

チン)、イソフラボン類、カテキン類、非カルボキシル化オステオカルシン、PTH、レプチン、アディポネクチン、トータル PAI-I (tPA/PA1 複合体)、高感度 CRP、IgE。採血量が、上記全項目の測定に充分でない場合は、一部の項目のみについて測定する。測定項目の選択は研究者が行い、対象者は行わない。

なお、遺伝子情報の測定は行わない。

- 7) 24 時間蓄尿。24 時間(起床後最初の排尿直後から翌日の起床後最初の排尿まで)に排泄された全尿を採取する。蓄尿は 1 回。採取した尿を用いた測定予定項目は次のとおり。

ナトリウム、カリウム、クレアチニン、尿素窒素、無機リン、カルシウム、骨代謝マーカー(N-テロペプチドクロリンドコラーゲンタイプ I、デオキシピリジノリン)、ヨウ素、カドミウム、セレン、チアミン、リボフラビン、4-ピリドキシン酸(ピリドキサールの異化代謝産物)、ニコチンアミド、N1-メチルニコチンアミド(ニコチンアミドの異化代謝産物)、N1-メチル-2-ピリドン-5-カルボキサミド(ニコチンアミドの異化代謝産物)、N1-メチル-4-ピリドン-3-カルボキサミド(ニコチンアミドの異化代謝産物)、シアノコバラミン、プテロイルモノグルタミン酸、パントテン酸、ピオチン、アスコルビン酸、2,3-ジケトグルロン酸(アスコルビン酸の異化代謝産物)、タウリン、メチルヒスチジン。

- 8) 随時尿。測定項目は 24 時間蓄尿と同じ。

B-3. 鉄欠乏性貧血の定義

血液検査項目のうち、ヘモグロビン濃度と血清フェリチン値から鉄欠乏性貧血の有無を診断した。診断基準は表 1 のとおり。“鉄欠乏状態”を鉄欠

乏性貧血に潜在性鉄欠乏を加えたものと定義し、これを解析では使用した。なお、いずれの基準にも当てはまらない症例が 2 例存在したが、ヘモグロビン濃度は<12 g/dl、血清フェリチン値は ≥ 12 ng/ml という症例であり、炎症性疾患や骨髄の障害による貧血などが考えられたため、これらの 2 例は解析から除外した。

B-4. 統計処理

研究に参加した対象者のうち、血液検査を受けたのは 474 名であった。そのうち、ヘモグロビン濃度、血清フェリチン値の結果のない者、月経に関する質問に回答のなかった者(以上 12 名)、エネルギー摂取の極端に多い者と少ない者

(1000kcal/day 以下もしくは 3500kcal/day 以下、7 名)、鉄を含有するサプリメントを使用している者(22 名)、鉄欠乏性貧血の定義に当てはまらないもの(前述、2 名)、治療中の疾患ある者(喘息、甲状腺疾患、糖尿病、腎疾患、胃腸疾患、合計 17 名)を除いた 417 名を解析対象とした。

鉄欠乏状態の有無を従属変数とし、25 の栄養因子と 5 つの生活因子、3 つの健康因子を独立変数として、ロジスティック回帰分析を行った。栄養因子としては、総摂取エネルギー、12 の栄養素(蛋白質、炭水化物、脂質、総食物繊維、カルシウム、鉄、ビタミン A、ビタミン C、ビタミン D、 α -トコフェロール、ビタミン B₁₂、葉酸)、10 の食品群(肉類、魚類、穀物、乳製品、緑黄色野菜、その他の野菜、豆類、イモ類、果物、卵)、紅茶、コーヒーを検討した。栄養因子は 5 分位で集団を分割し、低摂取群を基準として解析を行った。生活因子としては、居住地方(北部:東北・関東、中部:東海・北陸・近畿、南部:中国・九州)、居住地の人口規模(人口 100 万人以上の市部、人口 100 万人未満の市部、町または村)、現在の喫

煙状態（なし、あり）、飲酒状態（なし、総摂取カロリーの1%未満、総摂取カロリーの1%以上）、運動量（METs で表記。）を、健康因子としては、body mass index と月経周期（規則的、不規則、稀発またはなし）、経血量（多い、普通、少ない）を検討した。

解析結果は、鉄欠乏状態の有無に対する各因子の関連の程度を、オッズ比とその95%信頼区間で表記した。ロジスティック回帰分析は単変量、多変量ともに行ったが、結果は同一であったため、多変量解析の結果のみ提示した。統計ソフトは、SAS version9.1 を使用した。両側検定の結果、 $p < 0.05$ の際に、統計学的に有意と判断した。

C. 結果

表2に、解析に含めた対象者の背景を示す。対象者は417名、平均年齢は19.6歳、平均総摂取エネルギーは1748 kcal/day、平均鉄摂取量は3.9 mg/1000 kcalであった。73名（17.5%）が貯蔵鉄欠乏、31名（7.4%）が鉄欠乏性貧血であった。

表3に、鉄欠乏性貧血の有無に対する栄養因子の関連の程度を、オッズ比とその95%信頼区間で示した。栄養因子は摂取量により対象集団を5分位で分割し、低摂取群を基準として多変量解析（ロジスティック回帰）を行った。鉄摂取量は、鉄欠乏状態の有無と関連がなかった。さらに、他のどの栄養因子も、鉄欠乏状態の有無と関連がなかった。

表4に、鉄欠乏性貧血の有無に対する生活・健康因子の関連の程度を、表3と同様の方法で示した。月経周期が不規則な（頻度が低くなる）ほど、鉄欠乏状態の有病率が高くなった。規則的な月経のある群と比較して、月経がほとんど、あるいは全

くないと答えた群では、鉄欠乏状態であることのオッズ比は、モデル2を用いた場合、0.33（95%信頼区間：0.13, 0.89）であった。また、経血量が多いと答えた群では、鉄欠乏状態の有病率が高かった。経血量が普通であると答えた群に対し、多いと答えた群では、鉄欠乏状態であることのオッズ比はモデル1を用いて2.14（95%信頼区間：1.31, 3.48）、モデル3を用いて2.06（95%信頼区間：1.27, 3.34）であった。さらに、統計学的に有意ではなかったものの、経血量が少ないと答えた群では、普通の群と比較して鉄欠乏状態の有病率が低い傾向が見られた。それ以外の生活・健康因子は鉄欠乏状態の有無と関連がなかった。

D. 考察

本研究の対象集団では潜在性鉄欠乏の有病率は17.5%、鉄欠乏性貧血の有病率は7.4%であった。1992年に発表された先行研究では、11～90歳の女性における潜在性鉄欠乏有病率が41.4%、鉄欠乏性貧血の有病率が8.5%と報告されており、本研究対象者のそれぞれの有病率は比較的低いと考えられた。

鉄欠乏状態の発生に関連する栄養素、食品はこれまでに数多く報告されており、ビタミンC、肉類、有機酸、ビタミンAなどが鉄の吸収を促進し、フィチン酸、ポリフェノール、カルシウム、乳製品、大豆タンパクなどは鉄の吸収を阻害すると考えられてきた。本研究では、有機酸、フィチン酸については検討できなかったものの、他の栄養素、食品については、鉄摂取量も含め、鉄欠乏状態との関連を見出すことはできなかった。

一方、月経周期および経血量については、月経が規則的にあり、経血量も多いほど、鉄欠乏状態

の発生が多く認められた。よって、本研究の対象集団においては、鉄の摂取量よりも鉄の喪失量のほうが、鉄欠乏状態の発生により大きな影響を及ぼしていた可能性がある。

本研究の限界としては、まず、対象集団の特殊性が挙げられる。対象者は自覚的には健康な若年女性に限られ、全て栄養関連学科の学生であり、一般集団と比較して背景が均質であった。第二に、潜在性鉄欠乏、鉄欠乏性貧血のそれぞれの定義が、先行研究においても様々であることが挙げられる。本研究では主要な先行研究に倣い、ヘモグロビン濃度と血清フェリチン値を鉄欠乏状態の分類に用いたが、血清フェリチン値は炎症性疾患や悪性疾患などでも上昇することがあり、解釈に注意を要することがある。第三に、月経の状態に関する評価が調査票に対する主観的な回答からなされており、経血量の測定などの客観的な指標に基づいたものではないことが挙げられる。最後に、本研究は断面研究であり、鉄欠乏性貧血を自覚している対象者が、鉄の積極的な摂取を行っているなどの、因果の逆転の可能性は否定できないことが挙げられる。

E. 結論

栄養関連学科女子学生の鉄欠乏状態の発生には、鉄をはじめとする栄養素・食品摂取量ではなく、鉄の喪失量の影響が大きい可能性が示唆された。

F. 文献

- 1) 内田立身、河内康憲、坂本幸裕、井垣俊郎、小笠原望、刈米重夫、松田信、田中鉄五郎、

木村秀夫、国分啓二、：日本人女性における鉄欠乏の頻度と成因に関する研究－1981年～1991年の福島・香川両県での成績－、臨床血液 33、1661 - 1665 頁、1992

G. 研究発表

1. 論文発表

現在、英文論文作成中。

2. 学会発表

朝倉敬子、佐々木敏、村上健太郎、山川美貴、西脇祐司、菊池有利子、武林亨：“日本人女子大学生における鉄欠乏性貧血の発症に関連する生活・健康・栄養因子の検討”、第17回日本疫学会学術総会、広島、2007年1月26日。

表1 鉄欠乏状態の定義

	正常	潜在性鉄欠乏	鉄欠乏性貧血
ヘモグロビン濃度 (g/dl)	≥12	≥12	<12
血清フェリチン値 (ng/ml)	≥12	<12	<12

表2. 研究対象者背景(n=417)

変数名	値 ^a
年齢(歳)	19.6±1.1
身長(cm)	158.0±5.5
体重(kg)	52.9±7.9
Body mass index (kg/m ²)	21.4±3.0
居住地方	
北部(東北、関東)	247 (59.2)
中部(東海、北陸、近畿)	77 (18.5)
南部(中国、九州)	93 (22.3)
居住地の人口規模	
人口100万人以上の市部	70 (16.8)
人口100万人未満の市部	310 (74.3)
町または村	37 (8.9)
現在の喫煙状態	
なし	405 (97.1)
あり	12 (2.9)
飲酒状態	
なし	242 (58.0)
あり	175 (42.0)
運動量 ^b	34.0±3.5
月経周期	
規則的	317 (76.0)
不規則	54 (13.0)
稀発またはなし	46 (11.0)
経血量	
少ない	38 (9.1)
普通	246 (59.0)
多い	133 (31.9)
血液検査	
ヘモグロビン濃度 (g/dl)	13.3±1.0
血清鉄 (μg/dl)	99.6±41.9
血清フェリチン (ng/ml)	25.4±20.7
体内鉄状態	
正常	313 (75.1)
潜在性鉄欠乏	73 (17.5)
鉄欠乏性貧血	31 (7.4)
食事摂取	
総摂取エネルギー (kcal/day)	1748±398
栄養素	
鉄 (mg/1000kcal)	3.9±0.8
ビタミンC (mg/1000kcal)	48.5±22.2
カルシウム (mg/1000kcal)	305.5±101.9
食品群	
肉類 (g/1000kcal)	33.6±16.6
魚類 (g/1000kcal)	30.0±16.1
穀物 (g/1000kcal)	218.0±56.3
乳製品 (g/1000kcal)	97.6±75.5

^a 値の欄には、平均値±標準偏差または対象者数(%)を示した。

^b 運動量は1日の総活動量をMETsで表記した。

表3. 鉄欠乏状態の有無に対する栄養因子の関連(調整済みオッズ比および95%信頼区間)

	栄養摂取量(5分位)					P for trend
	1 n=83	2 n=84	3 n=83	4 n=84	5 n=83	
総エネルギー摂取 (kcal/day)						
中央値	1264.1	1517.3	1709.9	1928.7	2229.6	
範囲	1000.5-1410.2	1411.2-1607.8	1608.1-1821.7	1822.1-2035.7	2042.1-3085.9	
n(鉄欠乏のある者/ない者)	19/64	27/57	27/56	16/68	15/68	
オッズ比(95%信頼区間)						
モデル 1	1	1.98 (0.96, 4.11)	2.19 (1.04, 4.60)	0.97 (0.44, 2.13)	0.92 (0.41, 2.04)	0.33
モデル 2	1	1.79 (0.87, 3.66)	2.03 (0.98, 4.21)	0.88 (0.41, 1.90)	0.91 (0.41, 2.01)	0.3
モデル 3	1	1.90 (0.92, 3.92)	2.14 (1.03, 4.46)	0.97 (0.44, 2.10)	0.89 (0.40, 1.97)	0.3
栄養素						
鉄 (mg/1000kcal)						
中央値[範囲]	3.0 [2.0-3.2]	3.4 [3.2-3.6]	3.8 [3.6-4.0]	4.2 [4.0-4.5]	4.9 [4.5-7.0]	
n(鉄欠乏のある者/ない者)	21/62	21/63	18/65	20/64	24/59	
オッズ比(95%信頼区間)						
モデル 1	1	1.09 (0.52, 2.29)	0.96 (0.45, 2.05)	1.03 (0.49, 2.17)	1.39 (0.68, 2.87)	0.46
モデル 2	1	1.04 (0.50, 2.16)	0.88 (0.42, 1.85)	1.00 (0.48, 2.08)	1.41 (0.69, 2.88)	0.42
モデル 3	1	1.14 (0.55, 2.38)	0.98 (0.46, 2.08)	1.05 (0.50, 2.21)	1.31 (0.64, 2.67)	0.57
ビタミンC (mg/1000kcal)						
中央値	25.4	35.9	44	53.6	78.2	
範囲	6.9-31.6	31.7-39.5	39.6-49.3	49.3-62.7	63.3-178.0	
n(鉄欠乏のある者/ない者)	17/66	19/65	28/55	20/64	20/63	
オッズ比(95%信頼区間)						
モデル 1	1	1.05 (0.48, 2.29)	1.72 (0.83, 3.57)	1.10 (0.51, 2.36)	1.15 (0.53, 2.49)	0.71
モデル 2	1	1.12 (0.52, 2.39)	1.76 (0.86, 3.62)	1.15 (0.54, 2.45)	1.24 (0.58, 2.66)	0.58
モデル 3	1	1.05 (0.49, 2.25)	1.78 (0.86, 3.67)	1.09 (0.51, 2.32)	1.10 (0.51, 2.37)	0.79
カルシウム (mg/1000kcal)						
中央値	188.5	245.7	290.2	341.1	437.2	
範囲	111.2-221.4	221.9-266.7	269.3-313.7	315.1-367.5	368.9-704.3	
n(鉄欠乏のある者/ない者)	23/60	20/64	23/60	15/69	23/60	
オッズ比(95%信頼区間)						
モデル 1	1	1.16 (0.54, 2.47)	1.49 (0.71, 3.14)	0.80 (0.36, 1.77)	1.51 (0.70, 3.25)	0.61
モデル 2	1	1.13 (0.53, 2.37)	1.34 (0.65, 2.77)	0.81 (0.37, 1.76)	1.44 (0.68, 3.04)	0.63
モデル 3	1	1.03 (0.49, 2.19)	1.38 (0.66, 2.87)	0.72 (0.33, 1.57)	1.39 (0.65, 2.97)	0.75
食品群						
肉類 (g/1000kcal) ^a						
中央値	15.95	23.7	30.5	40.4	53.9	
範囲	4.90-19.73	19.9-26.7	26.9-35.4	35.5-45.4	45.4-135.2	
n(鉄欠乏のある者/ない者)	19/64	21/63	21/62	25/59	18/65	
オッズ比(95%信頼区間)						
モデル 1	1	0.96 (0.45, 2.01)	0.97 (0.46, 2.03)	1.25 (0.59, 2.64)	0.72 (0.33, 1.59)	0.68
モデル 2	1	1.03 (0.49, 2.14)	1.04 (0.50, 2.18)	1.37 (0.66, 2.85)	0.86 (0.40, 1.84)	0.99
モデル 3	1	0.93 (0.44, 1.95)	0.98 (0.47, 2.05)	1.23 (0.59, 2.59)	0.73 (0.34, 1.60)	0.71

(表3. 続き)

魚類 (g/1000kcal) ^a							
	中央値	12	21.2	27.3	35.6	51.1	
	範囲	1.8-17.0	17.0-24.7	24.7-31.5	31.6-41.7	41.9-111.9	
n(鉄欠乏のある者/ない者)		20/63	24/60	14/69	20/64	26/57	
オッズ比(95%信頼区間)							
	モデル 1	1	1.23 (0.59, 2.56)	0.62 (0.28, 1.36)	1.08 (0.51, 2.27)	1.40 (0.67, 2.90)	0.5
	モデル 2	1	1.15 (0.56, 2.37)	0.61 (0.28, 1.33)	1.00 (0.48, 2.07)	1.43 (0.70, 2.94)	0.48
	モデル 3	1	1.26 (0.61, 2.61)	0.58 (0.26, 1.27)	1.07 (0.51, 2.23)	1.43 (0.69, 2.96)	0.49
穀物 (g/1000kcal) ^a							
	中央値	147.4	188.8	217	243.5	289.9	
	範囲	41.0-170.5	171.0-202.4	202.4-230.0	230.3-262.2	262.6-426.0	
n(鉄欠乏のある者/ない者)		20/63	21/63	17/66	23/61	23/60	
オッズ比(95%信頼区間)							
	モデル 1	1	1.10 (0.52, 2.33)	0.70 (0.32, 1.53)	0.99 (0.46, 2.11)	0.85 (0.38, 1.91)	0.69
	モデル 2	1	1.02 (0.49, 2.12)	0.69 (0.32, 1.49)	0.92 (0.43, 1.93)	0.82 (0.37, 1.81)	0.62
	モデル 3	1	1.09 (0.52, 2.29)	0.70 (0.32, 1.53)	1.06 (0.50, 2.26)	0.90 (0.41, 2.01)	0.86
乳製品 (g/1000kcal) ^a							
	中央値	20.1	49	81.2	118.3	214.6	
	範囲	0.5-31.6	31.8-63.0	63.1-99.1	99.2-138.7	138.9-375.0	
n(鉄欠乏のある者/ない者)		27/56	16/68	20/63	17/67	24/59	
オッズ比(95%信頼区間)							
	モデル 1	1	0.60 (0.28, 1.26)	0.91 (0.44, 1.88)	0.73 (0.34, 1.53)	1.06 (0.51, 2.18)	0.77
	モデル 2	1	0.57 (0.27, 1.19)	0.84 (0.41, 1.73)	0.69 (0.33, 1.44)	1.08 (0.53, 2.20)	0.73
	モデル 3	1	0.59 (0.28, 1.24)	0.88 (0.42, 1.81)	0.68 (0.32, 1.42)	1.04 (0.51, 2.14)	0.85

モデル1: 居住地方、居住地の人口規模、現在の喫煙状態、飲酒状態、運動量、総摂取エネルギー、body mass index、月経周期、経血量で調整。

モデル2: モデル1のうち、経血量を除いた因子により調整。

モデル3: モデル1のうち、月経周期を除いた因子により調整。

※本文中に解析対象として示されており、表には示されていない全ての栄養因子について、鉄欠乏状態との関連はなかった。

表4. 鉄欠乏状態の有無に対する生活・健康因子の関連(調整済みオッズ比および95%信頼区間)

	n(鉄欠乏の ある者/ない 者)	調整済みオッズ比 (95%信頼区間)		
		モデル1	モデル2	モデル3
Body mass index				
<18.5	12/41	1	1	1
18.5-24.9	84/243	1.17 (0.56, 2.42)	1.25 (0.61, 2.57)	1.17 (0.57, 2.42)
>25	8/29	0.85 (0.29, 2.44)	0.96 (0.34, 2.71)	0.89 (0.31, 2.55)
居住地方				
北部(東北、関東)	59/188	1	1	1
中部(東海、北陸、近畿)	17/60	0.93 (0.48, 1.82)	0.99 (0.52, 1.92)	0.90 (0.46, 1.74)
南部(中国、九州)	28/65	1.39 (0.77, 2.48)	1.45 (0.82, 2.57)	1.29 (0.73, 2.29)
居住地の人口規模				
人口100万人以上の市部	15/55	1	1	1
人口100万人未満の市部	78/232	1.29 (0.67, 2.50)	1.23 (0.64, 2.36)	1.25 (0.65, 2.42)
町または村	11/26	1.22 (0.46, 3.25)	1.19 (0.46, 3.12)	1.25 (0.48, 3.31)
現在の喫煙状態				
なし	98/307	1	1	1
あり	6/6	2.81 (0.80, 9.85)	3.05 (0.88, 10.62)	2.97 (0.85, 10.39)
飲酒状態				
なし	65/177	1	1	1
あり	0~<1% ^a	0.70 (0.39, 1.25)	0.73 (0.42, 1.29)	0.71 (0.40, 1.26)
	1%≤ ^a	0.61 (0.30, 1.25)	0.66 (0.33, 1.33)	0.62 (0.31, 1.25)
運動量 ^b				
少ない	42/97	1	1	1
普通	32/107	0.81 (0.46, 1.43)	0.79 (0.45, 1.38)	0.81 (0.46, 1.42)
多い	30/109	0.78 (0.44, 1.39)	0.77 (0.44, 1.36)	0.76 (0.42, 1.35)
月経周期				
規則的	84/233	1	1	-
不規則	15/39	1.11 (0.57, 2.17)	1.10 (0.57, 2.13)	-
稀発またはなし	5/41	0.38 (0.14, 1.05)	0.33 (0.13, 0.89)	-
経血量				
少ない	4/34	0.66 (0.21, 2.09)	-	0.46 (0.15, 1.41)
普通	53/193	1	-	1
多い	47/86	2.14 (1.31, 3.48)	-	2.06 (1.27, 3.34)

モデル1: 居住地方、居住地の人口規模、現在の喫煙状態、飲酒状態、運動量、総摂取エネルギー、body mass index、月経周期、経血量で調整。

モデル2: モデル1のうち、経血量を除いた因子により調整。

モデル3: モデル1のうち、月経周期を除いた因子により調整。

^a 飲酒状態は、飲酒なし、総摂取エネルギーの1%未満をアルコールにより摂取、同1%以上をアルコールにより摂取の3群に分けて解析した。

^b 運動量は1日の総活動量をMETsで表記し、これを用いて対象集団を3分位で3群に分割した。

食事摂取量と血清 C 反応性たんぱく質：
18～22 歳の栄養関連学科女子学生 443 人の横断研究

分担研究者 佐々木 敏¹、上西一弘²、村上健太郎^{1*}、高橋佳子^{3*}

*研究協力者

¹ 独立行政法人国立健康・栄養研究所栄養疫学プログラム、

² 女子栄養大学栄養生理学研究室、

³ 独立行政法人国立健康・栄養研究所健康増進プログラム

研究要旨

食事要因と血中 C 反応性たんぱく質 (CRP) 濃度の関連は、とりわけ非欧米諸国において、あまりわかっていない。そこで、若年日本人女性を対象に、栄養素および食品摂取量と血清 CRP 濃度との関連を検討した。

対象者は、18～22 歳の栄養士養成施設の女子学生 443 人であった。妥当性を確認済みの自記式食事歴法質問票により食事摂取量を推定した。空腹時採血を実施し、血清 CRP 濃度を測定した。高 CRP を ≥ 1 mg/L とした。

対象者の 5.6% が高 CRP と定義された。Body mass index を含む、考えられる交絡要因で調整したところ、n-3 系多価不飽和脂肪酸摂取量は高 CRP と有意な負の関連を示した。中央値 (1.1% エネルギー) より低い集団に対する、中央値より高い集団における高 CRP の調整済みオッズ比は 0.33 (95% 信頼区間: 0.13, 0.82, $P=0.02$) であった。ビタミン C 摂取量は高 CRP と独立した負の関連を示したが、この関連は有意ではなかった ($P=0.10$)。検討したほかの食事変数 (総脂質、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、イコサペンタエン酸およびドコサヘキサエン酸、 α -リノレン酸、食物繊維、マグネシウム、果実類、野菜類、魚介類、食事のグライセミック・ロード) においては有意な関連はみられなかった。

結論として、若年日本人女性の 1 集団において、n-3 系多価不飽和脂肪酸摂取量は高 CRP と有意な負の関連を示した。

A. 研究の背景ならびに目的

C 反応性たんぱく質 (CRP) は敏感な炎症マーカーであり、循環器疾患、2 型糖尿病、メタボリック・シンドロームと独立した関連を示す。よって、CRP 濃度に関連する修正可能な生活要因 (たとえば、食習慣) を検討するのは、予防医学の観点から見ると非常に重要である。いくつかの食事要因が CRP に関連することが示唆されているも

の、非欧米諸国の人々や、若年成人を対象とした研究が少ない。そこで、若年日本人女性を対象に、食事摂取量と血清 CRP 濃度との関連を検討した。検討した食事要因は、総脂質、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、n-3 系多価不飽和脂肪酸、イコサペンタエン酸およびドコサヘキサエン酸、 α -リノレン酸、食物繊維、マグネシウム、ビタミン C、果実類、野菜類、魚介類、食事のグライセミック・ロードであった。

B. 方法

B-1. 対象者

本研究は、2006年2月～3月に全国10の栄養士養成施設（大学、短期大学、専門学校）の女子学生を対象とした多施設共同疫学調査をもとに行っている。それぞれの施設でのすべての測定は研究プロトコルにしたがって行われた。それぞれの施設の調査担当者または調査協力者は、調査に参加する可能性がある学生に調査内容を簡単に説明した。参加する意思を示した学生はさらに調査の目的や内容について調査担当者または調査協力者による口頭および文書による詳細な説明を受けた。本研究のプロトコルは、独立行政法人国立健康・栄養研究所の倫理審査委員会によって承認されている。それぞれの対象者から研究参加についての同意書を得た。20歳未満の対象者の場合は、対象者と保護者（1人）から文書による同意を得た。

474人の女性が本調査に参加した。このうち、CRPの測定値がない22人を除外した。さらに、CRP濃度が10 mg/L以上であった2人を除外した。年齢が18歳未満あるいは23歳以上の7人も除外した。最終的な解析対象者は、18～22歳の443人の女性であった。このなかに、糖尿病、高血圧、または循環器疾患に罹患しているひとはいなかった。

（倫理面への配慮）

ヘルシンキ宣言を遵守して実施した。研究参加者には書面ならびに口頭での説明を研究協力者が行い、じゅうぶんに理解し、同意が得られたひとを研究対象者とした。対象者の自由意志により、研究実施中ならびに実施後における研究からの離脱が可能ないようにじゅうぶん配慮した。また、収集したデータは、データ管理者のみが管理し、その他の共同研究者には、個人が特定できない形式の情報（個人にはIDが与えられ、個人が特定で

きない形式）として配布し、各自、厳重に保管することとした。

B-2. 食事摂取量

すでに妥当性が確認された自記式食事歴法質問票（DHQ）を用いて、最近1か月間の食習慣を評価した。DHQは、全16ページの構造化された質問票で、食習慣全般、調理法、アルコール飲料の摂取頻度と量、121の食品の摂取頻度と量、サプリメントの使用状況、主食とみそ汁の摂取頻度と量、週1回以上摂取するがDHQに登場しなかった食品の自由記入欄の7つのセクションから構成されている。DHQの中の食品およびポーションサイズは、国民栄養調査の結果およびいくつかの日本料理に関するレシピ本を参考に決められている。

150の食品、エネルギー、栄養素摂取量の推定には、日本食品標準成分表をもとにして特別に開発された計算プログラムを用いた。47人の女性を対象とした先行研究におけるDHQと3日間食事記録とのピアソンの相関係数は、総脂質で0.55、飽和脂肪酸で0.75、一価不飽和脂肪酸で0.50、多価不飽和脂肪酸で0.37、ビタミンCで0.45であった。また、92人の女性を対象とした別の先行研究におけるDHQと16日間食事記録とのピアソンの相関係数は、総脂質で0.60、飽和脂肪酸で0.71、一価不飽和脂肪酸で0.55、多価不飽和脂肪酸で0.34、n-3系多価不飽和脂肪酸で0.25、イコサペンタエン酸およびドコサヘキサエン酸で0.41、 α -リノレン酸で0.25、総食物繊維で0.71、水溶性食物繊維で0.72、不溶性食物繊維で0.71、マグネシウムで0.57、ビタミンCで0.45、また、スピアマンの相関係数は果実類で0.40、野菜類で0.57、魚介類で0.55であった。

B-3. 血清CRP濃度

質問票に回答した約1～3日後に、空腹時採血

が実施され、その後2日以内に血清CRP濃度が測定された。高CRPを ≥ 1 mg/Lとした。

B-4. その他の変数

身長・体重の測定は、室内着のまま靴を脱いだ状態で行われた。体重(kg)を身長(m)の2乗で除してBMIを求めた。生活習慣質問票のなかで、居住地域を尋ね、3つのカテゴリに分類した(北部(関東・東北)、中部(東海・北陸)、南部(九州・中国))。また、居住地域は、その人口規模によって3つのカテゴリに分類された(人口100万人以上の都市、人口100万人未満の都市、町や村)。喫煙状態(はい、いいえ)についても生活習慣質問票のなかで尋ねた。アルコール摂取はDHQのなかで尋ねた(0%エネルギー、0%エネルギー以上1%エネルギー未満、1%エネルギー以上)。DHQのなかで、サプリメントの使用(はい、いいえ)を尋ねた。身体活動の指標として、最近1か月間における5つの身体活動(睡眠、高強度の身体活動、中強度の身体活動、徒歩、座位で行う活動)の頻度と長さをもとに、1日あたりのMETsスコアを計算した。

B-5. 統計処理

すべての統計処理は、SASソフトウェアを用いて行った。食事摂取量の2分位別に血清CRP濃度を計算した。交絡因子として用いた変数は、居住ブロック(北部(関東・東北)、中部(東海・北陸)、南部(九州・中国))、居住地域の規模(人口100万人以上の都市、人口100万人未満の都市、町や村)、喫煙(はい、いいえ)、アルコ

ール摂取(0%エネルギー、0%エネルギー以上1%エネルギー未満、1%エネルギー以上)、サプリメントの使用(はい、いいえ)、身体活動(METsスコア/日、連続変数)であった。また、BMI(kg/m²、連続変数)でさらに調整した。有意水準を5%未満(両側)とした。

C. 結果

対象者の特性を表1に示す。血清CRP濃度の平均値は0.30 mg/Lであった。対象者の5.6%が高CRPと定義された。食事要因と高CRP濃度の関連を表2に示す。n-3系多価不飽和脂肪酸摂取量は高CRPと有意な負の関連を示した。中央値(1.1%エネルギー)より低い集団に対する、中央値より高い集団における高CRPの調整済みオッズ比は0.33(95%信頼区間:0.13, 0.82, P=0.02)であった。ビタミンC摂取量は高CRPと独立した負の関連を示したが、この関連は有意ではなかった(P=0.10)。検討したほかの食事変数(総脂質、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、イコサペンタエン酸およびドコサヘキサエン酸、 α -リノレン酸、食物繊維、マグネシウム、果実類、野菜類、魚介類、食事のグリセミック・ロード)においては有意な関連はみられなかった。

D. 考察

D-1. 主な知見

この研究は、非欧米諸国の若年成人を対象として食事摂取量と血中CRP濃度の関連を検討した

最初の研究である。若年日本人女性の1集団において、n-3系多価不飽和脂肪酸摂取量は高CRPと有意な負の関連を示した。

D-2. 結果解釈上の問題点

本研究にはいくつかの問題点がある。第一に、本研究の対象者は、健康に対する意識が高いであろう、限定された、栄養士養成施設の女子学生であるので、今回の結果が日本人の一般集団にもあてはまるかどうかはわからない。

第二に、すべての自己申告による食事評価において、食事摂取量の測定誤差や選択的過小評価や過大評価が不可避である。申告誤差の影響を最小限にするために、妥当性を確認済みの食事評価質問票を用いた。また、エネルギー調整済み摂取量を用いて解析を行った。

第三に、今回の対象者数は比較的少なかったため、統計学的件出力が不十分であるかもしれない。第四に、日本には信頼性の高いサプリメントの成分表が存在しないので、本研究ではサプリメント由来の摂取量を含めることができなかった。第五に、さまざまな交絡要因での調整を試みたものの、交絡要因の影響が残っている可能性を否定することはできない。さらに、CRP濃度は1回しか測定できなかったため、CRP測定値は信頼できる値ではないかもしれない。最後に、本研究は横断研究なので、因果関係を評価することはできない。

E. 結論

食事要因と血中CRP濃度の関連は、とりわけ非欧米諸国において、あまりわかっていない。そこで、若年日本人女性を対象に、栄養素および食品摂取量と血清CRP濃度との関連を検討した。

対象者は、18~22歳の栄養士養成施設の女子学

生443人であった。妥当性を確認済みの自記式食事歴法質問票により食事摂取量を推定した。空腹時採血を実施し、血清CRP濃度を測定した。高CRPを ≥ 1 mg/Lとした。

対象者の5.6%が高CRPと定義された。Body mass indexを含む考えられる交絡要因で調整したところ、n-3系多価不飽和脂肪酸摂取量は高CRPと有意な負の関連を示した。中央値(1.1%エネルギー)より低い集団に対する、中央値より高い集団における高CRPの調整済みオッズ比は0.33(95%信頼区間: 0.13, 0.82, $P=0.02$)であった。ビタミンC摂取量は高CRPと独立した負の関連を示したが、この関連は有意ではなかった($P=0.10$)。検討したほかの食事変数(総脂質、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、イコサペンタエン酸およびドコサヘキサエン酸、 α -リノレン酸、食物繊維、マグネシウム、果実類、野菜類、魚介類、食事のグライセミック・ロード)においては有意な関連はみられなかった。

結論として、若年日本人女性の1集団において、n-3系多価不飽和脂肪酸摂取量は高CRPと有意な負の関連を示した。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

表1 対象者の基本特性 (n = 443)¹

変数	値
年齢(歳)	19.5 ± 1.0
身長(cm)	158.1 ± 5.6
体重(kg)	53.3 ± 8.1
Body mass index (kg/m ²)	21.3 ± 2.9
血清CRP濃度 (mg/L)	0.30 ± 0.73
通常範囲 (<1 mg/L)	418 (94.4)
高CRP (≥1 mg/L)	25 (5.6)
居住ブロック	
北部(関東・東北)	268 (60.5)
中部(東海・北陸)	73 (16.5)
南部(九州・中国)	102 (23.0)
居住地域の規模	
人口100万人以上の都市	77 (17.4)
人口100万人未満の都市	329 (74.3)
町や村	37 (8.4)
現在、喫煙習慣があるか	
いいえ	428 (96.6)
はい	15 (3.4)
アルコール摂取	
0%エネルギー	262 (59.1)
0%エネルギー以上1%エネルギー未満	107 (24.2)
1%エネルギー以上	74 (16.7)
現在、サプリメントを使用しているか	
いいえ	357 (80.6)
はい	86 (19.4)
身体活動(METsスコア/日)	34.1 ± 3.5
エネルギー摂取量(kcal/日)	1748 ± 416
たんぱく質摂取量(%エネルギー)	13.8 ± 1.9
総脂質摂取量(%エネルギー)	29.5 ± 5.0
飽和脂肪酸摂取量(%エネルギー)	8.5 ± 2.0
一価不飽和脂肪酸摂取量(%エネルギー)	10.2 ± 2.1
多価不飽和脂肪酸摂取量(%エネルギー)	6.5 ± 1.3
n-3系多価不飽和脂肪酸摂取量(%エネルギー)	1.1 ± 0.3
EPAおよびDHA摂取量(%エネルギー)	0.2 ± 0.1
α-リノレン酸摂取量(%エネルギー)	0.8 ± 0.2
炭水化物摂取量(%エネルギー)	55.1 ± 5.8
総食物繊維摂取量(g/1000 kcal)	7.1 ± 2.1
マグネシウム摂取量(mg/1000 kcal)	125 ± 28
ビタミンC摂取量(mg/1000 kcal)	49 ± 23
果実類摂取量(g/1000 kcal)	35.6 ± 33.8
野菜類摂取量(g/1000 kcal)	120.5 ± 71.7
魚介類摂取量(g/1000 kcal)	29.6 ± 15.4
食事のグライセミック・ロード(/1000 kcal)	79.6 ± 12.7

CRP=C反応性たんぱく質、EPA=イコサペンタエン酸、DHA=ドコサヘキサエン酸。

¹値は平均値±標準偏差もしくはn(%)。

表2 低および高食事摂取量別の高血清C反応性たんぱく質(CRP)濃度(≥1.0 mg/L)の調整済みオッズ比および95%信頼区間(n = 443)

	食事変数のカテゴリ	
	低 (n = 221)	高 (n = 222)
総脂質摂取量(%エネルギー) ¹	26.1 (15.2-29.3)	32.4 (29.4-45.1)
高CRP (n (%))	13 (5.9)	12 (5.4)
調整済みオッズ比(95%信頼区間) ²	1.00	0.88 (0.38-2.02)
飽和脂肪酸摂取量(%エネルギー) ¹	7.1 (3.5-8.3)	9.7 (8.3-16.5)
高CRP (n (%))	11 (5.0)	14 (6.3)
調整済みオッズ比(95%信頼区間) ²	1.00	1.22 (0.52-2.83)
一価不飽和脂肪酸摂取量(%エネルギー) ¹	8.7 (4.4-10.1)	11.5 (10.1-17.1)
高CRP (n (%))	15 (6.8)	10 (4.5)
調整済みオッズ比(95%信頼区間) ²	1.00	0.62 (0.27-1.45)
多価不飽和脂肪酸摂取量(%エネルギー) ¹	5.5 (2.0-6.4)	7.3 (6.4-10.8)
高CRP (n (%))	14 (6.3)	11 (5.0)
調整済みオッズ比(95%信頼区間) ²	1.00	0.76 (0.33-1.76)
n-3系多価不飽和脂肪酸摂取量(%エネルギー) ¹	0.9 (0.3-1.1)	1.3 (1.1-2.6)
高CRP (n (%))	18 (8.1)	7 (3.2)
調整済みオッズ比(95%信頼区間) ²	1.00	0.33 (0.13-0.82)
EPAおよびDHA摂取量(%エネルギー) ¹	0.1 (0.02-0.2)	0.3 (0.2-1.3)
高CRP (n (%))	13 (5.9)	12 (5.4)
調整済みオッズ比(95%信頼区間) ²	1.00	0.81 (0.35-1.87)
α-リノレン酸摂取量(%エネルギー) ¹	0.7 (0.2-0.8)	1.0 (0.8-1.6)
高CRP (n (%))	15 (6.8)	10 (4.5)
調整済みオッズ比(95%信頼区間) ²	1.00	0.62 (0.27-1.45)
総食物繊維摂取量(g/1000 kcal) ¹	5.8 (3.2-6.8)	8.0 (6.8-19.0)
高CRP (n (%))	13 (5.9)	12 (5.4)
調整済みオッズ比(95%信頼区間) ²	1.00	0.93 (0.41-2.12)
マグネシウム摂取量(mg/1000 kcal) ¹	106 (64-121)	137 (121-277)
高CRP (n (%))	12 (5.4)	13 (5.9)
調整済みオッズ比(95%信頼区間) ²	1.00	0.99 (0.43-2.27)
ビタミンC摂取量(mg/1000 kcal) ¹	35 (7-45)	58 (45-178)
高CRP (n (%))	16 (7.2)	9 (4.1)
調整済みオッズ比(95%信頼区間) ²	1.00	0.49 (0.21-1.15)
果実類摂取量(g/1000 kcal) ¹	13.4 (0-24.9)	47.4 (24.9-249.4)
高CRP (n (%))	13 (5.9)	12 (5.4)
調整済みオッズ比(95%信頼区間) ²	1.00	0.85 (0.37-1.93)
野菜類摂取量(g/1000 kcal) ¹	71.3 (13.2-104.6)	149.5 (104.7-528.2)
高CRP (n (%))	14 (6.3)	11 (5.0)
調整済みオッズ比(95%信頼区間) ²	1.00	0.77 (0.33-1.77)
魚介類摂取量(g/1000 kcal) ¹	18.6 (1.7-27.2)	37.8 (27.2-100.5)
高CRP (n (%))	13 (5.9)	12 (5.4)
調整済みオッズ比(95%信頼区間) ²	1.00	0.83 (0.36-1.91)
食事のグリセミック・ロード [*] (/1000 kcal) ¹	71.4 (35.2-79.0)	87.7 (79.0-121.3)
高CRP (n (%))	12 (5.4)	13 (5.9)
調整済みオッズ比(95%信頼区間) ²	1.00	1.16 (0.50-2.71)

EPA=イコサペンタエン酸、DHA=ドコサヘキサエン酸。

¹値は中央値(範囲)。

²居住ブロック(北部(関東・東北)、中部(東海・北陸)、南部(九州・中国))、居住地域の規模(人口100万人以上の都市、人口100万人未満の都市、町や村)、喫煙(はい、いいえ)、アルコール摂取(0%エネルギー、0%エネルギー以上1%エネルギー未満、1%エネルギー以上)、サプリメントの使用(はい、いいえ)、身体活動(METスコア/日、連続変数)、body mass index (kg/m²、連続変数)で調整。

食事のエネルギー密度と代謝危険因子：
18～22歳の栄養関連学科女子学生 454 人の横断研究

分担研究者 佐々木 敏¹、上西一弘²、村上健太郎^{1*}、高橋佳子^{3*}

*研究協力者

¹独立行政法人国立健康・栄養研究所栄養疫学プログラム、

²女子栄養大学栄養生理学研究室、

³独立行政法人国立健康・栄養研究所健康増進プログラム

研究要旨

自由生活を送る健康な集団において、食事のエネルギー密度 (kJ/g) が代謝危険因子に与える影響はよくわかっていない。そこで、自由生活を送る若年日本人女性を対象に、習慣的な食事のエネルギー密度といくつかの代謝危険因子の関連を検討した。

対象者は、18～22歳の栄養士養成施設の女子学生 454 人であった。妥当性を確認済みの自記式食事歴法質問票を用いて、食事のエネルギー密度を、食品のみをもとにして計算した。身長・体重（これより body mass index (BMI) を計算）、腹囲、血圧の測定を行った。空腹時採血を実施し、いくつかの生化学的指標を測定した。

食事のエネルギー密度は、BMI、収縮時および拡張期血圧、総コレステロール、HDL コレステロール、LDL コレステロール、空腹時血糖、空腹時インスリン、ヘモグロビン A1c とは有意な関連を示さなかった（傾向性の $P=0.12\sim 0.86$ ）。しかし、BMI を含む考えられる交絡要因で調整したのちに、食事のエネルギー密度は腹囲と有意な正の関連を示した（傾向性の $P=0.002$ ）。また、食事のエネルギー密度は、空腹時トリアシルグリセロールとも独立した有意な正の関連を示した（傾向性の $P=0.008$ ）。

結論として、若年日本人女性の 1 集団において、エネルギー密度の低い食事は、望ましい代謝危険因子の状態、とりわけ腹囲と空腹時トリアシルグリセロール、と関連していた。

A. 研究の背景ならびに目的

エネルギー密度は食品中のエネルギーをその重量で割った値と定義される (kJ/g)。食品のエネルギー密度は、0 kJ/g の水から 37.7 kJ/g の脂肪まで、非常にさまざまであるので、食事全体のエネルギー密度もまたさまざまな値を取りうる。人々の食べる量は、エネルギーよりもむしろ食品の重量によって規定されているようであるので、食事のエネルギー密度はエネルギーバランス、ひいては体重や体脂肪の規制において重要な役割を

果たしているかもしれない。しかし、自由生活を送る健康な集団において、食事のエネルギー密度が body mass index (BMI) などの肥満の指標に与える影響はよくわかっていない。さらに、食事のエネルギー密度が BMI などの肥満の指標以外の代謝危険因子に与える影響を検討した研究は存在しない。そこで、若年日本人女性を対象に、食事のエネルギー密度といくつかの循環器疾患や 2 型糖尿病の代謝危険因子 (BMI、腹囲、収縮時および拡張期血圧、総コレステロール、HDL コレステロール、LDL コレステロール、空腹時トリアシ

ルグリセロール、空腹時血糖、空腹時インスリン、ヘモグロビン A1c) との関連を検討した。

B. 方法

B-1. 対象者

本研究は、2006年2月～3月に全国10の栄養士養成施設（大学、短期大学、専門学校）の女子学生を対象とした多施設共同疫学調査をもとにしている。それぞれの施設でのすべての測定は研究プロトコルにしたがって行われた。それぞれの施設の調査担当者または調査協力者は、調査に参加する可能性がある学生に調査内容を簡単に説明した。参加する意思を示した学生はさらに調査の目的や内容について調査担当者または調査協力者による口頭および文書による詳細な説明を受けた。474人の女性が本調査に参加した。本研究のプロトコルは、独立行政法人国立健康・栄養研究所の倫理審査委員会によって承認されている。それぞれの対象者から研究参加についての同意書を得た。20歳未満の対象者の場合は、対象者と保護者（1人）から文書による同意を得た。

今回の解析のために、年齢が18～22歳の467人に限定した。そこから、エネルギー摂取量が極端に少ないあるいは多い（4184 kJ/日未満あるいは14645 kJ/日以上）7人と、現在、医師や栄養士から食事のカウンセリングを受けている6人を除外した。さらに、代謝危険因子の欠損があるひとをそれぞれの解析から除外した（0～5人）。最終的な解析者数は、BMIと腹囲で454人、収縮期および拡張期血圧、総コレステロール、HDLコレステロール、LDLコレステロール、ヘモグロビン A1cで453人、空腹時トリアシルグリセロールと空腹時血糖で444人、空腹時インスリンで440人であった。このなかに、糖尿病、高血圧、または循環器疾患に罹患しているひとはいなかった。

（倫理面への配慮）

ヘルシンキ宣言を遵守して実施した。研究参加者には書面ならびに口頭での説明を研究協力者が行い、じゅうぶんに理解し、同意が得られたひとを研究対象者とした。対象者の自由意志により、研究実施中ならびに実施後における研究からの離脱が可能なようにじゅうぶん配慮した。また、収集したデータは、データ管理者のみが管理し、その他の共同研究者には、個人が特定できない形式の情報（個人にはIDが与えられ、個人が特定できない形式）として配布し、各自、厳重に保管することとした。

B-2. 食事評価

すでに妥当性が確認された自記式食事歴法質問票（DHQ）を用いて、最近1か月間の食習慣を評価した。DHQは、全16ページの構造化された質問票で、食習慣全般、調理法、アルコール飲料の摂取頻度と量、121の食品の摂取頻度と量、サプリメントの使用状況、主食とみそ汁の摂取頻度と量、週1回以上摂取するがDHQに登場しなかった食品の自由記入欄の7つのセクションから構成されている。DHQの中の食品およびポーションサイズは、国民栄養調査の結果およびいくつかの日本料理に関するレシピ本を参考に決められている。

150の食品、エネルギー、栄養素摂取量の推定には、日本食品標準成分表をもとにして特別に開発された計算プログラムを用いた。47人の女性を対象とした先行研究におけるDHQと3日間食事記録とのピアソンの相関係数は、エネルギーで0.48、エネルギー産生栄養素で0.48～0.55、ビタミン類およびミネラル類で0.19～0.68であった。また、92人の女性を対象とした別の先行研究におけるDHQと16日間食事記録とのピアソンの相関係数は、食物繊維で0.71、また、食品におけるスピアマンの相関係数平均値は0.44（範囲＝0.13～0.77）であった。

食事のエネルギー密度は、食品のみをもとにして計算された。92人の女性を対象としたDHQと16日間食事記録とのピアソンの相関係数は0.52であった。

B-3. 代謝危険因子

身長・体重の測定は、室内着のまま靴を脱いだ状態で行われた。体重(kg)を身長(m)の2乗で除してBMIを求めた。腹囲の測定は、へその高さの腹部周囲で行った。血圧の測定は2回行われ、2回の平均値を解析に用いた。空腹時採血が実施され、その後2日以内に各種の生化学的指標が測定された。

B-4. その他の変数

生活習慣質問票のなかで、居住地域を尋ね、3つのカテゴリに分類した(北部(関東・東北)、中部(東海・北陸・近畿)、南部(九州・中国))。また、居住地域は、その人口規模によって3つのカテゴリに分類された(人口100万人以上の都市、人口100万人未満の都市、町や村)。喫煙状態(はい、いいえ)についても生活習慣質問票のなかで尋ねた。DHQのなかで、サプリメントの使用(はい、いいえ)、摂食速度(遅い、ふつう、速い)を尋ねた。身体活動の指標として、最近1か月間における5つの身体活動(睡眠、高強度の身体活動、中強度の身体活動、徒歩、座位で行う活動)の頻度と長さをもとに、1日あたりのMETsスコアを計算した。

B-5. 統計処理

すべての統計処理は、SASソフトウェアを用いて行った。食事のエネルギー密度の5分位別に各種代謝危険因子の平均値および95%信頼区間を

計算した。交絡因子として用いた変数は、居住ブロック(北部(関東・東北)、中部(東海・北陸・近畿)、南部(九州・中国))、居住地域の規模(人口100万人以上の都市、人口100万人未満の都市、町や村)、喫煙(はい、いいえ)、サプリメントの使用(はい、いいえ)、摂食速度(遅い、ふつう、速い)、身体活動(METsスコア/日、連続変数)、エネルギー摂取量(kcal/日、連続変数)であった。BMI以外の解析では、BMI(kg/m²、連続変数)でさらに調整した。空腹時トリアシルグリセロールおよび空腹時インスリン濃度の分布は正の方向にゆがんでいたため、解析には自然対数変換値を用いた。傾向性のP値は、それぞれのカテゴリのメディアンを連続変数として扱って計算した。有意水準を5%未満(両側)とした。

C. 結果

年齢の平均値は19.6歳、身長の平均値は158.1cm、体重の平均値は53.4kg、BMIの平均値は21.4kg/m²であった。表1に示すように、食事のエネルギー密度の平均値は5.77kJ/gであった。食事のエネルギー密度と考えられる交絡要因との間に関連はみられなかった。食事のエネルギー密度と食事摂取量の関連を表2に示す。食事のエネルギー密度は果実類、野菜類、魚介類摂取量と負の関連を、砂糖・菓子類摂取量と正の関連を示した。栄養素レベルでは、食事のエネルギー密度は食物繊維や主要なビタミン類およびミネラル類摂取量と負の関連を、脂質摂取量と正の関連を示した。

食事のエネルギー密度と代謝危険因子との関連を表3に示す。食事のエネルギー密度はBMIと有

意な関連を示さなかった。しかし、BMI を含む考えられる交絡要因で調整したのちに、食事のエネルギー密度は腹囲と有意な正の関連を示した（傾向性の $P=0.002$ ）。また、食事のエネルギー密度は、空腹時トリアシルグリセロールとも独立した有意な正の関連を示した（傾向性の $P=0.008$ ）。食事のエネルギー密度とその他の代謝危険因子（収縮時および拡張期血圧、総コレステロール、HDL コレステロール、LDL コレステロール、空腹時血糖、空腹時インスリン、ヘモグロビン A1c）とのあいだに有意な関連はみられなかった。

D. 考察

D-1. 主な知見

この研究は、自由生活を送る健康な集団を対象として食事のエネルギー密度と肥満の指標以外の代謝危険因子との関連を検討した最初の研究である。若年日本人女性の 1 集団において、エネルギー密度の低い食事は、望ましい代謝危険因子の状態、とりわけ腹囲と空腹時トリアシルグリセロール、と関連していた。

D-2. 結果解釈上の問題点

本研究にはいくつかの問題点がある。第一に、本研究の対象者は、健康に対する意識が高であろう、限定された、栄養士養成施設の女子学生であるので、今回の結果が日本人の一般集団にもあてはまるかどうかはわからない。第二に、本研究は横断研究なので、因果関係を評価することはできない。

さらに、すべての自己申告による食事評価において、食事摂取量の測定誤差や選択的過小評価や過大評価が不可避である。とくに、太っているひ

とはやせているひよりも脂質や砂糖を多く含む食品を過小評価しがちであり、この結果、食事のエネルギー密度は実際よりも過大に評価されているかもしれない。BMI において関連がみられなかったのは、太ったひとにおける申告誤差のためであるのかもしれない。

また、さまざまな交絡要因での調整を試みたものの、交絡要因の影響が残っている可能性を否定することはできない。

E. 結論

自由生活を送る健康な集団において、食事のエネルギー密度が代謝危険因子に与える影響はよくわかっていない。そこで、自由生活を送る若年日本人女性を対象に、習慣的な食事のエネルギー密度といくつかの代謝危険因子の関連を検討した。

対象者は、18~22 歳の栄養士養成施設の女子学生 454 人であった。妥当性を確認済みの自記式食事歴法質問票を用いて、食事のエネルギー密度を、食品のみをもとにして計算した。身長・体重（これより BMI を計算）、腹囲、血圧の測定を行った。空腹時採血を実施し、いくつかの生化学的指標を測定した。

食事のエネルギー密度は、BMI、収縮時および拡張期血圧、総コレステロール、HDL コレステロール、LDL コレステロール、空腹時血糖、空腹時インスリン、ヘモグロビン A1c とは有意な関連を示さなかった（傾向性の $P=0.12\sim 0.86$ ）。しかし、BMI を含む考えられる交絡要因で調整したのちに、食事のエネルギー密度は腹囲と有意な正の関連を示した（傾向性の $P=0.002$ ）。また、食事のエネルギー密度は、空腹時トリアシルグリセロールとも独立した有意な正の関連を示した（傾向

性の $P=0.008$)。

結論として、若年日本人女性の 1 集団において、エネルギー密度の低い食事は、望ましい代謝危険因子の状態、とりわけ腹囲と空腹時トリアシルグリセロール、と関連していた。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

表1 食事のエネルギー密度別の対象者の特性¹⁾

	食事のエネルギー密度 (中央値)										P ²⁾		
	全員 (n = 454)		1 (4.64 kJ/g) (n = 90)		2 (5.23 kJ/g) (n = 91)		3 (5.73 kJ/g) (n = 91)		4 (6.28 kJ/g) (n = 91)			5 (7.03 kJ/g) (n = 91)	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD		平均	SD
食事のエネルギー密度 (kJ/g)	5.77	0.92	4.56	0.33	5.23	0.17	5.73	0.13	6.23	0.13	7.11	0.59	<0.0001
食品由来のエネルギー摂取量 (kJ/d) ³⁾	6850	1576	6602	1377	6807	1648	6749	1385	6983	1582	7100	1824	0.02
飲料由来のエネルギー摂取量 (kJ/d) ⁴⁾	518	406	510	402	469	431	515	372	565	431	531	389	0.33
総エネルギー摂取量 (kJ/d) ⁵⁾	7368	1699	7113	1485	7276	1812	7263	1565	7552	1644	7632	1920	0.02
食品の摂取重量 (g/d) ³⁾	1212	325	1463	340	1302	319	1179	244	1119	253	1001	257	<0.0001
飲料の摂取重量 (g/d) ⁴⁾	226	186	215	177	210	215	223	168	245	194	235	174	0.26
総摂取重量 (g/d) ⁵⁾	1438	399	1678	410	1512	436	1403	341	1364	329	1236	328	<0.0001
居住ブロック (%)													0.54
北部 (関東・東北)	58.8		55.6		55.0		63.7		61.5		58.2		
中部 (東海・北陸・近畿)	18.7		24.4		16.5		16.5		14.3		22.0		
南部 (九州・中国)	22.5		20.0		28.6		19.8		24.2		19.8		
居住地域の規模 (%)													0.10
人口100万人以上の都市	17.6		12.2		16.5		19.8		18.7		20.9		
人口100万人未満の都市	73.6		76.7		74.7		73.6		69.2		73.6		
町や村	8.8		11.1		8.8		6.6		12.1		5.5		
現在、喫煙習慣があるか (%)													0.85
いいえ	2.9		2.2		4.4		0.0		5.5		2.2		
はい	97.1		97.8		95.6		100.0		94.5		97.8		
現在、サプリメントを使用しているか (%)													0.17
いいえ	20.0		15.6		18.7		20.9		22.0		23.1		
はい	80.0		84.4		81.3		79.1		78.0		76.9		
摂食速度 (%)													0.20
遅い	30.8		33.3		25.3		34.1		29.7		31.9		
ふつう	31.7		44.4		33.0		26.4		26.4		28.6		
速い	37.4		22.2		41.8		39.6		44.0		39.6		
身体活動 (METsスコア/日)	34.1	3.5	34.3	3.4	33.8	3.0	34.3	3.6	33.9	4.4	33.9	2.8	0.54
SD = 標準偏差。													

¹⁾ 食事のエネルギー密度は食品のみを用いて計算。エネルギーを含む飲料(果物ジュース、野菜ジュース、清涼飲料、牛乳、アルコール飲料)、エネルギーを含まない、もしくは非常にエネルギー含有量が少ない飲料(緑茶、コーヒー、ダイエット飲料)、および水は計算に含まれなかった。

²⁾ 連続変数には、直線傾向性の検定を、カテゴリ変数には、Mantel-Haenszel カイ二乗検定を用いた。

³⁾ 食品のみを含み、エネルギーを含まない、もしくは非常にエネルギー含有量が少ない飲料(果物ジュース、野菜ジュース、清涼飲料、牛乳、アルコール飲料)、エネルギーを含まない、もしくは非常にエネルギー含有量が少ない飲料(緑茶、コーヒー、ダイエット飲料)、および水は含まない。

⁴⁾ エネルギーを含む飲料のみを含み、エネルギーを含まない、もしくは非常にエネルギー含有量が少ない飲料(果物ジュース、野菜ジュース、清涼飲料、牛乳、アルコール飲料)、および水は含まない。

⁵⁾ 食品およびエネルギーを含む飲料を含み、エネルギーを含まない、もしくは非常にエネルギー含有量が少ない飲料(果物ジュース、野菜ジュース、清涼飲料、牛乳、アルコール飲料)、および水は含まない。

