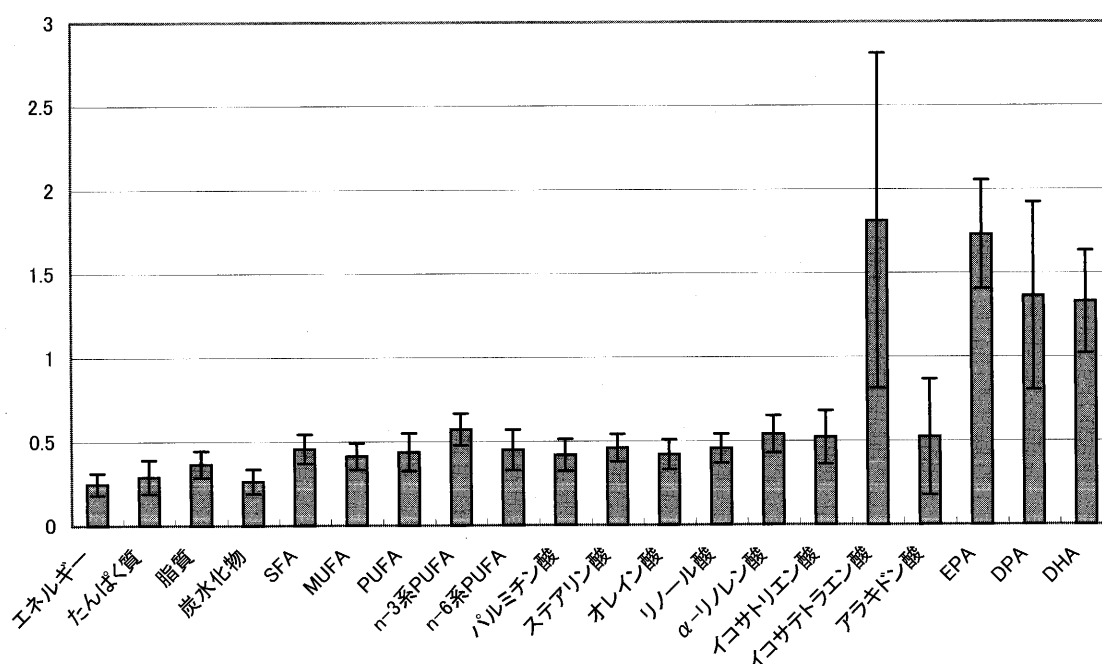


図1. エネルギー、各栄養素及び脂肪酸組成の日差変動係数の平均値

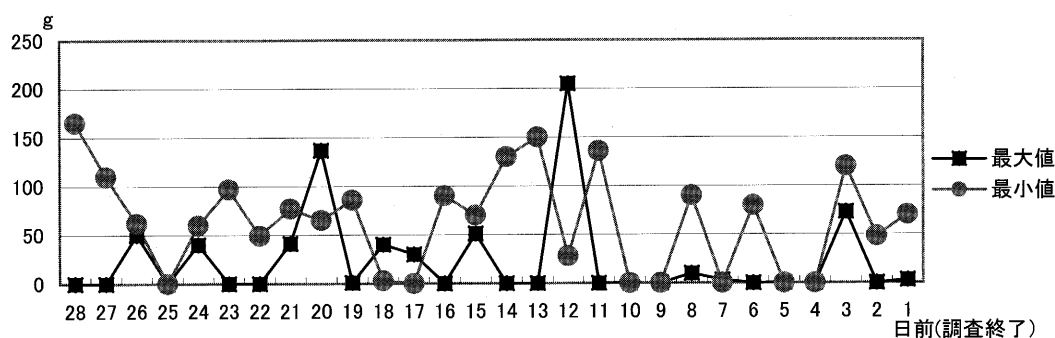


図2. EPA 変動係数最大値の対象者と最小値の対象者の全調査期間の魚介類摂取量

表 1. 栄養素及び脂肪酸摂取量における全調査期間の平均値との相関係数

	平均±標準偏差	調 査 終 了 前					
		1 日間	3 日間	5 日間	7 日間	14日間	21日間
栄養素摂取量							
エネルギー (kcal)	1,682±240	−0.021	0.186	0.303	0.414 *	0.888 ***	0.973 ***
たんぱく質 (g)	59.6±9.4	0.217	0.411 *	0.412 *	0.567 **	0.910 ***	0.970 ***
脂 質 (g)	61.1±10.6	−0.013	0.347	0.326	0.423 *	0.901 ***	0.959 ***
炭 水 化 物 (g)	217.6±32.2	0.082	0.243	0.466 **	0.543 **	0.853 ***	0.976 ***
脂肪酸摂取量 (mg/day)							
ΣSFA	18,461±3,509	0.045	0.369 *	0.419 *	0.494 **	0.925 ***	0.964 ***
ΣMUFA	21,041±4,195	0.192	0.558 **	0.463 **	0.532 **	0.891 ***	0.955 ***
ΣPUFA	11,836±2,207	0.162	0.488 **	0.366 *	0.484 **	0.848 ***	0.952 ***
20:4n-3	18±9	0.261	0.373 *	0.683 ***	0.706 ***	0.760 ***	0.940 ***
20:5n-3 (EPA)	137±71	0.346	0.393 *	0.660 ***	0.734 ***	0.801 ***	0.956 ***
22:5n-3 (DPA)	52±20	0.158	0.348	0.657 ***	0.702 ***	0.777 ***	0.943 ***
22:6n-3 (DHA)	275±115	0.263	0.414 *	0.721 ***	0.753 ***	0.816 ***	0.956 ***

a) * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

b) 略語: SFA, 飽和脂肪酸; MUFA, 一価不飽和脂肪酸; PUFA, 多価不飽和脂肪酸; EPA, エイコサペンタエン酸; DPA, ドコサペンタエン酸; DHA, ドコサヘキサエン酸

表 2. 赤血球膜リン脂質画分中脂肪酸組成と脂肪酸摂取量の平均値との相関係数

	調 査 終 了 前						
	1 日間	3 日間	5 日間	7 日間	14日間	21日間	(食事中EPA)
赤血球膜リン脂質画分							
EPA	0.168	0.343	0.571 **	0.544 **	0.572 ***	0.761 ***	0.775 ***
(食事中DHA)							
DHA	-0.013	0.167	0.210	0.244	0.313	0.511 **	0.507 **

a) * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

b) 略語: EPA, エイコサペンタエン酸; DHA, ドコサヘキサエン酸

図表には示していないが、変動係数 1 以上の脂肪酸の主な構成食品 (%) は、エイコサテトラエン酸は魚介類 88.3, 乳類 8.0% であった。EPA は魚介類 94.6%, DPA は魚介類 73.9, 肉類 13.0, 乳類 6.3%, DHA は魚介類 80.2, 卵類 15.7% であった。上記 4 脂肪酸に共通する食品群は魚介類であり、これらの脂肪酸の変動係数を高くしているものも魚介類であった。そこで、魚介類の構成割合が最も高かった EPA に着目し、EPA の変動係数が最大値の対象者と最小値の対象者の 28 日間魚介類摂取量を図 2 に示す。変動係数が最大値の対象者は 3.13, 最小値の対象者は 1.08 であった。変動係数が小さい対象者の方が頻繁に魚介類を摂取しており、変動係数が大きい対象者は「摂取量 0 g の日」が 28 日中 15 日であった。

2. 28 日間の調査と各日間の相関

栄養素及び日差の見られた脂肪酸摂取量全調査期間の平均値と調査終了前の 1 日, 3 日, 5 日, 7 日, 14 日, 21 日間の平均値との相関を表 1 に示す。n-3 系 PUFA のエイ

コサテトラエン酸, EPA, DPA, DHA は 5 日間から有意な正相関 (エイコサテトラエン酸, $r=0.683$; $p<0.001$, EPA, $r=0.660$; $p<0.001$, DPA, $r=0.657$; $p<0.001$, DHA, $r=0.721$; $p<0.001$) が認められた。一方、エネルギー、脂質は 5 日間では有意な正相関は認められなかった。エネルギー、脂質が有意な正相関を認めたのは、7 日間 (エネルギー, $r=0.414$; $p<0.05$, 脂質, $r=0.423$; $p<0.05$) からであった。28 日間の食事と各栄養素、脂肪酸との正相関が認められたのは 7 日間からであったことから、7 日間の食事調査は 28 日間の食事調査と同じような傾向であることを表している。

3. 赤血球膜リン脂質画分中脂肪酸組成と各日の平均脂肪酸摂取量との相関

調査終了翌朝の赤血球膜リン脂質画分中脂肪酸組成と調査終了前 1 日, 3 日, 5 日, 7 日, 14 日, 21 日, 28 日間の平均脂肪酸摂取量の相関を表 2 に示す。EPA は 5 日間で有意な正相関 ($r=0.571$; $p<0.001$) が認められた

が、DHAは21日間において有意な正相関 ($r=0.511$; $p<0.01$) が認められた。

考 察

女子大生30名を対象に、デジタルカメラによる写真撮影法を用いて連続28日間の食事調査を行い、日常の脂肪酸摂取量を把握する上でどの程度の調査期間が必要かを検討した。さらに、赤血球膜リン脂質画分を生体指標として、調査期間の妥当性を検討した。

食事調査方法として、従来から陰膳法、記録法、24時間思い出し法、食歴法などがあるが^{1, 21-23)}、その多くは高い精度の情報を得るために、調査者・被調査者の双方にかなりの時間の負担や労力が強いられているのが現状である。これまでの食事調査は、3日、長くても1週間であり²²⁻²⁶⁾、連続1ヶ月以上のものは少ない²⁷⁾。一般的に、日常的な食習慣を簡便に知ることができるものとして食物摂取頻度調査 (FFQ) がある^{1, 5, 6)}。一方、写真撮影法は写真として記録することで、習慣的な摂取状況を把握することができ、1日単位の評価なども可能である。デジタルカメラを用いた方法では、調査者および被調査者いずれに対しても一連の調査の過程においての様々な負担を軽減できると考えられる²⁸⁾。

写真撮影法を用いた食事調査の妥当性については、これまで検討がされている^{9, 29-31)}。川村ら²⁹⁾は、写真撮影法と献立値との相関係数 ($n=21$) がエネルギー ($r=0.842$)、たんぱく質 ($r=0.828$)、脂質 ($r=0.879$) と報告している。また、Wang³¹⁾らは、写真撮影法と秤量法との順位相関係数 ($n=20$) がエネルギー ($r=0.79$)、たんぱく質 ($r=0.88$)、脂質 ($r=0.57$) と報告している。私たちもすでに妥当性を検討してきた (方法3参照) が、写真撮影法と秤量記録法、実測法と有意水準5%未満で正の相関関係を示した。しかし、植物油由来の脂肪酸であるリノール酸や α -リノレン酸は、他の脂肪酸に比べて秤量法および実測法の相関係数は低い値となっていた。そこで、本研究では対象者から植物油の秤量値を回収した。しかし、将来的に写真撮影法を異なる対象集団における調査や食教育に広く用いていく場合、必ずしも対象者が植物油を秤量することは容易であるとは考え難い。そこで、油脂類を推定する場合には、標準化された調味パーセントを用いるなどによって、重量の推定精度を上げていくことの検討が必要と考えられる。

28日間の摂取量の平均値に対して、有意に正相関を示したのは7日間の摂取量の平均値であった (表1参照)。しかし、エネルギーおよび各栄養素、n-3系PUFAにおいて、有意水準を0.1%に引き上げると14日間の食事調査が必要になる。鈴木ら²⁷⁾は、少なくとも週を単位とした生活のリズムを持つ集団では、調査日数7日が望ましいと報告している。また、江上ら³²⁾は3~5日の短い期間では日常の平均的摂取量の把握は難しく、多くの調査日数を必要とすると報告している。従って、各栄養素及び脂肪酸摂取量を把握する上では、少なくとも7日

間の調査日数が必要であることが示唆された。

28日間の写真撮影法による食事調査では、各栄養素・脂肪酸によって個人内変動 (日差) が見られた (図1参照)。n-3系PUFAのエイコサテトラエン酸、EPA、DPA、DHAの変動係数は、他の脂肪酸に比べて有意に高く、日差変動が大きいことが示された。また、これらの脂肪酸はその構成割合の7割以上を魚介類で占められており、残りは各脂肪酸の種類によって肉類、卵類、乳類などから1割程度構成されていた。江上ら³²⁾は対象者の平均年齢が49.8 $\pm$ 8.6歳の時に、魚介類の変動係数は0.90であると報告している。本研究の結果よりも変動係数は低かったが、この違いは年代における差によるものと思われる。本研究対象者は魚介類よりも肉類の摂取量が多い20歳前後の女性であり³³⁾、魚介類摂取量が0gの日もあったため⁸⁾、変動係数が高くなったと考えられる。

生体指標を用いて食事摂取量を把握する代表的な方法として、尿中ナトリウム量の測定がある。食事中ナトリウムは、平均98%吸収され、86%が尿中から排出される³⁴⁾ので、尿中ナトリウム量は、短期間のナトリウム摂取量のよい指標となっている。一般的に赤血球膜リン脂質画分中の脂肪酸組成は採血前数週間の食事中脂肪酸に影響を受け、血漿リン脂質画分中の脂肪酸組成は採血前数日間の影響を受けると言われている³⁵⁻³⁷⁾。本研究では日常の平均摂取量を把握することが目的であったため、赤血球膜リン脂質画分の脂肪酸組成を指標として、食事調査期間の妥当性を検討した。その結果、食事中n-3系PUFAが赤血球膜リン脂質画分のn-3系PUFAとの相関を示すのは、EPAでは5日間の平均値からであったが、DHAは21日間の平均値であった。Hansenら³⁸⁾は、被験者にエチルエステル型のEPA又はDHAを1日4g、5週間投与したところ、血清リン脂質中においてEPAは1週間で顕著に上昇したが、DHAは徐々に上昇したと報告している。DHAの血清リン脂質への取り込みは、EPAより緩やかであり、食事の影響を直ちに受けにくい。このことは膜リン脂質においても同様であることが示唆される。従って、赤血球膜リン脂質画分の脂肪酸においては、EPAに対してDHAを生体指標として用いることで、より長期間の食事を推察することが可能であると考えられる。

以上より、習慣的な脂肪酸摂取量を知る上では、少なくとも7日間の食事調査が必要であることが示された。また、赤血球膜リン脂質画分のDHAを生体指標として用いることで、より長期間の食事を推察することが可能であると考えられる。

要 約

写真撮影法による女子大生30名の連続28日間の食事調査から日常の脂肪酸摂取量を知る上でどの程度の調査期間が必要かを検討した。さらに、生体指標を用いて、調査期間の妥当性を検討した。

その結果、

1. 脂肪酸摂取量の個人内変動が大きかったのは、n-3系PUFAのエイコサテトラエン酸、EPA、DPA、DHAであった。これらの脂肪酸を構成する食品は7割以上が魚介類であった。
 2. エイコサテトラエン酸、EPA、DPA、DHAでは全食事調査期間の摂取量の平均値と調査終了前5日間の平均値との間に正相関が示された。エネルギー、脂質、上記以外の脂肪酸は、調査終了前7日間の平均値との間に正相関が示された。
 3. 食事中EPAと赤血球膜リン脂質画分EPAは5日間で正相関が示されたが、食事中DHAと赤血球膜リン脂質画分DHAでは21日間で正相関が認められた。
- 以上より、習慣的な脂肪酸摂取量を知る上では、少なくとも7日間の食事調査が必要であることが示された。また、赤血球膜リン脂質画分のDHAを生体指標として用いることで、より長期間の食事を推察することが可能であると考えられる。

謝 辞

本調査研究にあたり、被験者として参加していただきましたボランティアの方々へ感謝申し上げます。また、本研究はサントリー株式会社の研究助成で実施しました。

文 献

- 1) 田中平三 監訳: 食事調査のすべて - 栄養疫学 -. p59-147, 第一出版 (1996): Nutritional Epidemiology (Walter Willett), (1989)
- 2) 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)
- 3) 川端輝江, 岩間範子, 宮城重二 他: 沖縄県内の地域集団における脂質摂取状況と血清脂肪酸組成. 女子栄養大学栄養科学研究年報, **7**, 51-60
- 4) 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)
- 5) Innis, S. M., Elias S. L.: Intakes of essential n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids among pregnant Canadian women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **77**, 473-478 (2003)
- 6) 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** (suppl), S64-S81 (2003)
- 7) 松崎聡子, 石出美穂子, 宮田南美江 他: n-6系及びn-3系多価不飽和脂肪酸摂取量と血漿及び赤血球膜リン脂質中脂肪酸組成との関連性. 第59回日本栄養・食糧学会大会講演要旨集, 235 (2005)
- 8) 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年報, **13**, 39-49 (2005)
- 9) 安藤美美, 小池久美, 五味潤治美 他: 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. 脂質栄養学, **14**, 170 (2005)
- 10) Glaz, J.F.C., Soffers, A.E.M.F., Katan, M.B.: Fatty acid composition of serum cholesteryl esters and erythrocyte membranes as indicators of linoleic acid intake in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **49**, 269-276 (1989)
- 11) Zock, P.L., Mensink, R.P., Harryvan, J.: Fatty acids in serum cholesteryl esters as quantitative biomarkers of dietary intake in humans. *Am. J. Epidemiol.*, **145**, 1114-1122 (1997)
- 12) Feunekes, G.I.J., Staveren, W.A., Vries, J.H.M.D., *et al.*: Relative and biomarker-based validity of a food-frequency questionnaire estimating intake of fats and cholesterol. *Am. J. Clin. Nutr.*, **58**, 489-496 (1993)
- 13) 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)
- 14) 「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 (2003)
- 15) 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)
- 16) 香川芳子 監修: 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)
- 17) 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
- 18) 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
- 19) Dodge, J.T., Michelle, C., Hanahan, D.J.: The preparation and chemical characteristics of hemoglobin-free ghosts of human erythrocytes. *Arch. Biochem. Biophys.*, **100**, 119-130 (1963)
- 20) Ohta, A., Mayo, M.C., Kramer, N., *et al.*: Rapid analysis of fatty acids in plasma lipids. *Lipids*, **25**, 742-747 (1990)
- 21) 中村美詠子, 青木伸雄, 那須恵子 他: 食品摂取頻度・摂取量法と7日間秤量記録法の比較. 日本公衛誌, **41**, 682-692 (1994)
- 22) 岩瀬靖彦, 佐藤裕保, 君羅 満 他: 食事調査における秤量法と陰膳法について. 日本栄養・食糧学会53回講演要旨集, 103 (1999)
- 23) Jain, M.G., Harrison, L., Howe, G.R., *et al.*: Evaluation of a self-administered dietary questionnaire for use in a cohort study. *Am. J. Clin. Nutr.*, **36**, 931-935 (1982)
- 24) 持田 恭, 横手克樹, 奥野元子 他: 松江市在学の男女学生の1日食における脂肪酸摂取, 特にEPAとDHAの摂取状況. 島根県保健環境科学研究所報, **44**, 114-118 (2003)
- 25) 南里清一郎, 木村慶子, 徳村光昭 他: 都市部中学生の食事調査. 慶應保健研究, **20**, 51-56 (2002)
- 26) 守田則一, 石川行美, 太田紀子 他: 潰瘍性大腸炎患者の脂溶性ビタミンについて 7日間の摂取食事調査の解析. 栄養-評価と治療, **19**, 480-484 (2002)
- 27) 鈴木継美, 山口蒼生子, 鈴木久乃: 栄養摂取調査における調査期間. 栄養と食糧, **31**, 143-148 (1978)
- 28) 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. 静岡県立大学短期大学部特別研究報告書 (平成13・14年度), **3**, 1-10 (2003)
- 29) 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, **42**, 992-997 (1995)
- 30) Nelson, M., Atkinson, M., Darbyshire, S.: Food photography I: the perception of food portion size from photo-

- graphs. *Br. J. Nutr.*, **72**, 649-663 (1994)
- 31) 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)
 - 32) 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, **46**, 828-836 (1999)
 - 33) 健康・栄養情報研究会編: 国民栄養の現状. 平成14年厚生労働省国民栄養調査結果, p47, 第一出版, 東京 (2004)
 - 34) Holbrook, J.T., Patterson, K.Y., Bodner, J.E., *et al.*: Sodium and potassium intake and balance in adults consuming self-selected diets. *Am. J. Clin. Nutr.*, **40**, 786-793 (1984)
 - 35) Glaz, J.F.C., Soffers, A.E.M.F., Katan, M.B.: Fatty acid composition of serum cholesteryl esters and erythrocyte membranes as indicators of linoleic acid intake in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, **49**, 269-276 (1989)
 - 36) Ma, J., Folsom, A.R., Shahar, E., *et al.*: Plasma fatty acid composition as an indicator of habitual dietary fat intake in middle-aged adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, **62**, 564-571 (1995)
 - 37) Subbaiah, P.V., Kaufman, D., Bagdade, J.D.: Incorporation of dietary n-3 fatty acid into molecular species of phosphatidyl choline and cholesteryl ester in normal human plasma. *Am. J. Clin. Nutr.*, **58**, 360-368 (1993)
 - 38) Hansen, J.B., Grimsgaard, S., Nilsen, H., *et al.*: Effects of highly purified Eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid on fatty acid absorption, incorporation into serum phospholipids and postprandial triglyceridemia. *Lipids*, **33**, 131-138 (1998)