

表1 対象者の特性 (n = 353)¹

変数	値
年齢(歳)	19.4 ± 1.0
身長(cm)	158.0 ± 5.8
体重(kg)	53.4 ± 7.7
Body mass index (kg/m ²)	21.4 ± 2.7
喫煙者	10 (3)
飲酒者	139 (39)
サプリメント使用者	69 (20)
食事摂取量 ²	
エネルギー(kcal/日)	1723 ± 398
たんぱく質(%エネルギー)	13.8 ± 1.8
脂質(%エネルギー)	29.8 ± 5.0
炭水化物(%エネルギー)	54.8 ± 5.7
アルコール(%エネルギー)	0.4 ± 1.0

¹値は平均値±標準偏差、またはn(%)。²自記式食事歴法質問票により推定。表2 自記式食事歴法質問票によって評価された各食品のエネルギー、たんぱく質、カリウム、ナトリウム摂取量に対する寄与 (n = 353)¹

	エネルギー	たんぱく質	カリウム	ナトリウム
穀類	38.8 (1)	23.9 (1)	8.4 (5)	9.6 (2)
いも類	2.4 (11)	1.0 (10)	7.6 (7)	0.2 (12)
菓子類 ²	14.7 (2)	7.0 (7)	5.0 (10)	3.5 (7)
油脂類	8.7 (3)	0.2 (13)	0.1 (14)	2.5 (8)
豆類 ³	3.9 (7)	7.6 (5)	7.0 (8)	7.9 (3)
魚介類	4.3 (6)	15.9 (3)	7.8 (6)	4.9 (4)
肉類	7.5 (5)	17.2 (2)	8.8 (4)	2.3 (9)
卵類	3.1 (8)	7.4 (6)	2.4 (11)	1.4 (10)
乳類	8.2 (4)	11.7 (4)	12.9 (2)	4.2 (6)
野菜類 ⁴	2.9 (9)	4.4 (8)	22.3 (1)	4.7 (5)
果実類	2.5 (10)	0.9 (12)	6.8 (9)	0.03 (14)
調味料 ⁵	0.6 (13)	0.9 (11)	1.8 (12)	58.2 (1)
その他の食品 ⁶	0.2 (15)	0.1 (14)	0.1 (15)	0.1 (13)
アルコール飲料	0.5 (14)	0.04 (15)	0.2 (13)	0.01 (15)
非アルコール飲料	1.6 (12)	1.7 (9)	8.9 (3)	0.5 (11)

¹値は総摂取量に占めるパーセンテージ(順位)。²砂糖と甘味料を含む。³種実類とみそを含む。⁴きのこ類と海藻類を含む。⁵スープ類を含む。⁶人工甘味料とカロリーメイト。

表3 自記式食事歴法質問票(DHQ)および生体指標によって評価されたエネルギー、たんばく質、カリウム、ナトリウム摂取量と申告の正確性およびそれらとbody mass indexとの関連¹

Body mass index (kg/m ²) 粗摂取量	Body mass indexの5分位					傾向性のP ⁴
	Total (n = 353) ^{2,3}	1 (n = 70)	2 (n = 71)	3 (n = 71)	4 (n = 71)	5 (n = 70)
エネルギー	21.1 (14.8-34.2)	18.4 (14.8-19.2)	19.9 (19.3-20.4)	21.1 (20.4-21.6)	22.2 (21.6-23.1)	24.7 (23.1-34.2)
DHQ (kcal/日)	1678 (1638-1719)	1715 (1629-1805)	1637 (1546-1734)	1729 (1641-1821)	1644 (1561-1731)	1667 (1575-1764)
生体指標 (kcal/日) ⁵	1992 (1975-2010)	1832 (1815-1850)	1918 (1898-1937)	1979 (1959-1999)	2029 (2009-2048)	2225 (2181-2271)
申告の正確性 ⁶	0.86 (0.83-0.88)	0.95 (0.9-0.99)	0.87 (0.82-0.92)	0.88 (0.84-0.93)	0.82 (0.78-0.86)	0.76 (0.72-0.81)
たんばく質						
DHQ (g/日)	57.6 (55.9-59.3)	59.0 (55.4-62.8)	58.1 (53.8-62.7)	60.1 (56.5-63.8)	55.3 (51.8-58.9)	55.5 (51.9-59.5)
生体指標 (g/日) ⁷	60.9 (59.3-62.6)	54.6 (51.2-58.2)	61.1 (57.5-65.0)	61.9 (58.5-65.6)	60.6 (57.4-64.0)	66.9 (63.4-70.6)
申告の正確性 ⁶	0.97 (0.94-1.01)	1.11 (1.02-1.21)	0.98 (0.90-1.06)	1.00 (0.93-1.08)	0.93 (0.87-1.00)	0.85 (0.79-0.91)
カリウム						
DHQ (mg/日)	1902 (1833-1973)	2000 (1851-2162)	1957 (1796-2132)	2012 (1874-2159)	1747 (1613-1892)	1808 (1649-1982)
生体指標 (mg/日) ⁸	1930 (1862-2001)	1793 (1677-1917)	1871 (1713-2044)	1993 (1843-2155)	1890 (1732-2061)	2121 (1969-2285)
申告の正確性 ⁶	1.03 (0.98-1.08)	1.15 (1.05-1.26)	1.10 (0.98-1.23)	1.06 (0.96-1.17)	0.96 (0.88-1.04)	0.89 (0.80-0.98)
ナトリウム						
DHQ (mg/日)	3442 (3321-3568)	3578 (3318-3859)	3477 (3182-3798)	3558 (3297-3839)	3275 (3030-3540)	3336 (3073-3620)
生体指標 (mg/日) ⁹	3235 (3094-3384)	2830 (2535-3158)	3102 (2818-3415)	3495 (3228-3784)	3081 (2759-3440)	3753 (3426-4110)
申告の正確性 ⁶	1.14 (1.07-1.21)	1.34 (1.17-1.52)	1.21 (1.05-1.38)	1.09 (0.96-1.21)	1.14 (0.98-1.30)	0.94 (0.84-1.05)
エネルギー調整済み摂取量						
たんばく質						
DHQ (%エネルギー)	13.7 (13.5-13.9)	13.8 (13.4-14.2)	14.2 (13.7-14.7)	13.9 (13.5-14.3)	13.4 (13.1-13.8)	13.3 (12.9-13.8)
生体指標 (%エネルギー) ¹⁰	12.2 (11.9-12.5)	11.9 (11.2-12.7)	12.8 (12.0-13.6)	12.5 (11.8-13.2)	11.9 (11.3-12.6)	12.0 (11.4-12.7)
申告の正確性 ⁶	1.14 (1.11-1.17)	1.17 (1.10-1.25)	1.13 (1.06-1.20)	1.13 (1.06-1.20)	1.14 (1.08-1.2)	1.12 (1.06-1.19)
カリウム						
DHQ (mg/1000 kcal)	1133 (1106-1161)	1167 (1106-1230)	1195 (1130-1264)	1164 (1104-1226)	1063 (1011-1117)	1085 (1027-1145)
生体指標 (mg/1000 kcal) ¹⁰	969 (935-1003)	979 (915-1047)	976 (895-1064)	1007 (932-1088)	931 (855-1014)	953 (885-1026)
申告の正確性 ⁶	1.20 (1.16-1.25)	1.22 (1.13-1.31)	1.26 (1.15-1.38)	1.20 (1.09-1.31)	1.17 (1.08-1.27)	1.17 (1.08-1.27)
ナトリウム						
DHQ (mg/1000 kcal)	2052 (2000-2105)	2086 (1980-2199)	2124 (2013-2240)	2058 (1944-2178)	1992 (1874-2118)	2001 (1884-2126)
生体指標 (mg/1000 kcal) ¹⁰	1624 (1555-1696)	1544 (1383-1724)	1617 (1470-1779)	1766 (1631-1913)	1518 (1363-1692)	1686 (1543-1842)
申告の正確性 ⁶	1.32 (1.26-1.39)	1.41 (1.26-1.57)	1.38 (1.22-1.54)	1.22 (1.10-1.34)	1.38 (1.20-1.58)	1.24 (1.11-1.37)

¹値は幾何平均(95%信頼区間)。ただし、body mass indexはメadian(範囲)。²カリウムの粗摂取量以外において、DHQから推定された食事摂取量は生体指標から推定された食事摂取量と有意に差があった(たんばく質の粗摂取量においてはP=0.002、ナトリウムの粗摂取量においてはP=0.03、それ以外においてはP<0.0001、t検定)。³たんばく質とカリウムの粗摂取量以外において、申告の正確性は1と有意に異なった(すべての変数においてP<0.0001、t検定)。⁴傾向性のP値は、それぞれのカテゴリのメadianを連続変数として扱って計算。⁵論文として発表されている公式から推定した基礎代謝量(基礎代謝量=14.7×体重(kg)+496)に低活動の身体活動レベル(1.56)をかけて計算(対象者のライフスタイルは座位中心であると仮定)。⁶DHQから計算された値と生体指標から推定された値の比として計算。⁷24時間尿中原素窒素量に9.08をかけて計算(総尿中原素の85%が尿素窒素で、摂取された窒素の81%が尿を通じて排泄され、窒素はたんばく質の16%を構成すると仮定)。⁸24時間尿中カリウム量を0.77で割って計算(摂取されたカリウムの77%が尿を通じて排泄されると仮定)。⁹24時間尿中ナトリウム量を0.86で割って計算(摂取されたナトリウムの86%が尿を通じて排泄されると仮定)。¹⁰生体指標によって推定された食事摂取量を用いて計算。

栄養素および食品摂取量と血清レプチン濃度：
18～22歳の栄養関連学科女子学生 424 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

食事要因と血中レプチン濃度の関連は、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レプチン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 424 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、エネルギー産生栄養素（たんぱく質、総脂質、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、炭水化物）、食物繊維、および 12 の食品群の摂取量を推定した。空腹時採血を実施し、血清レプチン濃度を測定した。

栄養素のなかでは、食物繊維のみが血清レプチン濃度と有意な関連を示した。考えられる交絡要因と独立して、食物繊維摂取量が多いほど、血清レプチン濃度が低かった（傾向性の $P=0.026$ ）。食品群のなかでは、野菜類と豆類のみが血清レプチン濃度と独立した有意な関連を示した。野菜類や豆類の摂取量が多いほど、血清レプチン濃度が低かった（傾向性の $P=0.007$ 、 0.019 ）。

結論として、若年日本人女性の 1 集団において、食物繊維、野菜類、豆類の摂取量は、血清レプチン濃度と独立した負の関連を示した。

A. 研究の背景ならびに目的

血中レプチン濃度は body mass index (BMI) と非常に強く関連している。しかし、この強い関連にもかかわらず、血中レプチン濃度には、たとえば同じような BMI や体脂肪の集団であっても、かなりの個人間変動がある。よって、肥満度や体脂肪以外にも血中レプチン濃度に影響を与える要因があると考えられる。レプチン濃度はのちの体重増加や循環器疾患の発症に関連していると考えられるので、レプチン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。し

かし、食事要因と血中レプチン濃度の関連はあまりわかっておらず、とりわけ、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、栄養素および食事摂取量と血清レプチン濃度との関連を検討した。検討した食事要因は、たんぱく質、総脂質、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、炭水化物、食物繊維、および 12 の食品群であった。

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、以下の5つの条件を満たす424人の対象者に限定した：年齢が18～22歳（467人）、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ない（468人）、計算されたエネルギー摂取量1000～3500 kcal/日（467人）、空腹時採血を実施した（465人）、血清レプチン濃度の測定値がある（452人）。

（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、たんぱく質で0.48、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、炭水化物で0.48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、たんぱく質で0.48、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、炭水化物で0.64、食物繊維で0.70、また、食品におけるスピアマンの相関係数の平均値は0.44（範囲＝0.13～0.77）であった。

B-3. 血清レプチン濃度

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日以内に血清レプチン濃度が測定された。

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）。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5分位別に血清レプチン濃度を計算した。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）、身体活動（METsスコア/日、連続変数）、摂食速度（遅い、ふつう、速い）、エネルギー摂取量（kcal/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。栄養素の解析においては、その他の栄養素（連続変数）でさらに調整した。血清レプチン濃度の分布は正の方向にゆがんでい

たので、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

対象者の特性を表1に示す。血清レプチン濃度の平均値は7.7 ng/mlであった。摂取量の平均値は、たんぱく質で13.9%エネルギー、脂質で29.6%エネルギー、炭水化物で55.1%エネルギー、食物繊維で7.1 g/1000 kcal、野菜類で129.4 g/1000 kcal、豆類で25.3 g/1000 kcalであった。

栄養素摂取量と血清レプチン濃度の関連を表3に示す。食物繊維のみが血清レプチン濃度と有意な関連を示した。考えられる交絡要因と独立して、食物繊維摂取量が多いほど、血清レプチン濃度が低かった（傾向性のP=0.026）。

食品群摂取量と血清レプチン濃度の関連を表3に示す。野菜類と豆類のみが血清レプチン濃度と独立した有意な関連を示した。野菜類や豆類の摂取量が多いほど、血清レプチン濃度が低かった（傾向性のP=0.007、0.019）。

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レプチン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、食物繊維、野菜類、豆類の摂取量は、血清レプチン濃度と独立した負の関連を示した。

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、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。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。

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。また、BMI で調整したものの、血中レプチン濃度と非常に強く相関する体脂肪量で調整することができなかった。

E. 結論

食事要因と血中レプチン濃度の関連は、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、栄養素および食事摂取量と血清レプチン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 424 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、エネルギー産生栄養素（たんぱく質、総脂質、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸、炭水化物）、食物繊維、および 12 の食品群の摂取量を推定した。空腹時採血を実施し、血清レプチン濃度を測定した。

栄養素のなかでは、食物繊維のみが血清レプチン濃度と有意な関連を示した。考えられる交絡要因と独立して、食物繊維摂取量が多いほど、血清レプチン濃度が低かった（傾向性の $P=0.026$ ）。食品群のなかでは、野菜類と豆類のみが血清レプチン濃度と独立した有意な関連を示した。野菜類や豆類の摂取量が多いほど、血清レプチン濃度が低かった（傾向性の $P=0.007$ 、 0.019 ）。

結論として、若年日本人女性の 1 集団において、食物繊維、野菜類、豆類の摂取量は、血清レプチン濃度と独立した負の関連を示した。

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 = 424)¹

変数	値
年齢 (歳)	19.5 ± 1.0
身長 (cm)	157.9 ± 5.6
体重 (kg)	53.3 ± 8.1
Body mass index (kg/m ²)	21.4 ± 2.9
血清レプチン濃度 (ng/ml)	7.7 (7.3-8.1)
居住ブロック	
北部 (関東・東北)	263 (62)
中部 (東海・北陸)	68 (16)
南部 (九州・中国)	93 (22)
居住地域の規模	
人口100万人以上の都市	75 (18)
人口100万人未満の都市	314 (74)
町や村	35 (8)
現在、喫煙習慣があるか	
いいえ	412 (97)
はい	12 (3)
摂食速度	
遅い	134 (32)
ふつう	134 (32)
速い	156 (37)
アルコール摂取	
0%エネルギー	253 (60)
0%エネルギー以上1%エネルギー未満	103 (24)
1%エネルギー以上	68 (16)
身体活動 (METsスコア/日)	34.1 ± 3.5
エネルギー摂取量 (kcal/日)	1764 ± 408
栄養素摂取量	
たんぱく質 (%エネルギー)	13.9 ± 1.9
総脂質 (%エネルギー)	29.6 ± 5.0
飽和脂肪酸 (%エネルギー)	8.6 ± 2.0
一価不飽和脂肪酸 (%エネルギー)	10.2 ± 2.1
多価不飽和脂肪酸 (%エネルギー)	6.5 ± 1.3
炭水化物 (%エネルギー)	55.1 ± 5.7
食物繊維 (g/1000 kcal)	7.1 ± 2.1
食品摂取量 (g/1000 kcal)	
穀類	215.7 ± 55.5
いも類	18.2 ± 12.9
菓子類	50.4 ± 21.2
油脂類	11.8 ± 5.0
果実類	35.7 ± 33.9
野菜類 ²	121.8 ± 72.4
豆類 ³	25.3 ± 16.4
肉類	33.2 ± 16.2
卵類	20.9 ± 12.8
魚介類	29.7 ± 15.5
乳類	89.2 ± 75.8
非アルコール飲料類	411.8 ± 254.8

¹値は平均値±標準偏差もしくはn (%). ただし血清レプチン濃度は幾何平均 (95%信頼区間)。

²きのこ類と海藻類を含む。

³種実類を含む。

表2 栄養素摂取量の5分位別の血清レプチン濃度 (mg/ml) (n = 424)¹

	栄養素摂取量の5分位					傾向性のP ²
	1 (n = 84)	2 (n = 85)	3 (n = 85)	4 (n = 85)	5 (n = 85)	
たんぱく質 (%エネルギー)	11.7	12.8	13.8	14.6	16.3	
モデル1 ³	8.8 (7.8-9.8)	8.1 (7.2-9.1)	7.4 (6.6-8.3)	7.2 (6.4-8.1)	7.1 (6.3-7.9)	0.004
モデル2 ^{3,4}	8.5 (7.8-9.3)	7.8 (7.1-8.5)	7.5 (6.9-8.1)	7.6 (7.0-8.3)	7.1 (6.5-7.8)	0.007
モデル3 ^{3,4,5}	8.2 (7.5-9.0)	7.6 (7.0-8.3)	7.4 (6.8-8.1)	7.7 (7.1-8.4)	7.4 (6.8-8.1)	0.21
総脂質 (%エネルギー)	23.5	27.1	29.6	31.9	36.0	
モデル1 ³	8.6 (7.6-9.7)	7.5 (6.7-8.5)	7.6 (6.7-8.5)	7.9 (7.0-8.9)	6.9 (6.1-7.8)	0.033
モデル2 ^{3,4}	8.0 (7.3-8.7)	7.6 (7.0-8.3)	7.7 (7.1-8.4)	7.9 (7.3-8.6)	7.2 (6.6-7.9)	0.23
モデル3 ^{3,4,6}	7.9 (7.2-8.6)	7.6 (7.0-8.3)	7.8 (7.2-8.5)	7.9 (7.2-8.6)	7.2 (6.6-7.9)	0.31
飽和脂肪酸 (%エネルギー)	6.3	7.5	8.3	9.4	11.4	
モデル1 ³	8.5 (7.5-9.5)	7.4 (6.6-8.4)	7.4 (6.6-8.3)	7.7 (6.8-8.6)	7.5 (6.6-8.4)	0.29
モデル2 ^{3,4}	8.1 (7.4-8.8)	7.3 (6.7-7.9)	7.6 (7.0-8.3)	8.0 (7.4-8.7)	7.4 (6.8-8.1)	0.55
モデル3 ^{3,4,6}	8.1 (7.4-8.8)	7.4 (6.8-8.0)	7.7 (7.0-8.3)	8.0 (7.4-8.7)	7.3 (6.7-8.0)	0.37
一価不飽和脂肪酸 (%エネルギー)	7.6	9.0	10.1	11.2	13.0	
モデル1 ³	8.4 (7.5-9.4)	7.7 (6.9-8.7)	7.8 (6.9-8.7)	7.3 (6.5-8.2)	7.3 (6.5-8.2)	0.08
モデル2 ^{3,4}	8.1 (7.4-8.8)	7.7 (7.1-8.4)	7.6 (7.0-8.3)	7.5 (6.9-8.1)	7.5 (6.9-8.2)	0.26
モデル3 ^{3,4,6}	8.0 (7.3-8.8)	7.7 (7.1-8.4)	7.7 (7.1-8.4)	7.5 (6.9-8.1)	7.5 (6.9-8.2)	0.26
多価不飽和脂肪酸 (%エネルギー)	4.9	5.7	6.4	7.1	8.1	
モデル1 ³	9.0 (8.0-10.1)	7.9 (7.1-8.9)	7.4 (6.6-8.3)	6.7 (6.0-7.5)	7.5 (6.7-8.4)	0.01
モデル2 ^{3,4}	8.5 (7.8-9.2)	7.8 (7.1-8.5)	7.5 (6.9-8.2)	7.2 (6.6-7.8)	7.5 (6.9-8.2)	0.035
モデル3 ^{3,4,6}	8.3 (7.5-9.0)	7.7 (7.1-8.4)	7.5 (6.9-8.2)	7.2 (6.6-7.9)	7.7 (7.1-8.4)	0.23
炭水化物 (%エネルギー)	47.8	52.4	55.0	57.8	62.4	
モデル1 ³	7.5 (6.7-8.5)	7.5 (6.6-8.4)	7.2 (6.4-8.0)	7.8 (6.9-8.7)	8.5 (7.6-9.6)	0.14
モデル2 ^{3,4}	7.5 (6.9-8.2)	7.6 (7.0-8.3)	7.6 (6.9-8.2)	7.7 (7.1-8.4)	7.9 (7.3-8.7)	0.38
モデル3 ^{3,4,6}	7.7 (6.9-8.4)	7.7 (7.0-8.4)	7.6 (7.0-8.3)	7.7 (7.1-8.4)	7.8 (7.0-8.6)	0.84
食物繊維 (g/1000 kcal)	5.0	6.0	6.8	7.8	9.7	
モデル1 ³	9.1 (8.1-10.2)	8.4 (7.5-9.4)	7.1 (6.4-8.0)	6.9 (6.2-7.8)	7.0 (6.3-7.9)	0.0003
モデル2 ^{3,4}	8.7 (8.0-9.4)	8.0 (7.3-8.7)	7.5 (6.9-8.2)	7.0 (6.4-7.6)	7.4 (6.8-8.0)	0.003
Model 3 ^{3,4,7}	8.6 (7.9-9.4)	7.9 (7.3-8.6)	7.5 (6.9-8.1)	7.0 (6.5-7.7)	7.5 (6.8-8.2)	0.026

¹栄養素摂取量の値は中央値。血清レプチン濃度の値は幾何平均(95%信頼区間)。²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。³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)、摂食速度(遅い、ふつう、速い)、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)、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)で調整。⁴Body mass index (kg/m²、連続変数)でさらに調整。⁵脂質摂取量(%エネルギー、連続変数)、食物繊維摂取量(g/1000 kcal、連続変数)でさらに調整。⁶たんぱく質摂取量(%エネルギー、連続変数)、食物繊維摂取量(g/1000 kcal、連続変数)でさらに調整。⁷たんぱく質摂取量(%エネルギー、連続変数)、脂質摂取量(%エネルギー、連続変数)でさらに調整。

表3 食品摂取量の5分位別の血清レプチン濃度 (mg/ml) (n = 424)¹

	栄養素摂取量の5分位					傾向性のP ²
	1 (n = 84)	2 (n = 85)	3 (n = 85)	4 (n = 85)	5 (n = 85)	
穀類 (g/1000 kcal)	144.8	187.4	214.2	240.8	285.3	
モデル1 ³	7.3 (6.5-8.2)	7.1 (6.3-8.0)	7.4 (6.6-8.3)	7.7 (6.8-8.6)	9.0 (8.0-10.2)	0.013
モデル2 ^{3,4}	7.8 (7.1-8.5)	7.3 (6.7-8.0)	7.1 (6.6-7.8)	7.9 (7.3-8.6)	8.3 (7.6-9.0)	0.22
いも類 (g/1000 kcal)	6.2	10.8	15.1	20.9	33.7	
モデル1 ³	8 (7.1-8.9)	7.8 (6.9-8.7)	8.5 (7.6-9.6)	6.9 (6.2-7.8)	7.3 (6.5-8.1)	0.12
モデル2 ^{3,4}	8.0 (7.3-8.7)	7.6 (7.0-8.3)	7.8 (7.1-8.5)	7.3 (6.7-7.9)	7.8 (7.2-8.5)	0.70
菓子類 (g/1000 kcal)	26.9	39.1	46.8	57.0	77.8	
モデル1 ³	7.3 (6.5-8.2)	7.6 (6.8-8.5)	8.3 (7.5-9.3)	6.8 (6.1-7.6)	8.4 (7.5-9.4)	0.25
モデル2 ^{3,4}	7.6 (7.0-8.3)	7.2 (6.6-7.8)	8.0 (7.4-8.7)	7.3 (6.7-7.9)	8.3 (7.6-9.0)	0.15
油脂類 (g/1000 kcal)	6.0	8.8	11.1	14.1	17.8	
モデル1 ³	7.9 (7.1-8.9)	8.2 (7.3-9.1)	7.9 (7.1-8.9)	7.2 (6.4-8.0)	7.2 (6.4-8.1)	0.07
モデル2 ^{3,4}	7.9 (7.3-8.6)	7.9 (7.3-8.6)	7.7 (7.1-8.4)	7.5 (6.9-8.2)	7.3 (6.7-8.0)	0.14
果実類 (g/1000 kcal)	7.8	16.0	25.1	40.6	75.2	
モデル1 ³	8.7 (7.8-9.8)	7.4 (6.6-8.3)	8.1 (7.2-9.1)	6.8 (6.1-7.7)	7.4 (6.6-8.3)	0.09
モデル2 ^{3,4}	8.5 (7.8-9.3)	7.4 (6.8-8.1)	7.9 (7.3-8.6)	7.0 (6.5-7.6)	7.6 (7.0-8.3)	0.13
野菜類 (g/1000 kcal) ⁵	47.5	79.3	105.6	139.0	211.0	
モデル1 ³	8.5 (7.6-9.5)	8.5 (7.6-9.5)	7.3 (6.6-8.2)	7.6 (6.8-8.5)	6.6 (5.9-7.4)	0.001
モデル2 ^{3,4}	8.1 (7.5-8.9)	8.1 (7.5-8.8)	7.6 (6.9-8.2)	7.7 (7.1-8.4)	7.0 (6.4-7.6)	0.007
豆類 (g/1000 kcal) ⁶	8.5	15.2	21.2	30.5	46.9	
モデル1 ³	9.0 (8.0-10.0)	8.1 (7.3-9.1)	6.9 (6.2-7.7)	7.2 (6.4-8.0)	7.4 (6.6-8.3)	0.027
モデル2 ^{3,4}	8.8 (8.1-9.6)	7.9 (7.3-8.6)	7.1 (6.6-7.8)	7.1 (6.5-7.7)	7.6 (7.0-8.2)	0.019
肉類 (g/1000 kcal)	15.8	23.7	30.0	39.9	52.4	
モデル1 ³	8.1 (7.2-9.0)	7.4 (6.7-8.3)	7.8 (7.0-8.7)	7.9 (7.1-8.9)	7.2 (6.4-8.0)	0.32
モデル2 ^{3,4}	8.1 (7.4-8.8)	7.4 (6.8-8.0)	7.6 (7.0-8.3)	7.8 (7.2-8.5)	7.5 (6.9-8.2)	0.53
卵類 (g/1000 kcal)	4.7	13.1	21.3	27.5	35.5	
モデル1 ³	8.4 (7.5-9.4)	7.5 (6.7-8.4)	7.4 (6.6-8.3)	7.4 (6.6-8.3)	7.8 (7.0-8.7)	0.33
モデル2 ^{3,4}	8.2 (7.5-8.9)	7.2 (6.6-7.8)	7.5 (6.9-8.2)	7.6 (7.0-8.3)	7.9 (7.2-8.6)	0.83
魚介類 (g/1000 kcal)	12.3	21.0	27.2	35.2	50.6	
モデル1 ³	8.3 (7.4-9.3)	7.5 (6.7-8.4)	7.8 (7.0-8.8)	7.6 (6.8-8.5)	7.2 (6.4-8.1)	0.14
モデル2 ^{3,4}	8.1 (7.4-8.8)	7.7 (7.1-8.4)	7.8 (7.2-8.5)	7.5 (6.9-8.2)	7.3 (6.7-7.9)	0.08
乳類 (g/1000 kcal)	13.9	37.7	69.1	110.0	210.8	
モデル1 ³	8.2 (7.3-9.2)	8.0 (7.1-8.9)	7.3 (6.5-8.2)	7.3 (6.5-8.2)	7.7 (6.8-8.6)	0.46
モデル2 ^{3,4}	8.5 (7.8-9.2)	7.7 (7.1-8.4)	7.1 (6.6-7.7)	7.3 (6.7-7.9)	7.9 (7.2-8.6)	0.52
非アルコール飲料類 (g/1000 kcal)	119.8	267.4	355.7	505.8	767.8	
モデル1 ³	8.2 (7.4-9.2)	7.1 (6.3-8.0)	8.1 (7.3-9.1)	7.4 (6.6-8.3)	7.6 (6.8-8.5)	0.46
モデル2 ^{3,4}	8.2 (7.6-9.0)	7.5 (6.9-8.1)	7.9 (7.2-8.5)	7.3 (6.7-7.9)	7.6 (7.0-8.3)	0.22

¹食品摂取量の値は中央値。血清レプチン濃度の値は幾何平均(95%信頼区間)。²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。³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)、摂食速度(遅い、ふつう、速い)、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)、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)で調整。⁴Body mass index (kg/m²、連続変数)でさらに調整。⁵きのこ類と海藻類を含む。⁶種実類を含む。

食べ物の硬さと body mass index および腹囲との関連：
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

動物実験では、食べ物の硬さが体重や体脂肪に与える望ましい効果が示唆されているが、食べ物の硬さと肥満の関連を検討したヒトを対象とした研究は存在しない。そこで、自由生活を送る人々を対象に、食べ物の硬さと body mass index (BMI) と腹囲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 454 人であった。自記式食事歴法質問票により推定された 107 の食品の摂取量データ、および論文として公表されている公式によって推定された、それぞれの食品の摂取に費やされる咀嚼筋活動量のデータを用いて、習慣的な食事を摂取するのに必要とされる咀嚼筋の活動量を計算し、この変数を食べ物の硬さの指標とした。身長と体重の測定値より BMI を計算した。腹囲の測定は、へその高さの腹部周囲で行った。

BMI の平均値は 21.4 (95%信頼区間：21.1、21.6) kg/m²、腹囲の平均値は 73.6 (72.9、74.3) cm であった。食べ物の硬さの平均値は 178 (175、181) mV.s/1000 kcal であった。食べ物の硬さと BMI のあいだに有意な関連はみられなかった。しかし、食べ物の硬さは腹囲と有意な負の関連を示した（傾向性の P=0.005）。この有意な負の関連は、考えられる交絡要因および BMI で調整したあとも観察された（傾向性の P=0.002）。

結論として、自由生活を送る若年日本人女性において、食べ物の硬さと BMI のあいだに関連はみられなかったが、食べ物の硬さは腹囲と有意な負の関連を示した。これは、食事と肥満に関する今後の研究に示唆や問題提起を与えるものである。

A. 研究の背景ならびに目的

約 10000 年前に現代のヒトの祖先が誕生して以降、ヒトの遺伝子はほとんど変化していないので、現代のヒトは、依然として、遺伝的にはその当時の食品に適応しているといえる。われわれの祖先は、野生の植物や動物をほとんど加工あるいは調理せずに食べざるを得なかった。一方、現代の先進国の食事は、主に、農業や産業が発展する前に

は手に入らなかった食品によって構成されている。肥満などのいわゆる文明病は、根本的には、われわれの遺伝子が新たな生活環境に適応できないために起こっていると考えられるので、われわれの祖先の食事と現代の先進国の食事の違いは、肥満を含む生活習慣病の予防に重要な示唆を与えるかもしれない。われわれの祖先の食事と現代の先進国の食事で大きく違うと考えられる要因として、食品の硬さがある。

しかし、食べ物の硬さと肥満などの生活習慣病の関連を検討したヒトを対象とした研究は存在しない。一方、動物実験では、食べ物の硬さが体重や体脂肪に与える望ましい効果が示唆されている。そこで、食べ物の硬さと body mass index (BMI) と腹囲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、以下の3つの条件を満たす454人の対象者に限定した：年齢が18～22歳（467人）、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ない（468人）、計算されたエネルギー摂取量1000～3500 kcal/日（467人）。

（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. 食事評価と食べ物の硬さ

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、エネルギーにおいて0.48、エネルギー産生栄養素において0.48～0.55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、食物繊維において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。

DHQにより推定された107の食品（飲み物、スープ、調味料、飲料水以外の食品）の摂取量データ、および論文として公表されている公式によって推定された、それぞれの食品の摂取に費やされる咀嚼筋活動量のデータを用いて、習慣的な食事を摂取するのに必要とされる咀嚼筋の活動量を

計算し、この変数を食べ物の硬さの指標とした。食べ物の硬さの粗値 (mV.s/日) はエネルギー摂取量と強く相関していたので (ピアソンの相関係数=0.75)、本研究ではエネルギー調整済み値 (mV.s/1000 kcal) を用いた。それぞれの食品の硬さの値を表 1 に示す。咀嚼筋活動量のデータは 144 食品においてのみしかないので、食事記録から食べ物の硬さを計算することができず、その結果、DHQ から計算された食べ物の硬さの妥当性を、食事記録から計算された食べ物の硬さと比較することによって検討することはできなかった。

B-3. 身体測定

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。

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)、および体重を減少しようとしているか (はい、いいえ) についても生活習慣質問票のなかで尋ねた。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。DHQ のなかで、摂食速度 (遅い、ふつう、速い) を尋ねた。

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。食べ物の硬さの 5 分位別に BMI と腹囲の平均値 (未調整値および調整済み値) 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)、体重を減少しようとしているか (はい、いいえ)、身体活動 (METs スコア/日、連続変数)、摂食速度 (遅い、ふつう、速い)、エネルギー摂取量 (kcal/日、連続変数) であった。腹囲の解析では、BMI (kg/m²、連続変数) でさらに調整した。さらに、たんぱく質の % エネルギー (連続変数)、脂質の % エネルギー (連続変数)、食物繊維摂取量 (g/1000 kcal、連続変数) でさらに調整した。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

対象者の特性を表 2 に示す。BMI の平均値は 21.4 (95% 信頼区間: 21.1, 21.6) kg/m²、腹囲の平均値は 73.6 (72.9, 74.3) cm であった。食べ物の硬さの平均値は 178 (175, 181) mV.s/1000 kcal であった (範囲=101~289 mV.s/1000 kcal)。食べ物の硬さにもっとも貢献していた食品は、精白めし (27.0%) であり、そのあとには、スパゲティ (4.1%)、豚肉 (3.9%)、緑の葉野菜 (3.7%)、キャベツ (3.4%) が続いた (表 1)。食べ物の硬さと交絡要因の関連を表 3 に示す。食べ物の硬さと摂食速度のあいだに負の関連がみられた。食べ

物の硬さはエネルギーおよび脂質摂取量と負の関連を、たんぱく質および食物繊維摂取量と正の関連を示した。

食べ物の硬さの5分位別のBMIおよび腹囲を表4に示す。交絡要因による調整にかかわらず、食べ物の硬さはBMIと関連していなかった。逆に、食べ物の硬さは腹囲と有意な負の関連を示した(モデル1、傾向性の $P=0.005$)。この有意な負の関連は、考えられる交絡要因(モデル2、傾向性の $P=0.028$)およびBMI(モデル3、傾向性の $P=0.002$)で調整したあとも観察された。しかし、さらに栄養素摂取量で調整すると有意ではなくなったので(モデル3と5)、この負の関連は主に食べ物の硬さによってもたらされる食事の組成によるものと考えられた。

D. 考察

D-1. 主な知見

この研究は、ヒトを対象に食べ物の硬さと肥満の関連を検討した最初の研究である。自由生活を送る若年日本人女性において、食べ物の硬さとBMIのあいだに関連はみられなかったが、食べ物の硬さは腹囲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、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。

第三に、今回使用されたDHQは食べ物の固さを推定するために作られたものではなく、また、DHQから計算された食べ物の硬さの妥当性につ

いても不明である。しかし、さまざまな栄養素および食品における高い妥当性は、食べ物の硬さの妥当性について、ある程度の保障を与えるかもしれない。今回計算された食べ物の硬さは実際の硬さの近似値に過ぎないため、結果の解釈には注意が必要である。

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と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、食べ物の硬さ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。また、本研究では、対象者の歯の状態に関するデータがなかったため、これによる交絡が起こっている可能性は否定できない。

E. 結論

動物実験では、食べ物の硬さが体重や体脂肪に与える望ましい効果が示唆されているが、食べ物の硬さと肥満の関連を検討したヒトを対象とした研究は存在しない。そこで、自由生活を送る人々を対象に、食べ物の硬さとBMIと腹囲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545人であった。自記式食事歴法質問票により推定された107の食品の摂取量データ、および論文として公表されている公式によって推定された、それぞれの食品の摂取に費やされる咀嚼筋活動量のデータを用いて、習慣的な食事を摂取するのに必要とされる咀嚼筋の活動量を計算し、この変数を食べ物の硬さの指標とした。身長と体重の測定値よりBMIを計算した。腹囲の測定は、へその

高さの腹部周囲で行った。

BMI の平均値は 21.4 (95%信頼区間: 21.1、21.6) kg/m²、腹囲の平均値は 73.6 (72.9、74.3) cm であった。食べ物の硬さの平均値は 178 (175、181) mV.s/1000 kcal であった。食べ物の硬さと BMI のあいだに有意な関連はみられなかった。しかし、食べ物の硬さは腹囲と有意な負の関連を示した (傾向性の $P=0.005$)。この有意な負の関連は、考えられる交絡要因および BMI で調整したあとも観察された (傾向性の $P=0.002$)。

結論として、自由生活を送る若年日本人女性において、食べ物の硬さと BMI のあいだに関連はみられなかったが、食べ物の硬さは腹囲と有意な負の関連を示した。これは、食事と肥満に関する今後の研究に示唆や問題提起を与えるものである。

F. 研究発表

1. 論文発表

Murakami K, Sasaki S, Takahashi Y, Uenishi K, Yamasaki M, Hayabuchi H, Goda T, Oka J, Baba K, Ohki K, Kohri T, Muramatsu K, Furuki M. Hardness of the habitual diet in relation to body mass index and waist circumference in free-living Japanese women aged 18-22 years. Am J Clin Nutr (in press).

2. 学会発表

なし

表1 本研究で使用された食品の硬さ^{1,2}

食品	硬さ (mV.s/1000 kcal)	食べ物の硬さへの寄与 (%) ³
精白めし	225	27.04 ± 15.22 ⁴
スパゲティ	339	4.07 ± 3.78
豚肉	236	3.87 ± 2.97
緑の葉野菜	1701	3.65 ± 3.32
キャベツ	2546	3.44 ± 3.04
鶏肉	351	2.85 ± 2.37
鶏卵	135	2.41 ± 1.50
牛肉	345	2.37 ± 2.39
そば・うどん	278	2.37 ± 2.19
はくさい	2404	1.84 ± 2.10
きのこ	2560	1.80 ± 1.66
インスタントめん	236	1.74 ± 2.48
食パン	76	1.60 ± 1.60
りんご	664	1.49 ± 2.19
にんじん	857	1.45 ± 1.07
玄米めし	230	1.41 ± 5.91
胚芽米めし	227	1.33 ± 6.26
わかめ	3265	1.32 ± 1.50
漬け物(梅干しを除く)	2652	1.21 ± 2.15
中華めん	236	1.19 ± 2.13
菓子パン	70	1.16 ± 1.46
牛・豚のひき肉	198	1.12 ± 0.98
ブロッコリー ⁵	1360	1.11 ± 1.38
ピザ	209	1.11 ± 1.97
レタス	3971	1.05 ± 1.21
たまねぎ	555	0.97 ± 0.75
納豆	129	0.94 ± 1.11
背の青い魚	143	0.92 ± 0.82
きゅうり	3327	0.82 ± 1.15
えび・かに	711	0.79 ± 0.68
いか・たこ	691	0.79 ± 0.87
麦めし	259	0.77 ± 4.91
白身の魚	229	0.76 ± 0.65
もやし	2892	0.74 ± 0.86
みかん・オレンジ・グレープフルーツ	212	0.74 ± 1.18
赤身の魚	225	0.73 ± 0.65
魚の干物	265	0.70 ± 1.12
ピーマン	2417	0.65 ± 0.91
7分つきめし	225	0.63 ± 4.64
コーンフレーク ⁵	170	0.60 ± 1.66
豆腐加工品	266	0.59 ± 0.98
フライドポテト	218	0.59 ± 0.80
チーズ	91	0.58 ± 0.90
さつまいも・さといも・やまいも	175	0.52 ± 0.55
お好み焼き・たこ焼き ⁵	112	0.50 ± 0.73
骨ごと食べる小魚	766	0.47 ± 0.66
バターロール	80	0.46 ± 1.00
バナナ	165	0.45 ± 0.80
魚介練り製品	327	0.42 ± 0.64
洋菓子	50	0.41 ± 0.46
ごぼう	578	0.40 ± 0.61
クロワッサン	46	0.38 ± 0.76
トマト	568	0.38 ± 0.42
じゃがいも	101	0.37 ± 0.38
せんべい	112	0.36 ± 0.56
ハム・ソーセージ	97	0.36 ± 0.39
だいこん	450	0.35 ± 0.30
ヨーグルト(砂糖入り) ⁵	78	0.32 ± 0.58
こんにゃく	6309	0.32 ± 0.53

(続く)

表1 続き

食品	硬さ (mV.s/1000 kcal)	食事の硬さへの寄与 (%) ³
小豆が入った和菓子	138	0.31 ± 0.43
5分つきめし	227	0.30 ± 2.70
豆腐	74	0.30 ± 0.26
貝類(かきを除く)	1042	0.29 ± 0.41
ドーナツ	51	0.28 ± 0.46
クッキー・ビスケット	36	0.26 ± 0.36
なす	1337	0.26 ± 0.39
いちご	317	0.24 ± 0.28
ベーコン	86	0.24 ± 0.34
ホットケーキ ⁵	72	0.23 ± 0.57
ツナ缶	101	0.22 ± 0.31
スナック菓子	57	0.21 ± 0.33
煮豆	75	0.21 ± 0.35
レバー	468	0.19 ± 0.40
ヨーグルト(無糖) ⁵	85	0.17 ± 0.54
カロリーメイト ⁵	131	0.16 ± 0.61
チョコレート ⁵	9	0.16 ± 0.22
ヨーグルト(中間) ⁵	81	0.15 ± 0.46
梅干し ⁵	626	0.15 ± 0.25
レーズン	199	0.14 ± 0.38
かき(貝)	885	0.14 ± 0.25
アイスクリーム(中間) ⁵	24	0.13 ± 0.20
かぼちゃ	75	0.13 ± 0.15
小豆が入っていない和菓子	145	0.12 ± 0.22
アイスクリーム(ふつ) ⁵	23	0.11 ± 0.31
ナッツ(ピーナッツを除く)	95	0.11 ± 0.18
カリフラワー ⁵	1413	0.11 ± 0.45
ピーナッツ	78	0.11 ± 0.29
佃煮	246	0.10 ± 0.27
ポテトチップ	42	0.09 ± 0.15
ゼリー	73	0.08 ± 0.14
キウイフルーツ ⁵	171	0.07 ± 0.18
あめ・キャラメル・ガム ⁵	13	0.07 ± 0.11
れんこん ⁵	183	0.07 ± 0.15
果物の缶詰	146	0.05 ± 0.09
かき(果物)	504	0.04 ± 0.18
カッテージチーズ	293	0.04 ± 0.12
なし	704	0.03 ± 0.23
うなぎ	41	0.02 ± 0.05
のり ⁵	196	0.02 ± 0.02
魚の卵 ⁵	25	0.02 ± 0.03
塩辛	467	0.02 ± 0.05
ジャム・マーマレード ⁵	10	0.02 ± 0.04
アイスクリーム(高脂肪) ⁵	25	0.01 ± 0.10
もも	279	0.01 ± 0.07
メロン	126	0.00 ± 0.02
ぶどう ⁵	39	0.00 ± 0.01
すいか	201	0.00 ± 0.02

¹食事歴法質問票で計算される150食品のうち、上記の107食品が食べ物の硬さの計算に使用された。使用されなかった残りの43食品は、22種類の飲み物類(100%果物ジュース、その他の果物ジュース、トマトジュース、野菜ジュース、ビール、日本酒、焼酎、チューハイ、ウィスキー、ワイン、緑茶・ウーロン茶、紅茶、コーヒー、ココア、乳酸菌飲料、清涼飲料、ノンシュガーの清涼飲料、滋養強壮剤、普通乳、低脂肪乳、脱脂乳、コーヒーフレッシュ)、4種類のスープ(コンソープ、中華スープ、めんスープ、みそ汁の水)、16種類の調味料(コーヒーや紅茶に使う砂糖、調理中に使う砂糖、バター、マーガリン、マヨネーズ、サラダドレッシング、ノンオイルタイプのサラダドレッシング、調理中に使う油脂、調味料としてのみそ、みそ汁に使うみそ、ケチャップ、食卓塩、調味料としての食塩、しょうゆ、カレー・シチューのルー、人工甘味料)、飲料水である。

²食品は、食べ物の硬さへの寄与の大きさの順に並んでいる。

³本研究の対象者(18~22歳の日本人女性454人)のデータを使用。

⁴値は平均値±標準偏差。

⁵これらの21の食品には、似た食品の硬さの値があてはめられた。

表2 対象者の基本特性 (n = 454)

	値
年齢 (歳)	19.6 ± 1.0 ¹
身長 (cm)	155.1 ± 5.5
体重 (kg)	53.4 ± 8.1
Body mass index (kg/m ²)	21.4 ± 3.0
腹囲 (cm)	73.6 ± 7.4
居住ブロック	
北部 (関東・東北)	267 (59) ²
中部 (東海・北陸・近畿)	85 (19)
南部 (九州・中国)	102 (22)
居住地域の規模	
人口100万人以上の都市	80 (18)
人口100万人未満の都市	334 (74)
町や村	40 (9)
現在、喫煙習慣があるか	
いいえ	441 (97)
はい	13 (3)
現在、体重を減らそうとしているか	
いいえ	342 (75)
はい	112 (25)
身体活動 (METsスコア/日)	34.1 ± 3.5
摂食速度	
遅い	140 (31)
ふつう	144 (32)
速い	170 (37)
エネルギー摂取量 (kcal/日)	1761 ± 406
たんぱく質摂取量 (%エネルギー)	13.9 ± 1.9
脂質摂取量 (%エネルギー)	29.5 ± 5.0
炭水化物摂取量 (%エネルギー)	55.1 ± 5.8
食物繊維摂取量 (g/1000 kcal)	7.1 ± 2.1
食べ物の硬さ (mV.s/1000 kcal)	178 ± 31

¹平均値±標準偏差。²n (%)。

表3 食べ物の硬さの5分位別の対象者の特性 (n = 454)

	食べ物の硬さの5分位					P ¹
	1 (n = 90)	2 (n = 91)	3 (n = 91)	4 (n = 91)	5 (n = 91)	
食べ物の硬さ (mV.s/1000 kcal)	137 ± 13 ²	161 ± 5	176 ± 5	193 ± 6	223 ± 19	
居住ブロック (%)						<0.0001
北部 (関東・東北)	72	68	57	54	43	
中部 (東海・北陸・近畿)	17	20	14	15	27	
南部 (九州・中国)	11	12	29	31	30	
居住地域の規模 (%)						0.10
人口100万人以上の都市	18	16	19	24	11	
人口100万人未満の都市	79	78	68	66	77	
町や村	3	5	13	10	12	
喫煙者 (%)	1	7	3	0	3	0.68
体重を減らそうとしているひと (%)	26	29	21	29	20	0.42
身体活動 (METsスコア/日)	34.7 ± 5.2	33.8 ± 2.7	33.6 ± 2.4	34.1 ± 3.0	34.1 ± 3.3	0.51
摂食速度 (%)						0.03
遅い	32	23	27	37	34	
ふつう	27	31	32	32	37	
速い	41	46	41	31	29	
エネルギー摂取量 (kcal/日)	1885 ± 419	1770 ± 410	1782 ± 375	1665 ± 394	1704 ± 403	0.0006
たんぱく質摂取量 (%エネルギー)	13.1 ± 1.6	13.4 ± 1.7	13.8 ± 1.6	14.1 ± 1.9	15.0 ± 1.9	<0.0001
脂質摂取量 (%エネルギー)	31.0 ± 4.5	30.3 ± 5.6	29.8 ± 4.9	27.7 ± 5.0	28.6 ± 4.6	<0.0001
食物繊維摂取量 (g/1000 kcal)	6.0 ± 1.2	6.3 ± 1.2	6.6 ± 1.5	7.1 ± 1.8	9.5 ± 2.4	<0.0001

¹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。²平均値±標準偏差。

表4 食べ物の硬さの5分位別のbody mass indexおよび腹囲 (n = 454)

	食べ物の硬さの5分位					傾向性のP ¹
	1 (n = 90)	2 (n = 91)	3 (n = 91)	4 (n = 91)	5 (n = 91)	
食べ物の硬さ (mV.s/1000 kcal)	142 (101-152) ²	163 (153-167)	176 (168-183)	192 (184-204)	216 (205-289)	
Body mass index (kg/m ²)						
モデル1 ³	21.4 ± 0.3 ⁴	21.6 ± 0.3	21.3 ± 0.3	21.4 ± 0.3	21.1 ± 0.3	0.47
モデル2 ⁵	21.3 ± 0.3	21.5 ± 0.3	21.3 ± 0.3	21.4 ± 0.3	21.2 ± 0.3	0.73
モデル3 ⁶	21.1 ± 0.3	21.4 ± 0.3	21.2 ± 0.3	21.3 ± 0.3	21.7 ± 0.4	0.38
腹囲 (cm)						
モデル1	75.0 ± 0.8	74.4 ± 0.8	73.0 ± 0.8	73.8 ± 0.8	71.9 ± 0.8	0.005
モデル2	74.9 ± 0.8	74.0 ± 0.8	73.1 ± 0.8	73.9 ± 0.8	72.2 ± 0.8	0.028
モデル3	74.3 ± 0.8	73.7 ± 0.8	72.9 ± 0.8	73.7 ± 0.8	73.6 ± 0.9	0.63
モデル4 ⁷	74.9 ± 0.5	73.7 ± 0.5	73.1 ± 0.5	73.8 ± 0.5	72.5 ± 0.5	0.002
モデル5 ⁸	74.8 ± 0.5	73.6 ± 0.5	73.1 ± 0.5	73.8 ± 0.5	72.9 ± 0.6	0.063

¹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。²中央値(範囲)。³未調整モデル。⁴平均値±標準誤差。⁵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)、体重を減少しようとしているか(はい、いいえ)、身体活動(METsスコア/日、連続変数)、摂食速度(遅い、ふつう、速い)、エネルギー摂取量(kcal/日、連続変数)で調整。⁶モデル2で調整した変数およびたんぱく質摂取量(%エネルギー、連続変数)、脂質摂取量(%エネルギー、連続変数)、食物繊維摂取量(g/1000 kcal、連続変数)で調整。⁷モデル2で調整した変数およびbody mass index (kg/m²、連続変数)で調整。⁸モデル3で調整した変数およびbody mass index (kg/m²、連続変数)で調整。

栄養関連学科女子学生の栄養と健康に関する多施設共同型観察疫学研究

- 鉄欠乏性貧血の発症に関わる因子について -

分担研究者 佐々木 敏¹、朝倉敬子^{2*}

*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慶應義塾大学医学部衛生学公衆衛生学教室

研究要旨

鉄欠乏性貧血は、今なお有病率の高い疾患である。本邦では涉猟しうる限り、実際の生活・健康状態や栄養摂取と鉄欠乏状態との関連を見た報告はなく、本研究ではこの関連の検討を目的とした。対象は国内の栄養士養成施設（大学、短期大学、専門学校、計 10 施設）に在籍する 18～24 歳の有志女子学生 417 名。2006 年 2 月～3 月に、自記式食事歴法質問票を用いてエネルギー・栄養素・食品摂取量に関して、また質問票を用いて生活習慣ならびに身体健康状態に関して調査を行った。同時に、身体測定・血液検査を行った。これらの結果より、鉄欠乏状態に関連する生活・健康・栄養因子を、単変量・多変量解析（ロジスティック回帰）にて検討した。鉄欠乏性貧血および潜在性鉄欠乏の有病率はそれぞれ 7.4%、17.5%であった。多変量解析により、鉄欠乏状態と関連の見られた因子は、鉄も含め、栄養因子の中にはなく、生活・健康因子のうちの、月経周期および経血量のみであった。オッズ比とその 95%信頼区間は、稀発月経 0.33（95%信頼区間：0.13, 0.89）、経血量が多いこと 2.06（95%信頼区間：1.27, 3.34）であった。本研究集団では、鉄欠乏状態の発生に対して、栄養摂取状態より鉄喪失量の影響が大きかった可能性がある。しかし、対象が栄養関連学科学生であること、貧血傾向の自覚のある被験者が鉄摂取に努めている可能性を否定できないことなどから、結果の解釈には注意を要する。

A. 研究の背景ならびに目的

鉄欠乏性貧血は、本邦をはじめとする栄養摂取状態の改善した先進国においても、今なお有病率の高い疾患である。鉄欠乏性貧血は、神経機能や免疫機能の低下に関与したり、早産や周産期死亡の増加に関与したりするとの指摘がある。有病率は思春期から閉経までの月経のある女性で特に高く、従来は鉄の摂取量を多くするような対応策が取られてきた。

一方、海外においては、鉄自体以外にも、ビタミン C や肉類の摂取による鉄吸収の改善や、フィタン酸やポリフェノール、カルシウムの摂取によ

る鉄吸収の阻害といった各種栄養素、食品の体内鉄動態への関与が指摘されている。また、栄養関連因子のみならず、激しい運動や過多月経といった生活・健康因子も鉄欠乏性貧血の発症に対して影響を与えるとの報告がある。しかし、本邦において、鉄欠乏性貧血の発症に関連する栄養・生活・健康因子について解析した研究はなく、これらを明らかにすることを本研究の目的とした。

B. 方法

B-1. 対象者と調査方法

対象者は、全国 10 の栄養士養成施設（大学、

短期大学、専門学校）に在籍する健康な女性。年齢は18歳以上かつ24歳以下とした。

2006年1月～3月に、この研究に参加する各大学・短期大学・専門学校の担当教官が対象となる学生に対して、研究の主旨と参加方法についての概略を説明した。参加を希望する者は、調査担当者または調査協力者から、個別または集団で、研究について詳細な説明を受け、研究に参加する意志を持つ者から研究参加についての同意書を得た。20歳未満の場合は、調査担当者または調査協力者から、個別または集団で、研究について詳細な説明を行った上で、研究内容を説明する文書を渡し、保護者と相談したうえで対象者と保護者（1人）から文書による同意を得た。

2006年2～3月中に、採血予定日から遡って3～7日前をめどに、質問票と蓄尿ボトル、質問票の記入方法、蓄尿の方法、採血日までの生活に関する注意に関する説明書を参加者に配布した。蓄尿は原則として、採血前日の1日間とした。

採血予定日の朝に、採血場所に集合を依頼し、記入済みの質問票と、採尿済みの蓄尿ボトルを回収する。そこで、身体測定、血圧測定、肺吸機能検査、採血、採尿（随時尿）、質問票の不備内容に関する聞き取りを行う。蓄尿日が生理の期間中の者には、蓄尿および採尿を強制しなかった（他の調査項目は生理の有無にかかわらず行った）。

なお、この調査は、日常生活における状態を観察することを目的としているため、調査期間中の生活には何らの規制も行わなかった。

（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. 調査項目

次の8種類の調査を行った。

- 1) 自記式食事歴法質問票（過去1か月間に関する質問）を用いたエネルギー・栄養素摂取量に関する調査。アルコール摂取やサプリメントに関する情報もこの質問票から得た。
- 2) 質問票を用いた生活習慣ならびに身体健康状態に関する調査。既往歴、居住地、現在の喫煙状態、月経の状態、運動量に関する情報はこの質問票から得た。
- 3) 身体測定。身長、体重、腹囲を測定。
- 4) 血圧測定。自動血圧計を用いて、座位にて測定。
- 5) 肺機能検査。スパイロメーターを用いて、努力性肺活量、1秒率を測定。
- 6) 血液から得られる栄養学的に重要な生体指標。採血は原則的に8時間以上の空腹にて行った。採血は1回。採血量は全血として20 mlを上限とした。採取した血液を用いた測定予定項目は次のとおり。赤血球数、白血球数、ヘモグロビン、ヘマトクリット、血小板数、ヘモグロビンA₁C、総コレステロール、LDLコレステロール、HDLコレステロール、中性脂肪、GOT (AST)、GPT (ALT)、 γ -GTP、インスリン、グルコース、脂肪酸分画、血清鉄、トランスフェリン、フェリチン、TIBC、無機リン、カルシウム、オステオカルシン、ビタミンB₆、ビタミンB₁₂、葉酸、ビタミンD、ビタミンK、ビタミンE、ビタミンA、カロテノイド（ α -カロテン、 β -カロテン、リコペン、クリプトキサンチン、 β -クリプトキサン