

# アレルギー疾患を有する学生の食事脂肪酸摂取状況と 血清および赤血球膜脂肪酸構成

ナカノ ヒロミ スミノ キミアキ  
仲野 裕美\* 住野 公昭<sup>2\*</sup>

**目的** アレルギー疾患を有する学生における脂肪酸 (FA) 栄養の指導上有用な科学的知見を得ることを目的とした。

**方法** 19~20歳の女子学生128人を対象に、食物摂取状況調査、血液検査、身体計測を行った。さらに、血清および赤血球膜のガスクロマトグラフィによる脂肪酸分析を行った。また、アレルギー疾患についてアンケート調査を行い、「正常群」59人、「既往群」45人、「アレルギー群」24人の3群に分けた。食事FAが血清FAおよび赤血球膜FA構成に及ぼす影響について、統計解析を行い、3群間で比較検討した。

**結果** 1. 全対象者において、食事FAの中で食事n-3 (g)のみが、食事摂取基準の目標量 (2.2 g以上) を満たしていなかったが、身体計測値、血液検査値にアレルギー疾患の影響は認められなかった。一方、食事n-3 (g)は、赤血球膜n-3 (%)と負の相関を示し、食事n-3 (%)は好酸球数 (%)と正の相関を示した。また、血清n-3 (%)は食事S (飽和脂肪酸) (%)と正の相関を示した。

2. アレルギー群において、反映比赤血球膜M (一価不飽和脂肪酸) (%) [赤血球膜M (%) / 食事M (%)] は高値であった。また、アレルギー体質群 (アレルギー群 + 既往群) の赤血球膜M (%)は食事S (%)と負の相関を示した。

**結論** 全対象者は食事n-3 (g)は不足していたが、食事n-3 (g)を増加すると赤血球膜n-3 (%)は低値となり、また、食事n-3 (%)を増加すると好酸球数 (%)を増加させる可能性がある。栄養指導時には、食事S (%)の増加に留意すると、血清n-3 (%)が高値になり、特に、アレルギー体質群は、赤血球膜M (%)が低値になる可能性が示唆された。

**Key words** : 食事脂肪酸, 血清脂肪酸, 赤血球膜脂肪酸, n-3系多価不飽和脂肪酸, アレルギー疾患

## 1 緒 言

近年、脂肪酸栄養において飽和脂肪酸 (Saturated fatty acid: S)、一価不飽和脂肪酸 (Monounsaturated fatty acid: M)、多価不飽和脂肪酸 (Polyunsaturated fatty acid: P) の摂取比率のアンバランスやn-6系脂肪酸/n-3系脂肪酸比率 (n-6/n-3比)の上昇は心疾患<sup>1)</sup>、癌およびアレルギー疾患の危険因子の一つとして指摘されている<sup>2)</sup>。I型

アレルギー (即時型) は、特定の抗原がIgEを介してマスト細胞を活性化し、種々の脂質メディエーターが放出され、血管拡張や痒みなどのアレルギー症状を引き起こす。マスト細胞から遊離されるメディエーターは脂質細胞膜構成成分に含まれるアラキドン酸の代謝カスケードにより合成されるが、細胞膜中に含まれる必須脂肪酸 (必須FA) であるP (n-6系のリノール酸, アラキドン酸およびn-3系の $\alpha$ -リノレン酸, イコサペンタエン酸EPA, ドコサヘキサエン酸DHA) の量や組成によって変化する<sup>3)</sup>。そのため、食物は、外来抗原としてマスト細胞を活性化させるほか、脂質メディエーターであるエイコサノイド (プロスタグランジン, ロイコトリエンなど) の量や種

\* 夙川学院短期大学

<sup>2\*</sup> 神戸大学大学院医学系研究科環境医学・公衆衛生学教室

連絡先: 〒662-8555 西宮市甕岩町6番58

夙川学院短期大学家政学科食物栄養専攻 仲野裕美

類を変化させて白血球（好酸球など）の遊走・浸潤、炎症性サイトカインの産生、気道過敏などのアレルギー病態に影響を及ぼす可能性があり<sup>3)</sup>、n-3系脂肪酸（n-3FA）を多く含む食品の摂取の効果が検討されている<sup>4)</sup>。また、食事FAのn-6/n-3比の低下がアレルギー炎症性メディエーターの産生・活性を低下させ、アレルギー誘発性を弱めることができると報告されている<sup>2)</sup>。紫蘇油、魚油<sup>5)</sup>、EPA、DHAなどの投与・摂取が免疫を賦活化し、また、リノール酸制限が抗炎症作用や抗アレルギー作用に及ぼす効果についても報告されている<sup>6-8)</sup>。

しかし、これら従来の研究結果は、食事療法として、健康人の日常摂取している量を上回る脂肪酸（FA）量を摂取して初めて観察される効果であり、健康人の生活習慣病予防食として日常食に応用するには問題がある。日常のFA栄養においては、Sは効率のよいエネルギー源であり、Pについては、n-6系とn-3系とではその生理活性物質としての機能は異なるが、ともに必須FAであり、そのバランスが重要な意味をもつ<sup>9,10)</sup>。一方、Mのオレイン酸は体内でSから合成されるFAであるが<sup>10,11)</sup>、必須FA欠乏がC16:0のn-7、n-9系への不飽和化を促進させる<sup>12)</sup>といわれている。したがって、日常のFA栄養については、エネルギーや他の栄養素とのバランスを考慮した適切な食事であればならず、現行の食事摂取基準（2005年版）<sup>13)</sup>ではSおよびn-6系とn-3系FAの目標量および目安量が策定されている。

本報では、現在アレルギー疾患を有する学生と既往歴を持つ学生の栄養改善やQOL向上のための資料を得ることを目的に、日常食における栄養素摂取量の実態について健常学生と比較検討した。さらに、血清FA濃度、赤血球膜FA量および一般血液検査データに基づいて、日常食の食事FA摂取状況がどのように血清FAおよび赤血球膜FA構成に反映しているかについても比較検討した。

## II 研究方法

### 1. 対象

19～20歳の食物専攻女子学生128人に、アレルギー疾患や生活習慣病予防としてのセルフ栄養アセスメントの意義とアレルギー疾患について説明

した。さらに、血液検査やアンケート調査結果を、栄養指導資料として研究用に使用し、発表することの同意を得た。食物摂取状況調査は128人全員（100%）について行い、そのうち、身体計測、血液データの欠損値のない学生は121人（95%）であった。

### 2. 方法

対象学生に対して、食物摂取状況調査に関する説明や目安量を推定するスキルを授業中にフードモデルを用いて事前に説明した。1997年、6月、平日3日間の学生自身の食事について料理名および食品量の計量値または目安量を記録表に記入し、その食事記録（一部、24時間思い出し法）を管理栄養士が確認した後、学生自身が栄養価を算出した。

6月下旬、食後約3時間後に身体計測と採血を行った。血液生化学検査は白血球、赤血球、ヘモグロビン、血小板、血糖、総コレステロール、HDLコレステロール、中性脂肪、総蛋白、アルブミン、A/G比、尿酸、尿素窒素、クレアチニン、GOT、GPT、 $\gamma$ GTP、ALP、白血球分画（好酸球、好中球、好塩基球、リンパ球、単球）について行った。

血液5mlは血清分離した後、冷凍保存した。血球分画からBurtonらの方法<sup>14)</sup>を改良して赤血球膜を分取した後、冷凍保存した。各々測定時に解凍後、Folch法<sup>15)</sup>で抽出した脂質をガスクロマトグラフィによって常法<sup>15)</sup>どおり定量し、血清および赤血球膜FA濃度を算出した。

質問票により、学生128人を3群に分け、現在、アレルギー疾患（表1）の症状が認められず、また既往歴のない学生を「正常群」（n=59）、中学校時期まで既往歴があるが、高校や大学時期は発症していない学生を「既往群」（n=45）、高校や大学時の現在も有症である学生を「アレルギー群」（n=24）とした。既往群とアレルギー群について、各々アレルギー疾患名（表1）を訊いた。アレルギー疾患の診断はすべて医師の診断とは限らず、自己診断した場合もアレルギー疾患としたため、よく症状の類似した非アレルギー性疾患も含まれている可能性はある。

### 3. データの解析

1) 食事の栄養素等摂取量、栄養比率および21種類の食事FA摂取量（mg）は、五訂日本食品

表1 アレルギー疾患実態調査

n = 128 (複数回答)

アレルギー疾患名	アトピー性皮膚炎	アレルギー性鼻炎	アレルギー性結膜炎	じんま疹	アナフィラキシー	食物アレルギー**	接触性皮膚炎	薬物アレルギー	気管支喘息	延人数合計
正常群*(人)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(/59人)	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
既往群*(人)	16	23	5	5	0	2	1	0	3	55
(/45人)	35.6%	51.1%	11.1%	11.1%	0.0%	4.4%	2.2%	0.0%	6.7%	
アレルギー群*(人)	7	14	3	5	1	1	1	1	3	36
(/24人)	29.2%	58.3%	12.5%	20.8%	4.2%	4.2%	4.2%	4.2%	12.5%	
(/128人)	5.5%	10.9%	2.3%	3.9%	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%	2.3%	

\* 正常群 (アレルギー疾患有症経験のない学生) : 59人 (46.1%/128人)

\* 既往群 (中学校時期までは既往歴があるが、高校大学時期はアレルギー疾患を発症していない学生) : 45人 (35.2%/128人)

\* アレルギー群 (高校大学時期の現在もアレルギー疾患有症の学生) : 24人 (18.7%/128人)

\*\* 食物アレルギー : 食べ物が原因で消化器症状など、皮膚、呼吸器、目鼻の症状以外の症状を有する

成分表・日本食品脂溶性成分表<sup>16)</sup>が入力された栄養価計算ソフト (ウエルネスウイン) を使用して算定した。同食品成分表にない食品については、類似食品により算定した。

21種類の食事FAについて、食事FA (%) [各食事FA 摂取量 (mg)/食事FA 総摂取量 (mg)] を算出し、つぎに、S群、M群、P群ごとの食事FA (%) の合計値を食事S (%), 食事M (%), 食事P (%) とした。さらに食事P (%) をn-6 (%), n-3 (%) に分け、n-6/n-3比を算出した。

2) 24種類の血清FAについて血清FA (%) [各血清FA (μg/ml)/血清FA 濃度 (μg/ml) 合計] を算出し、食事FAと同様に、血清S (%), M (%), P (%), n-3 (%), n-6 (%) とした。赤血球膜FA量 (24種類) についても、同様に、赤血球膜FA (%) 群を算出した。つぎに、食事FAが吸収、代謝されて、血清および赤血球膜FA組成にどのように反映され、影響を及ぼしているかを検討するために、反映比血清S (%) [血清S (%) / 食事S (%)] を算出し、同様に、反映比血清M (%), P (%), n-6 (%), n-3 (%) を算出した。赤血球膜FAについても、同様に、反映比赤血球膜FA (%) 群を算出した。n-6/n-3比の反映比は算出しなかった。

3) 1), 2) で個人別に算出した各項目および身体計測値について、アレルギー群、既往群、正常群の3群間の平均値の差は、一元配置分散分析 (Tukey法による多重比較) を用いた。食事FA、血清FA、赤血球膜FA相互間の相関分析および

好酸球と食事FAの相関分析 (ピアソンの相関係数r) は対数変換値 (loge) を用いて行った。さらに、血清FA、赤血球膜FA各々に影響する食事FAを検討するために、また、好酸球に影響する食事FAを検討するために重回帰分析 (変数増加法) を行った。以上の重回帰分析は、食事FAのS (%), M (%), n-6 (%), n-3 (%), S (g), M (g), n-6 (g), n-3 (g), n-6/n-3比を説明変数とし、血清FAおよび赤血球膜FAのS (%), M (%), n-6 (%), n-3 (%), n-6/n-3比を従属変数とし、全対象者、アレルギー体質群 (既往群+アレルギー群)、アレルギー群別に行った。各分析については有意性の検定を行い、P<0.05を有意性あり、0.05<=P<0.1を有意傾向あり、とした。統計処理には統計ソフト (SPSS) を使用した。

### III 研究結果

#### 1. アレルギー疾患実態調査

アレルギー疾患アンケート調査対象学生128人の有効回収率は100%であった (表1)。アレルギー群は24人、18.7%/全対象者であり、各人平均1.5 (36/24) 疾患を有していた。調査時点のアレルギー疾患の分布は全対象者中、アレルギー性鼻炎が最も多く、つぎにアトピー性皮膚炎、蕁麻疹、アレルギー性結膜炎、気管支喘息の順に少なくなった。既往群は45人、35.2%/全対象者であり、各人平均1.2 (55/45) 疾患を有し、既往のアレルギー疾患の分布は、アレルギー群と同傾向で

あった。正常群は59人、46.1%/全対象者であった。

## 2. 身体計測および血液検査（生化学検査）の3群間比較

全群（全対象者）の身体計測値（平均値±標準偏差値，表記載略）は，身長 $159.2 \pm 5.2$  cm，体重 $52.1 \pm 7.9$  kg，BMI  $19.1 \pm 3.5$ ，体脂肪率 $24.0 \pm 5.4$ であり，対象学生の体格は肥満とやせの判定図（20～29歳女子）<sup>17)</sup>の「ふつう」であり，いずれの項目においても3群間に統計的な有意差は認められなかった。また，血液検査の白血球，赤血球，ヘモグロビン，血小板，血糖，総コレステロール，HDLコレステロール，中性脂肪，総蛋白，アルブミン，A/G比，尿酸，尿素窒素，クレアチニン，GOT，GPT， $\gamma$ GTP，ALP，白血球分画（好中球，好塩基球，リンパ球，単球）の項目のいずれにおいても3群間に統計的な有意差はなかったが，好酸球数（%）については，正常群1.7，既往群2.6，アレルギー群2.7であり，3群間に有意差はなかったが，アレルギー体質群では正常群より高値（ $t$ 検定 $P=0.022$ ）であった。

## 3. 食事の栄養素等摂取量および食事FA摂取量の3群間比較

栄養素等摂取量（表記載略）について，全群の平均エネルギー摂取量1,440 kcalは，現行の日本人の食事摂取基準<sup>13)</sup>の推定エネルギー必要量（18～29歳女性，身体活動レベルI 1,750 kcal）より低値であり，アレルギー群1,257 kcalは正常群1,487 kcalより（ $P=0.003$ ），また，既往群1,475 kcalより低値（ $P=0.008$ ）であった。蛋白質については，全群の平均52.2 gは推奨量（以下，18～29歳女性）50 gを充足しており，アレルギー群45.6 gは正常群53.4 gより（ $P=0.029$ ），また既往群54.1 gより低値（ $P=0.022$ ）であったが，蛋白質エネルギー比率（以下，%E）は，3群（正常群14.4%E，既往群14.7%E，アレルギー群14.5%E）とも目標量20%E未満であり，3群間に有意差はなかった。脂質について，アレルギー群40.7 gは正常群49.5 gより低値（ $P=0.014$ ）であったが，既往群46.3 gとは有意差がなく，一方，脂肪%E（全群平均29.0%E，正常群29.8%E，既往群28.1%E，アレルギー群28.9%E）は目標量の20～30%E内であり，3群間に有意差はなかった。炭水化物は，アレルギー群174.4 gは正

常群200.6 gより（ $P=0.023$ ），また，既往群205.8 gより低値（ $P=0.008$ ）であったが，炭水化物%Eは3群とも（正常群54.1%E，既往群56.0%E，アレルギー群55.5%E）目標量の50～70%E内であり，3群間に有意差はなかった。

ビタミンA，ビタミンC，ビタミンD，ビタミンEの全群平均値はすべて推奨量，目安量を充足していなかったが，3群間に有意差はなかった。コレステロールの全群平均値225 mgは目標量内で問題はなく，また，3群間に有意差はなかった。食物繊維総量の全群平均値8.3 gは目標量を充足していなかったが，アレルギー群7.2 gは正常群8.4 gより少ない傾向（ $P=0.075$ ）を示し，既往群8.7 gより少なかった（ $P=0.036$ ）。

食事FAについて（表2），全群平均値（記載略）は，食事S（g）9.68 gは目標量7.2～11.2 g「4.5～7%E」の範囲であり，食事n-6（g）6.88 gは目標量「10%E未満」，目安量10 gの範囲内であったが，食事n-3（g）1.63 gは目標量「2.2 g以上」に満たなかった。また，アレルギー群は正常群より食事M（g），M（%）が有意に少なかった（表2）。食事S（g）は正常群より少ない傾向であった。その他の食事FA群およびn-6/n-3比は3群間に有意差はなかった。

## 4. 血清FA，赤血球膜FAおよび反映比の3群間比較

分散分析の結果（表2），反映比赤血球膜M（%）についてアレルギー群は最も高値であったが，その他の血清FA（%），赤血球膜FA（%），反映比血清（%）および反映比赤血球膜FA（%）に有意差はなかった。

## 5. 食事FAが血清FA，赤血球膜FAおよび好酸球に及ぼす影響

血清FAと食事FAの相関分析の結果（表記載略），全対象群においては，血清n-3（%）と食事S（%）との間に弱い正の相関（ $r=0.196$ ， $P=0.032$ ）があり，また食事n-6（%）との間に弱い負の相関（ $r=-0.181$ ， $P=0.048$ ）が示された以外，相関関係はみられなかった。また，アレルギー体質群においては血清S（%）と食事M（%）との間に弱い負の相関（ $r=-0.251$ ， $P=0.042$ ），また血清M（%）と食事n-6/n-3比との間に弱い正の相関（ $r=0.243$ ， $P=0.050$ ）がみられた。

赤血球膜FAと食事FAの相関分析の結果（表

表2 食事FA摂取量, 血清FA(%), 赤血球膜FA(%)および反映比\*\*の3学生群(平均値)間の一元配置分散分析\*  
n=121正常群(55人), 既往群(43人), アレルギー群(23人)

アレルギー群と他群とのP値	学生群	S飽和FA	M一価不飽和FA	P多価不飽和FA	n-6系多価不飽和FA	n-3系多価不飽和FA	n-6/n-3比
食事FA(g)	正常群	10.35	14.16	8.93	7.27	1.66	4.61
	既往群	9.44	12.83	8.41	6.76	1.65	4.37
	アレルギー群	8.47	11.11	7.69	6.17	1.52	4.29
正常群とのP値		0.051	0.007	0.149	0.105	0.615	0.460
既往群とのP値		0.473	0.218	0.543	0.539	0.680	0.964
食事FA(%)	正常群	30.42	42.33	27.25	22.13	5.13	4.61
	既往群	31.23	41.60	27.17	21.86	5.31	4.37
	アレルギー群	31.03	40.55	28.42	22.84	5.57	4.29
正常群とのP値		0.873	0.014	0.588	0.727	0.456	0.460
既往群とのP値		0.986	0.244	0.570	0.574	0.779	0.964
血清FA(%)	正常群	32.24	21.45	46.33	39.06	5.57	7.32
	既往群	31.96	21.46	46.58	40.92	5.63	7.71
	アレルギー群	32.85	21.56	45.61	40.04	5.53	7.62
正常群とのP値		0.263	0.975	0.569	0.801	0.736	0.793
既往群とのP値		0.074	0.982	0.382	0.486	0.957	0.981
赤血球膜FA(%)	正常群	46.67	20.27	33.10	24.85	8.23	3.13
	既往群	46.80	20.00	33.24	24.87	8.36	3.12
	アレルギー群	47.58	20.42	31.73	23.99	7.73	3.32
正常群とのP値		0.286	0.877	0.382	0.351	0.729	0.883
既往群とのP値		0.429	0.421	0.317	0.368	0.564	0.841
反映比** 血清FA(%)	正常群	1.08	0.51	1.80	1.92	1.32	
	既往群	1.05	0.52	1.78	1.94	1.17	
	アレルギー群	1.07	0.54	1.66	1.82	1.06	
正常群とのP値		0.968	0.093	0.298	0.517	0.144	
既往群とのP値		0.884	0.319	0.451	0.438	0.700	
反映比** 赤血球膜FA(%)	正常群	1.56	0.48	1.28	1.18	1.84	
	既往群	1.53	0.48	1.27	1.18	1.75	
	アレルギー群	1.58	0.51	1.17	1.09	1.54	
正常群とのP値		0.995	0.006	0.264	0.358	0.300	
既往群とのP値		0.939	0.009	0.392	0.399	0.564	

\* 多重比較 (Tukey 法)

正常群と既往群間はずべて  $P > 0.05$  で有意でなかった。

\*\* 反映比 =  $\frac{\text{血清FA}(\%) \text{ または 赤血球膜FA}(\%)}{\text{食事FA}(\%)}$

3), 全対象者においては, 赤血球膜S(%)と食事M(g), M(%)間, 赤血球膜M(%)と食事M(%)間, 赤血球膜n-6(%)と食事n-6(%)間には正の相関があった。しかし, 赤血球膜n-3(%)は, 食事M(%), M(g), n-3(g), n-6(g)との間に負の相関が, 食事S(%)との間に正の

相関傾向がみられた。また, 赤血球膜n-6/n-3比は, 食事M(%), M(g), n-3(g), n-6(g)との間に正の相関が, また食事S(%)との間に負の相関がみられた。アレルギー体質群の相関分析(表3)においては全対象者の場合と同様な相関関係がみられたが, 赤血球膜n-6(%)と食事

表3 食事 FA と赤血球膜 FA との単相関分析

全対象者	n=121	食事 S (%)	食事 M (%)	食事 N3 (%)	食事 N6 (%)	食事 N6N3 比	食事 S (g)	食事 M (g)	食事 N3 (g)	食事 N6 (g)
赤血球膜 S (%)	r	0.032	0.179	-0.066	-0.097	0.011	0.165	0.195	0.079	0.106
	P 値	0.725	0.049	0.469	0.287	0.901	0.071	0.032	0.389	0.246
赤血球膜 M (%)	r	-0.124	0.278	-0.038	0.022	0.063	0.040	0.156	0.055	0.114
	P 値	0.176	0.002	0.683	0.812	0.494	0.664	0.087	0.550	0.214
赤血球膜 N3 (%)	r	0.161	-0.245	-0.031	-0.047	0.004	-0.146	-0.282	-0.209	-0.257
	P 値	0.078	0.007	0.738	0.609	0.966	0.110	0.002	0.021	0.004
赤血球膜 N6 (%)	r	-0.132	-0.160	0.135	0.183	-0.034	-0.108	-0.081	0.059	0.048
	P 値	0.148	0.079	0.140	0.044	0.709	0.240	0.379	0.524	0.602
赤血球膜 N6N3 比	r	-0.242	0.210	0.095	0.134	-0.020	0.120	0.288	0.265	0.315
	P 値	0.007	0.021	0.302	0.142	0.832	0.190	0.001	0.003	<0.001
アレルギー体質群	n=66	食事 S (%)	食事 M (%)	食事 N3 (%)	食事 N6 (%)	食事 N6N3 比	食事 S (g)	食事 M (g)	食事 N3 (g)	食事 N6 (g)
赤血球膜 S (%)	r	-0.092	0.216	0.083	-0.049	-0.126	0.145	0.220	0.188	0.148
	P 値	0.465	0.081	0.506	0.696	0.312	0.245	0.075	0.130	0.234
赤血球膜 M (%)	r	-0.274	0.366	0.094	0.113	-0.029	0.029	0.219	0.172	0.195
	P 値	0.026	0.003	0.452	0.366	0.817	0.814	0.077	0.167	0.116
赤血球膜 N3 (%)	r	0.300	-0.321	-0.165	-0.112	0.109	-0.167	-0.353	-0.325	-0.332
	P 値	0.014	0.009	0.185	0.369	0.383	0.180	0.004	0.008	0.007
赤血球膜 N6 (%)	r	-0.014	-0.180	-0.025	0.115	0.106	-0.055	-0.081	-0.051	0.010
	P 値	0.911	0.147	0.841	0.357	0.398	0.663	0.519	0.685	0.939
赤血球膜 N6N3 比	r	-0.347	0.284	0.177	0.180	-0.077	0.166	0.366	0.348	0.382
	P 値	0.004	0.021	0.155	0.149	0.539	0.183	0.003	0.004	0.002

r: 対数変換値によるピアソンの相関係数

n-6 (%) 間の正の相関はなかった。重回帰分析の結果 (全対象者), 赤血球膜 S (%) には食事 M (g) (標準化回帰係数0.195,  $P=0.032$ ) が, 赤血球膜 M (%) には食事 M (%) (標準化回帰係数0.278,  $P=0.002$ ) が, 赤血球膜 n-6 (%) には食事 n-6 (%) (標準化回帰係数0.183,  $P=0.044$ ) が, 赤血球膜 n-6/n-3 比には食事 n-6 (g) (標準化回帰係数0.315,  $P<0.001$ ) が最も正の影響を及ぼすことが認められた。しかし, 赤血球膜 n-3 (%) には食事 M (g) (標準化回帰係数-0.282,  $P=0.002$ ) が最も負の影響を及ぼすことが認められた。

赤血球膜 FA と血清 FA の相関分析の結果 (表

4), 全対象者において, 赤血球膜 S (%) と有意な相関関係がみられた血清 FA はなかったが, 赤血球膜 M (%) には血清 M (%) が, 赤血球膜 n-3 (%) には血清 n-3 (%) が, 赤血球膜 n-6 (%) には血清 n-6/n-3 比が, 赤血球膜 n-6/n-3 比には血清 n-3 (%) が最も強い相関がみられた。アレルギー体質群において, また, アレルギー群 (表記載略) においても, 全対象者の場合 (表4) と類似の強い相関がみられたが, 赤血球膜 n-3 (%) と血清 n-3 (%) 間の相関のみがアレルギー体質群およびアレルギー群のいずれの群においてもみられなかった。

好酸球と食事 FA 間の相関分析 (全対象者) の

表4 赤血球膜 FA と血清 FA との単相関分析

全対象者	n = 121	血清 S (%)	血清 M (%)	血清 N3 (%)	血清 N6 (%)	血清 N6N3 比
赤血球膜 S (%)	r	0.157	0.031	0.132	-0.150	-0.159
	P 値	0.086	0.737	0.152	0.102	0.083
赤血球膜 M (%)	r	-0.068	0.466	0.036	-0.310	-0.124
	P 値	0.459	<0.001	0.699	0.001	0.179
赤血球膜 N3 (%)	r	0.046	-0.177	0.256	-0.021	-0.229
	P 値	0.619	0.053	0.005	0.818	0.012
赤血球膜 N6 (%)	r	-0.154	-0.109	-0.448	0.352	0.494
	P 値	0.094	0.235	<0.001	<0.001	<0.001
赤血球膜 N6N3 比	r	-0.120	0.155	-0.488	0.178	0.478
	P 値	0.193	0.092	<0.001	0.052	<0.001
アレルギー体質群	n = 66	血清 S (%)	血清 M (%)	血清 N3 (%)	血清 N6 (%)	血清 N6N3 比
赤血球膜 S (%)	r	0.127	0.001	0.199	-0.170	-0.223
	P 値	0.309	0.992	0.109	0.172	0.072
赤血球膜 M (%)	r	-0.042	0.381	0.140	-0.303	-0.208
	P 値	0.736	0.002	0.263	0.013	0.094
赤血球膜 N3 (%)	r	0.055	-0.135	0.196	-0.034	-0.182
	P 値	0.660	0.279	0.115	0.788	0.144
赤血球膜 N6 (%)	r	-0.123	-0.028	-0.541	0.356	0.576
	P 値	0.324	0.821	<0.001	0.003	<0.001
赤血球膜 N6N3 比	r	-0.118	0.141	-0.465	0.198	0.464
	P 値	0.346	0.257	<0.001	0.112	<0.001

r : 対数変換値によるピアソンの相関係数

表5 好酸球数と食事 FA との単相関分析

全対象者	n = 121	食事 S (%)	食事 M (%)	食事 N3 (%)	食事 N6 (%)	食事 N6N3 比	食事 S (g)	食事 M (g)	食事 N3 (g)	食事 N6 (g)
好酸球数 (%)	r	-0.141	-0.028	0.218	0.109	-0.192	-0.177	-0.130	0.061	-0.065
	P 値	0.117	0.759	0.015	0.226	0.032	0.048	0.149	0.501	0.472
アレルギー体質群	n = 66	食事 S (%)	食事 M (%)	食事 N3 (%)	食事 N6 (%)	食事 N6N3 比	食事 S (g)	食事 M (g)	食事 N3 (g)	食事 N6 (g)
好酸球数 (%)	r	-0.122	0.008	0.160	0.073	-0.13	-0.062	-0.002	0.096	0.031
	P 値	0.326	0.951	0.197	0.558	0.296	0.620	0.988	0.437	0.803

r : 対数変換値によるピアソンの相関係数

好酸球と血清 FA との相関, 好酸球と赤血球膜 FA との相関はすべて  $P > 0.05$  で有意でなかった。

結果(表5),好酸球と食事n-3(%)間に正の相関があり,好酸球と食事n-6/n-3比間および食事S(g)間に弱い負の相関がみられた。重回帰分析の結果,好酸球には食事n-3(%)が最も正の影響(標準化回帰係数=0.218,  $P=0.015$ )を及ぼすことが認められた。また,アレルギー体質群における好酸球と食事FA群間の相関分析の結果(表5),統計学上有意な相関はなかった。

#### IV 考 察

アレルギー群の脂肪酸栄養の指導上有用な科学的知見を得るために,食事FAの血清FAおよび赤血球膜FA組成への関与とそれらのアレルギー疾患との関係を検討した。

本調査のアレルギー疾患の分布をアレルギー症状別にみると,目鼻の症状をもつアレルギー性鼻炎とアレルギー性結膜炎が最も多く(合計13.2%),つぎに皮膚の症状をもつアトピー性皮膚炎,蕁麻疹と接触性皮膚炎が多く(合計10.2%),つぎに呼吸器の症状の気管支喘息(2.3%)の順に少なくなり,全国調査(2003年厚生労働省保健福祉動向調査)<sup>18)</sup>のアレルギー症状の分布(15~19歳,20~24歳)と同傾向であった。したがって,本報の対象者のアレルギー群,19~20歳の現在においては,全国女性(15~19歳,20~24歳)と同様に,目鼻の症状をもつアレルギー疾患が多く,生活環境要因の花粉など吸入性アレルゲンの影響をうけている学生が多いことが推測される。

まず,栄養素等摂取量,身体計測値および血液検査値について3群間を比較した。アレルギー群はエネルギー,蛋白質,脂質,炭水化物の摂取が正常群より,また,エネルギー,蛋白質,炭水化物,食物繊維の摂取は既往群より低値であったにもかかわらず,身長,体重,BMI,体脂肪率および好酸球以外の血液検査値は他群と有意差はなかった。したがって,アレルギー群の栄養素摂取量の低値は,体格には影響を与えるほどではなかったと考えられるが,好酸球数については,アレルギー体質群は正常群より高値( $t$ 検定  $P=0.022$ )であったことから,好酸球数にはアレルギー疾患の影響<sup>19)</sup>の可能性が考えられる。

食事FA(表2)について3群間を比較すると,アレルギー群は,正常群より食事M(g),食事

M(%)が少なく,食事S(g)は少ない傾向であった。これらの食事FAの全群平均値は,S(g)は現行の食事摂取基準<sup>13)</sup>の目標量の範囲内であり,M(g)(平均摂取量13.12g)の目標量は設定されていない。n-6系FAは,リノール酸が炎症を惹起するプロスタグランジンやロイコトリエンを生成するので多量摂取時の安全性が危惧され<sup>13)</sup>,目安量10g,目標量10%E(16g/1,440kcal)未満と設定されているが,対象学生の場合,食事n-6(g)平均摂取量6.88gは摂取過多ではない。n-3系FAの生理作用はn-6系FAとの競合だけで生じるのではなく,n-3系FA独自の生理作用も考えられるので,現行の食事摂取基準はn-6/n-3比ではなく,n-3系FA独自の目標量2.2g以上が設定されている<sup>13)</sup>。全対象者の食事n-3(g)平均摂取量1.63gは目標量を充足していないことから,食事n-3系FAの摂取を増加した方がよいと考えられるが,一方,全対象者の食事n-3(%)は好酸球との間に正の相関がみられた(表5)。先行研究<sup>13)</sup>では,n-3系FAはアレルギー疾患の予防に働く可能性を示唆する基礎研究は存在するもののアトピー性皮膚炎またはアレルギー性喘息患者に対する介入研究でも著明な効果は認められていない。また,n-3系FAは酸化されやすく,過剰摂取により人体に有害な過酸化脂質の増加が想定され,アレルギー疾患に対する影響は不明である<sup>13)</sup>とされている。全対象者のn-3(%)平均摂取量1.63g(アレルギー群1.52gを含む)を2.2g以上に増加した方がよいか否かについては今後,介入試験や前向きコホート研究などで検討を要する。

つぎに,分散分析(表2)と相関分析両結果から食事FAの血清FAおよび赤血球膜FA組成への関与とそれらのアレルギー疾患との関係を検討した。食事n-3(%) (g),血清n-3(%),赤血球膜n-3(%)およびそれらの反映比についてはアレルギー群と他の群間に統計学的に有意差はなく,アレルギー疾患の関与はみられなかった(表2)。一方,全対象者では,食事FAと血清FA間の相関分析(記載略)において,血清n-3(%)は食事S(%)との間に正の相関が,食事n-6(%)との間に負の相関がみられ,重回帰分析結果より食事S(%)を多く摂取すると血清n-3(%)は高値になることが示唆された。

アレルギー群は、食事 M (g) および M (%) は正常群より低値であり、反映比赤血球膜 M (%) は最も高値であった (表2)。一方、アレルギー体質群では、赤血球膜 M (%) は、食事 M (%) との間で正の相関が、食事 S (%) との間で負の相関があった (表3)。アレルギー群 (記載略) においても、赤血球膜 M (%) は、食事 M (%) と正の相関 ( $r=0.423$ ,  $P=0.044$ ) が、食事 S (%) と負の相関傾向 ( $r=-0.393$ ,  $P=0.063$ ) がみられた。したがって、アレルギー体質群について、食事 S (%) を増加し、食事 M (%) を減少すれば赤血球膜 M (%) は低値になることが示唆された。先行研究において動物性脂肪に多い鎖長16, 18のSは体内で容易にMに変わり、両者の栄養学的な差は明確でなく<sup>7)</sup>、SとMはエイコサノイドに変換されず<sup>9)</sup>、また、Mのオレイン酸は体内でSから合成され<sup>10,11)</sup>、必須FA欠乏がC16:0のC16:1 n-7への、そしてC18:1のC20:3 n-9系への不飽和化を促進させる<sup>10,11)</sup>と報告されている。本研究のアレルギー群は正常群より食事 M (g)、M (%) は少なく (表2)、また、食事 S (g) も少ない傾向 (表2) であり、反映比赤血球膜 M (%) は高値であり、この報告と一致する。したがって、アレルギー群では食事 S (%) 摂取を増加すると赤血球膜 M (%) は低値になる可能性が示唆された。対象者の3群ともに、食事 S (g) は食事摂取基準の目標量7.2~11.2gの範囲内であるが、アレルギー群の食事 S (g) 8.47gは正常群より少ない傾向がみられ (表2)、アレルギー群の食事 S (%) は増加させてもよいと考えられる。

一方、アレルギー体質群を含む全対象者の赤血球膜 FA と食事 FA の相関分析結果 (表3) より、赤血球膜 n-6/n-3 比は、食事 n-6/n-3 比と相関が認められず、食事 M (g)、食事 n-3 (g)、食事 n-6 (g) と強く正に相関していることから、食事 M (g)、食事 n-3 (g)、食事 n-6 (g) の摂取を増加することは、赤血球膜 n-6/n-3 比を高値にする可能性があり、食事 n-6/n-3 比の摂取よりも栄養指導上留意する必要がある。

最後に、相関分析結果について総合的に検討し、アレルギー疾患の関与を検討した。食事 FA と血清 FA の相関分析 (記載略) において、全対象者の血清 n-3 (%) と食事 S (%) 間 (正)、食

事 n-6 (%) 間 (負) の弱い相関以外、食事 FA 摂取量は血清 FA 値に反映されていなかった。この理由として、本研究は、3日間の食事調査後、2週間から約1月経過後に採血した血清や赤血球膜 FA 濃度測定値であるためと考えられる。したがって本研究のような食事直後の血液検査値でない日常食の栄養アセスメントにおいては栄養摂取量の適否を血清 FA 値で判断することは適切でないと考えられる。しかし、赤血球膜 FA と血清 FA との相関分析 (表4) より、全対象者において、S (%) 以外の赤血球膜 FA 値は、その対応する血清 FA 値を強く反映することが示されたことから、栄養アセスメントにおいては、血清 FA 濃度から赤血球膜 FA 値を予測することは可能であると考えられる。S は最も重要なエネルギー源として速やかに代謝される<sup>10,11)</sup>のであろう。しかし、全対象者に認められた赤血球膜 n-3 (%) と血清 n-3 (%) 間の強い相関 ( $P=0.005$ ) のみが、アレルギー体質群 (表4) およびアレルギー群 (表記載略) に認められなかったことから、アレルギー疾患が n-3 (%) の代謝に関与していることが推測される。

好酸球数と食事 FA について (表5)、全対象者において、重回帰分析の結果、食事 n-3 (%) は好酸球数に、有意に正の影響を及ぼすことが示された。一方、アレルギー体質群においては、血液検査値より体内組織では好酸球の浸潤、遊走が惹起されていると推測される (t 検定  $P=0.022$ ) が、好酸球と統計的には有意に相関する食事 FA はなかった (表5) ことから、本研究のアレルギー体質群は食事 FA の影響は少なく、アレルギー疾患実態調査結果と合わせて食事よりも環境因子の影響を多く受けているのではないかと推測される。好酸球に影響する食事 n-3 (%) およびそれ以外の FA の影響についてはさらに検討を要する。なお、本研究は女子大学生という偏った対象者の断面研究であり、また相関関係は必ずしも因果関係を示さないもので、n-3 系 FA と好酸球間の因果関係は、本研究では明確にできないが、さらなる長期間の追跡調査など詳細な検討が必要である。

本研究を進めるにあたり、ご指導、ご校閲いただきました神戸大学大学院医学系研究科 環境応答医学講

座 西尾教授に謝意を表します。

なお、本論文の一部のデータは、第55, 56, 58回日本公衆衛生学会総会で発表した成果をまとめたものである。

(受付 2003.11.19)  
(採用 2007. 1.31)

## 文 献

- 1) 奥山治美. コレステロールでなかった, 動脈硬化・心疾患の主危険因子—n-6/n-3 比が7割, コレステロールは3割か. 脂質栄養学 1999; 8: 25-35.
- 2) 藤山佳秀, 内原啓次, 馬場忠雄. アラキドン酸カスケードと粘膜障害. 名蔵 宏, 編. 医学のあゆみ (別) 食物アレルギーの最前線. 東京: 医歯薬出版, 1999; 39-45.
- 3) 秀 道弘, 山本昇荘. アトピー性皮膚炎と食物アレルギー. 名蔵 宏, 編. 医学のあゆみ (別) 食物アレルギー最前線. 東京: 医歯薬出版, 1999; 99-103.
- 4) 鳥居新平, 山田政功, 菊池 哲, 他. n-3 系列多価不飽和脂肪酸強化食のアトピー性皮膚炎に対する効果, n-3 系列多価不飽和脂肪酸強化食品イオパールを用いた他施設 placebo controlled cross over trial による検討. 日本小児アレルギー学会誌 1995; 9 (2): 67.
- 5) Lene FA, Kari S, Christian AD. Very long chain n-3 fatty acids as biomarkers for intake of fish and n-3 fatty acid concentrates. *Am J Nutr* 1996; 64: 305-11.
- 6) Kelley DS, Rudolph IL. Effect of individual fatty acids of omega-6 and omega-3 type on human immune status and role of eicosanoids. *Nutrition* 2000; 16: 143-145.
- 7) 三浦総一郎, 藤森 斉. 腸管リンパ球の migration と腸管アレルギー. 名蔵 宏, 編. 医学のあゆみ (別) 食物アレルギー最前線. 東京: 医歯薬出版, 1999; 25-29.
- 8) Leaf A, Kang JX, Xiao YF, et al. The Antiarrhythmic and Anticonvulsant Effects of Dietary N-3 Fatty Acids. *J Membrane Biol* 1999; 172: 1-11.
- 9) 印南 敏. 脂質摂取量の推奨値に対する考え方. 脂質栄養学 1997; 6: 57-70.
- 10) 板倉広重, 菅野道廣, 石井俊次, 他. 脂肪酸の働きと摂取比率. 脂質研究の最新情報. 東京: 第一出版株式会社, 2000; 27-54.
- 11) 鈴木満雄. オレイン酸の機能. *臨床栄養* 2001; 99: 426-429.
- 12) 健康・栄養情報研究会. 第六次改定 日本人の栄養所要量 食事摂取基準. 東京: 第一出版株式会社, 1999; 41-54.
- 13) 厚生労働省策定. 日本人の食事摂取基準 (2005年版). 東京: 第一出版株式会社, 2005; 62-63.
- 14) Burton GW, Ingold KU, Thompson KE. An improved procedure for the isolation of ghost membranes from human red blood cells. *Lipids* 1989; 16: 946.
- 15) 藤野安彦. 脂質分析法入門. 東京: 学会出版センター, 1978; 42-225.
- 16) 科学技術庁資源調査会. 五訂 食品成分表. 東京: 女子栄養大学出版部, 2000; 44-565.
- 17) 厚生労働省保健医療局健康増進栄養課. 日本人の肥満とやせの判定図 S61年. 香川芳子. 五訂 食品成分表. 東京: 女子栄養大学出版部, 2001; 344-347.
- 18) 厚生労働省. 2003年厚生労働省保健福祉動向調査結果. *栄養日本* 2004; 47(8): 39.
- 19) 藤沢隆夫. アレルギーと好酸球. 森田 寛, 永倉俊和. アレルギー疾患イラストレイテッド. 東京: 学会出版センター, 1978; 182-196.

## DIETARY FATTY ACID INTAKE AND CONCENTRATIONS IN SERUM AND ERYTHROCYTE MEMBRANES OF STUDENTS WITH ALLERGIC DISEASE

Hiromi NAKANO\* and Kimiaki SUMINO<sup>2\*</sup>

**Key words** : dietary fatty acids, erythrocyte membrane fatty acids, serum fatty acids, n-3 polyunsaturated fatty acids, allergic disease

**Purpose** An attempt was made to utilize accumulated scientific evidence for nutritional guidance concerning dietary fatty acids (FAs) for students with allergic diseases

**Methods** A questionnaire survey on dietary fatty acid intake was conducted with 128 women students aged 19~20. In addition to hematological and physical examinations, fatty acid analyses were performed with serum and erythrocyte membrane samples using gas chromatography. Based on the answers to questions about allergic diseases, the subjects were divided into three groups (59 healthy students, 45 with previous experience of allergies, and 24 with allergies). We then investigated the influences of dietary fatty acids and other nutritional components on fatty acid compositions of serum and erythrocyte membranes, and statistically analyzed the results by comparing the three groups.

**Results** 1) Dietary n-3 (g) intake by all students was lower than the tentative dietary goal in the Dietary Reference Intakes. However, there were no effects of allergic diseases on physical measurements and blood test data. Dietary n-3 (g) was negatively correlated with erythrocyte membrane n-3 (%), and dietary n-3 (%) was positively correlated with the number of acidophils (%). In addition, a positive correlation was found between serum n-3 (%) and dietary S (Saturated fatty acid) (%).

2) For the allergic group, the ratio of erythrocyte membrane M (Monounsaturated fatty acid) (%) to dietary M (%) was high. For the allergic predisposition group (allergic subjects and subjects with past history of allergic disease), a negative correlation was found between erythrocyte membrane M (%) and dietary S (%).

**Conclusion** Dietary n-3 (g) was insufficient in all subjects enrolled in this study, but erythrocyte membrane n-3 (%) decreased with increase of dietary n-3 (g). There was a tendency for acidophil number (%) to increase with the dietary n-3 (%). Therefore, it was suggested that if nutritional guidance is to be made with attention to increasing dietary S (%), it should be stressed that serum n-3 (%) might become elevated and erythrocyte membrane M (%) depressed, especially in those with a predisposition to allergies.

---

\* Department of Food Science, Shukugawa Gakuin College

<sup>2\*</sup> Division of Public Health, Department of Environmental Health and Safety, Faculty of Medicine, Kobe University Graduate School of Medicine