

# 進学塾生徒、中高生、服飾・栄養専門学校生におけるポケットカメラによる食生活の実態調査と骨量測定

辻学園栄養専門学校中央研究室 教授	広田孝子	松田みどり
	山西佐智美	原みずほ
初芝富田林中学高等学校	室谷好一	小田切岩男
メディアツェンティーワン	茂田文彦	阿部香織
		今井良子
マロニエファッションデザイン専門学校	栗津麻里子	増谷千秋
		野中翠

## はじめに

受験の激化や低年齢化、飽食、ダイエット情報の氾濫など、ライフスタイルの変化とともに現代人の食生活は急激に変化し、子供の非行、いじめ、自殺、犯罪など数々の問題点が露見しつつある。これまでのわれわれの研究結果から、骨密度の急上昇は初経発来頃にあること、思春期における栄養摂取や運動量がより高い骨密度の獲得に影響を及ぼしている可能性が示唆された<sup>1)~4)</sup>。従って、思春期から青年期にわたる食生活やライフスタイルは一生の骨密度を決定する重要な因子と考えられる。しかし近年、子供たちの食生活やライフスタイルの乱れ、また犯罪、健康障害、骨折の増加が問題となっており、その原因は明らかでない。また若年者におけるカルシウム摂取不足も一層深刻である。平成8年度の厚生省による国民栄養調査では<sup>5)</sup>、10才代及び20才代(女性は30才代も)のカルシウム充足率は最も低い。

我々はこれまで正確な食事調査の実施が困難と考えられていた子供たちを対象とし、子供にも簡便に使い、かつ正確な情報を得ることのできる食生活調査の方法として、ポケットカメラによる食事調査法を考案した。まず予備調査として、子供たちにポケットカメラを与え、食べたものすべてを撮影してもらい、その写真から栄養価計算を行った。それと同時に栄養士である母親による食事記録法も平行し行ったところ、ポケットカメラによる食事調査法における正確性(記録法との誤差の平均は9%)が確認された。

そこで今回、不規則な食生活を送りがちな塾通いの小中学生(塾生)と受験校である私立の中高校生(中高生)、健康よりも外見に関心が高い服飾専門学校生(服専)及び栄養に関心の高い栄養専門学校生(栄養)の現代生活を反映する典型的な4つのグループの若者を対象にポケットカメラ法による食事調査を行い、彼女たちが日頃どのような食生活を送っているのか、いかなる食品が頻繁に利用されているのか、各栄養素の充足率はどれくらいで、日本の若者にカルシウムがなぜ充足されにくいのか等調査し、思春期及び青年期の栄養素摂取状況、食生活の実態などを明らかにし、また同時に踵骨の超音

波法による骨量測定も行った。可能な限り同一人物の経年変化も追った。

## 1. 方法

### 1) 対象者

大阪市内の進学塾に通う小中学生女子(10~12才)19名、大阪府下の進学校である6年制の私立の中高校生女子(13~17才)77名、大阪市内の3年制の服飾専門学校女子(18~24才)17名、大阪市内にある2年制の栄養専門学校女子(18~28才)15名、計128名を対象とした。

今回の食事調査及び骨量測定を行うにあたって、塾通いの小学生には事前に本人はもちろんのこと保護者をはじめ関係者の承諾を得るため、学習塾塾長及び担当者に、調査目的、方法等の説明を行った。そして、同意が得られた後、塾内新聞を通して小学校4年生~中学1年生を対象に調査協力の募集がなされた。同様に私立の中高生、服飾専門学校生、栄養専門学校生においても、学校長、教職員関係者に説明し、同意が得られた後、学校を通し調査を依頼した。調査協力に同意した学生のうち男子学生の結果は少数であったため今回省いた。なお、可能な限り同一対象者で経年変化を追ったが再度調査を望む対象者は限られた。

### 2) 食事調査

対象者にポケットカメラを配布し、取扱方法を詳しく説明し、夏期の平日の3日間にわたり摂取したものすべてを食前及び食後(残食分)撮影してもらった。撮影の際には、所定の「食事内容記入カード」(縦20cm、横15cm)を皿の横側に並べて撮影することにより、写真から食品の大きさを推測するための目安とした。栄養価計算は熟達した同一栄養士により、ハガキサイズの写真から食料の種類と重量を推測し、栄養価計算ソフト(オリンパス社製 栄養相談室)を用い、エネルギー、蛋白質、脂質、カルシウム、鉄、ビタミンA、ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ビタミンC、ビタミンDの摂取量を算出し、同時に食品群別の摂取頻度についての集計も行った。また、脂質の所要量については、塾、中高生についてはエネルギー比25~30%の平均値27.5%、両専門学校生には20~25%の平均値22.5%を採用した。

### 3) 身体計測、骨量測定、及びライフスタイルの調査

対象者全員に、身長、体重等の身体計測、超音波測定法(Lunar社製 Achilles A1000)を用い、右足踵骨の超音波伝導速度(SOS)、広帯域超音波減衰係数(BUA)の測定、そしてStiffness index(S値)が算出された。さらに食習慣や運動習慣等のライフスタイルについてのアンケート調査も行った。

### 4) 統計解析

表中の数値はすべて平均±標準偏差で示した。有意差の検定はStudent-t検定により行い、危険率5%を有意水準とした。

## 2. 結果

### 1) 対象者の身体状況

10～28才、128名の対象者の身体状況の平均値を表1に示す。塾生、中高生共に国民栄養調査(平成8年)<sup>5)</sup>における同年代の身長、体重、ボディマスインデックス(BMI)に類似している。服飾専門学校生は全国平均に比べ、身長は約2 cm高く、体重は全国平均と変わらないためBMIは0.5(kg/m<sup>2</sup>)ほど低い。他方、栄養専門学校生は全国平均に比べ、身長は0.5～1 cm 低く、体重は1～2 kg大きい、BMIは1(kg/m<sup>2</sup>)ほど大きい。踵骨超音波法によるS値はこれまで報告のある同年代の平均値と大きく異なることはないが<sup>3)4)6)7)</sup>塾生、服飾専門学校生においてやや低い傾向が観察された。

表1 対象者の特徴

	塾生徒	中高生	専門学校生	
			服飾	栄養
年齢(歳)	11.1 (10～12)	14.6 (13～17)	20.8 (18～24)	21.5 (18～28)
人数	19	77	17	15
身長 (cm)	147.0 ±6.0	156.0 ±5.0	161.0 ±6.1	157.7 ±5.3
体重 (kg)	38.6 ±7.9	48.1 ±7.2	52.1 ±8.0	53.6 ±9.8
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	17.7 ±2.9	19.6 ±2.2	20.0 ±2.4	21.5 ±3.4
Stiffness (%)	76 ±8	90 ±10	85 ±13	89 ±13

### 2) ポケットカメラ法による食品群別摂取量

10～28才の全対象者1日当たりの食品群別摂取の傾向は図1に示される。国民栄養調査における同年代の平均摂取量に比べ、穀類は約30%少なく、芋類は約1/2、油脂類は多く、塾生で1.6倍と高い。豆類は約半分、果実、野菜、魚介類も少なく、肉類は多い。このように全国平均に比べ今回の対象者の食品の摂取傾向は穀類、芋類、豆類、魚介類、野菜が少なく、油脂、肉類が多いことから、日本の伝統的な食生活に豊富な植物性食品よりも、動物性食品をより多く摂る、戦後継続して観察されている食生活の変遷が現在もおお都市部の若者に一層強く進行していることが観察される。対象者のなかでは中高生において、魚介、乳類、野菜、果物の摂取が高く、次いで、栄養専門学校生に同様の傾向が観察され、服飾専門学校生では魚介、乳類、豆類、芋類、野菜、果物の摂取が最も低く観察され

た。

全対象者においてカルシウム源として重要と考えられる牛乳・乳製品の摂取頻度を観察したところ、牛乳の摂取頻度は1.4~2.3回/3日、チーズ、ヨーグルト等乳製品は2.4~3.9回/3日であった(表2)。また、3日間、一度も牛乳を飲まなかったものは塾生で19人中7人(37%)、中高生77人中18人(23%)、服専17人中6人(35%)、栄専15人中4人(27%)で、チーズ、ヨーグルト等乳製品を含め全く摂らなかった者は、塾生19人中5人(26%)、中高生77人中17人(22%)、服専17人中5人(29%)、栄専15人中2人(13%)、服専17人中4人(23%)、栄専15人中2人(13%)であった(表2)。

図1 ポケットカメラによる1日当たりの食品群別摂取量

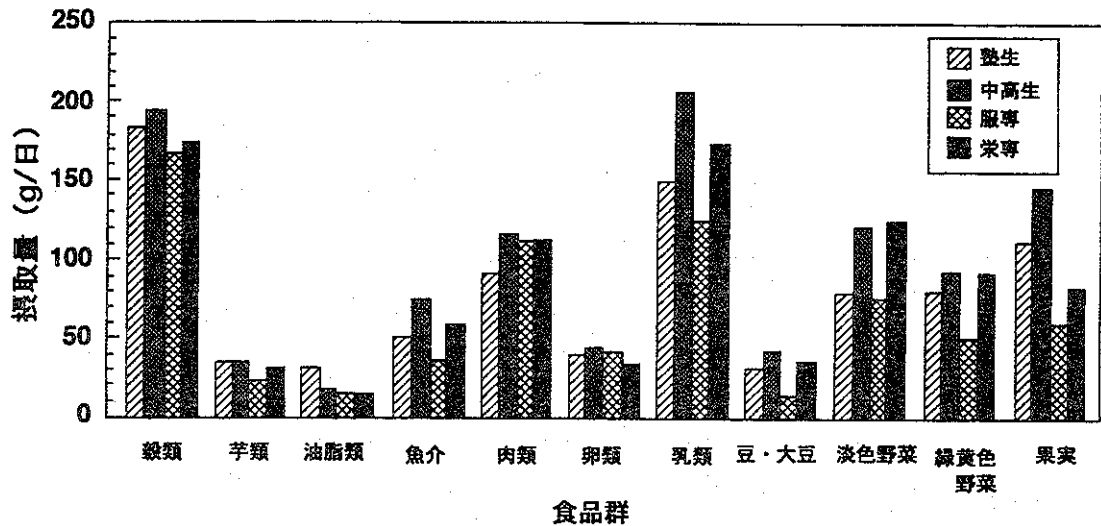


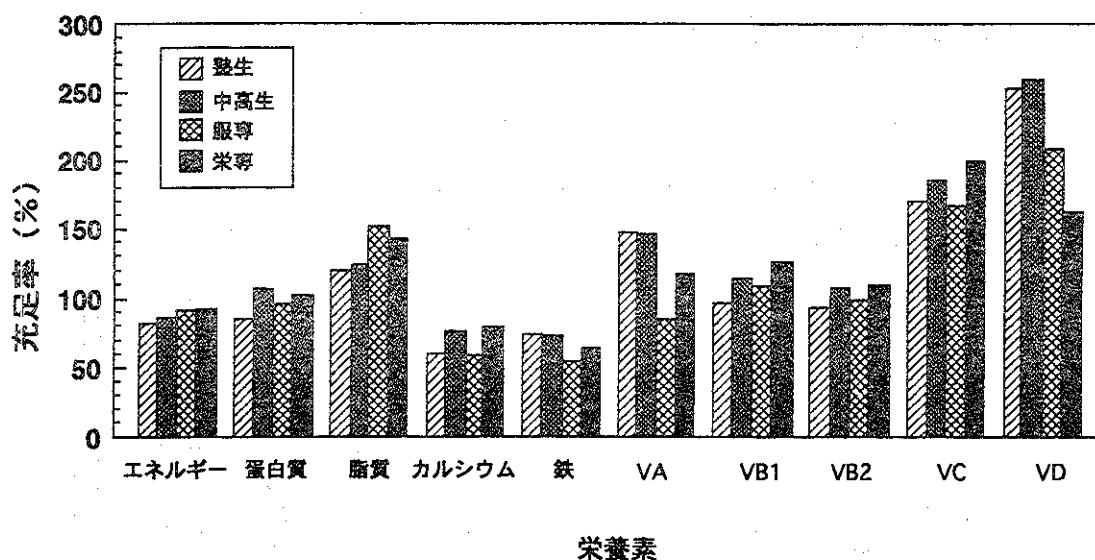
表2 ポケットカメラによる牛乳・乳製品の摂取状況

	塾生	中高生	服専	栄専
人数 (人)	19	77	17	15
牛乳摂取回数/3日	1.4±1.4	2.3±1.9	1.5±1.2	1.7±1.2
摂取0回/3日の者	7人 (37%)	18人 (23%)	6人 (35%)	4人 (27%)
牛乳・乳製品摂取回数/3日	2.6±2.2	3.9±2.5	2.4±1.6	3.2±2.1
摂取0回/3日の者	5人 (26%)	17人 (22%)	5人 (29%)	2人 (13%)

### 3) ポケットカメラ法による栄養素充足率

10~28才の全対象者の栄養素の充足率を観察すると、カルシウムと鉄が極度に不足していた(図2)。ビタミンAを充足していない服専を除き、ビタミンA、ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ビタミンC、ビタミンD共、ビタミン類はほとんど充足されていた。総エネルギー摂取における脂質の占める割合は適正基準(塾、中高生では25~30%、服専、栄専では20~25%)をはるかに超えており、特に服専や栄専において、より高い脂質摂取量が観察された(図2)。

図2 ポケットカメラによる1日当たりの栄養所要量に対する充足率



### 4) 欠食回数と栄養素充足率

3日間のポケットカメラによる食事調査のうち一度でも欠食のあった者は塾生19人中4人(21%)、中高生77人中5人(6%)、服専17人中8人(47%)、栄専15人中2人(13%)と、服専の欠食のあった者は約半数を占めた。また、欠食は、塾生では昼食、中高生では朝食、服専では朝と夕食、栄専では朝食が多かった。3日間のうち欠食のあった者と、欠食のなかった者とで、栄養素の充足率を比較すると、すべての対象群において、1度でも欠食のあった者の各種栄養素充足率が低くなっていた。カルシウム、鉄の充足率がより低下するのはもちろんのこと、充足できていたビタミンA、ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ビタミンCまでも欠食により充足できなくなっていた。塾生、服専生徒における蛋白質の充足率が欠食により70~80%と低下していたことも問題となる。

### 5) 乳製品摂取とカルシウム充足

各種栄養素のうち最も充足率の低いカルシウムについて、どのような食品を摂取していた者においてカルシウムの充足が100%可能であったかを観察したところ、塾生・中高生はカルシウム所要量が700mg/日と高いが、塾生で充足できていたのは牛乳、乳製品を1日3回以上摂取していた者であり、中高生、服専、栄専学生では1日2回以上の牛乳・乳製品を摂っていた者においてカルシウムが充足できていた(図3)。しかも、このように高頻度で牛乳・乳製品を摂っていた者は栄専群の

図 3-A 乳製品摂取回数別栄養素充足率（塾生）

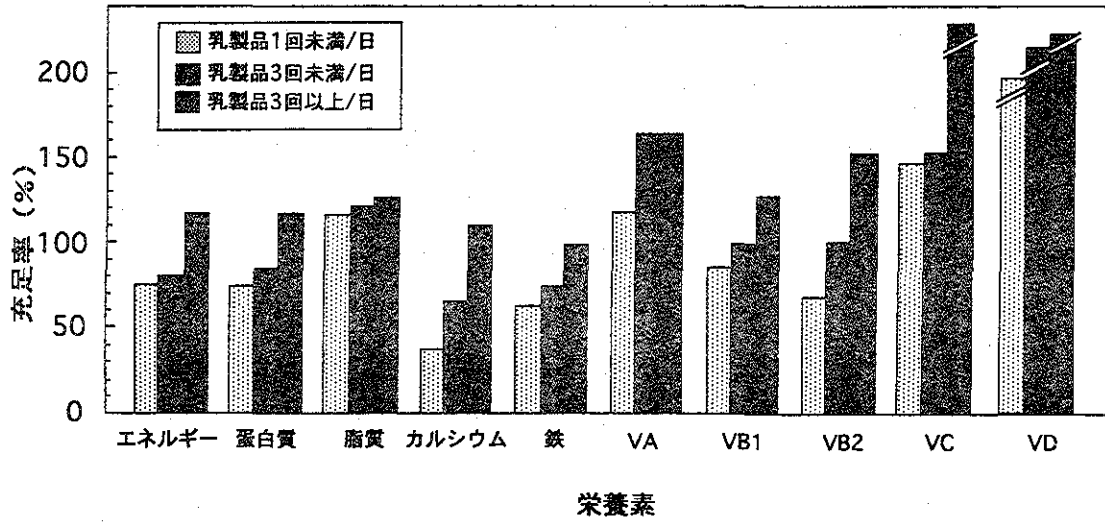


図 3-B 乳製品摂取回数別栄養素充足率（中高生）

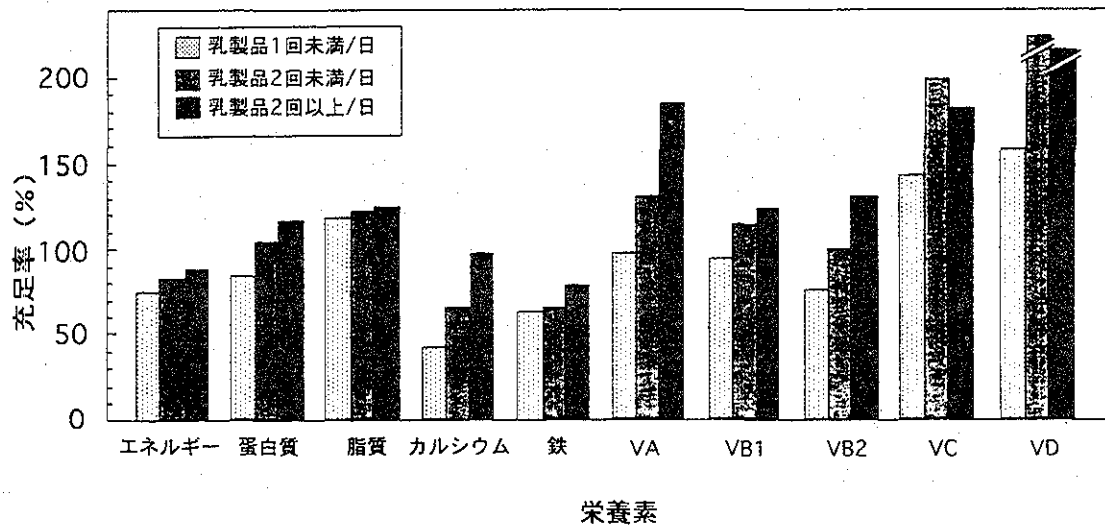


図 3-C 乳製品摂取回数別栄養素充足率（服専）

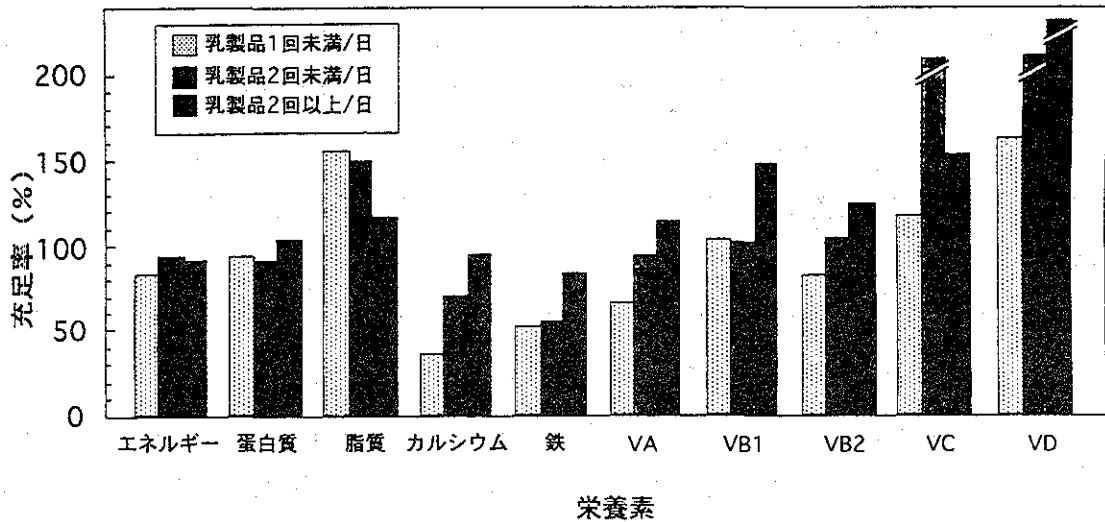
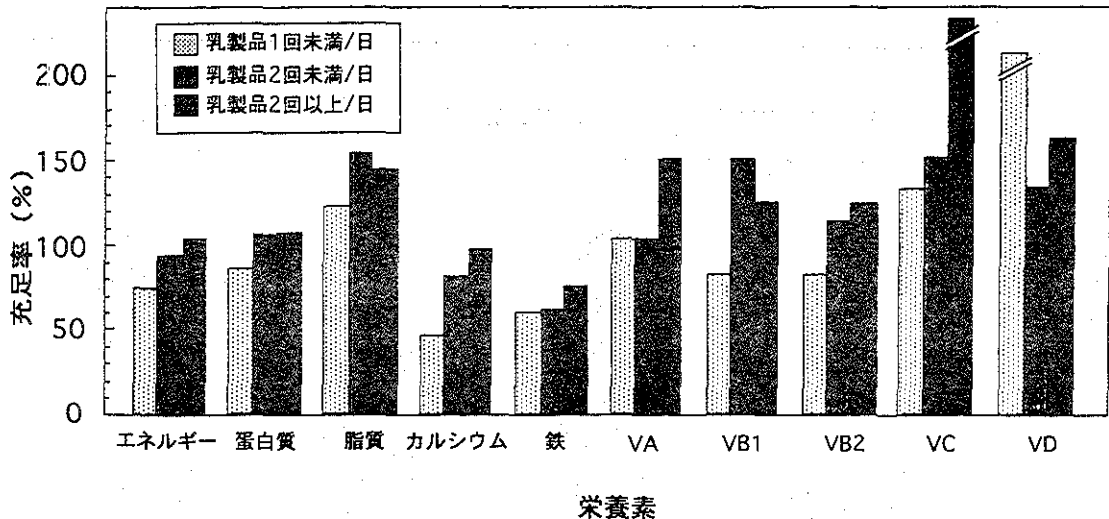


図 3-D 乳製品摂取回数別栄養素充足率 (栄専)



鉄の充足は例外として、蛋白質、ビタミン等その他の栄養素も充足できていた(図3)。他方、牛乳・乳製品摂取頻度が低かった者はカルシウム以外の栄養素も充足できなくなっていた(図3)。

#### 6) 各種食品群の摂取と鉄の充足

極度に不足している鉄についても、どのような食品群を摂取している者が充足可能であったかを観察したところ、鉄が充足できていた塾生では、卵、乳類、野菜、栄専では魚介、乳類、野菜の摂取が多かった。このことより、鉄分のような動物性、植物性食品など種々の食品に広く含まれている栄養素は、カルシウム充足における牛乳・乳製品のような限られた食品を摂れば充足可能とは言えず、各種の食品を偏りなく広く摂取することが必要ではないかと考えられる。

#### 7) 各年代ごとの骨量

塾生・中高生・服専・栄専の学生たちの踵骨における平均S値を観察すると、図4に示されるように、塾生は低く、中高生、服専、栄専学生共に高値を示した。中高生以上の3群は最大骨量に近いピーク値を示している。服専学生のS値が少し低い傾向にあった。

#### 8) 各年齢ごとの骨量

全対象者の10~28才128名のS値を年齢ごとにプロットすると15才頃まで急激な上昇が観察され、以後上昇はなくなりプラトーになった(図5)。骨量に大きく影響を与える女性ホルモン分泌を反映する初経発来からの年数ごとのS値を観察すると、これまでの報告と同様に<sup>2)3)</sup>初経発来後1~2年目までS値の上昇が観察され、初経2年後にはほぼピーク値が観察された。

#### 9) 体格と骨量

体重や体格は骨量と強く相関することが知られているが、S値のピークに達していると考えられる中高生(初経後2年以上)について、体格指数であるBMI(体重/身長<sup>2</sup>)とS値の関係を観察した。対象者のBMIが18まではS値とBMIは強い相関が認められ、BMIの増加と共にS値は急激に増加した。標準体重付近のBMI即ち18~22.5では、S値とBMIの相関は観察されなかった。しかし、BMIが22.5

図4 対象者のStiffness index

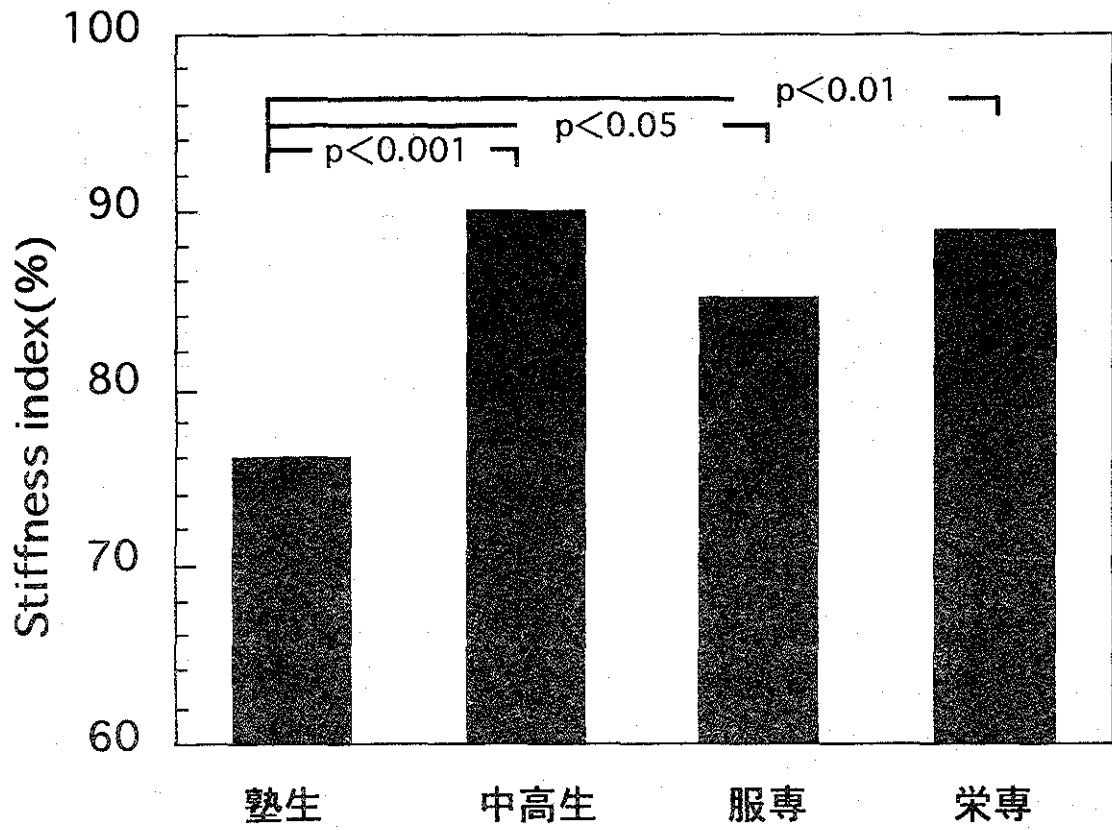
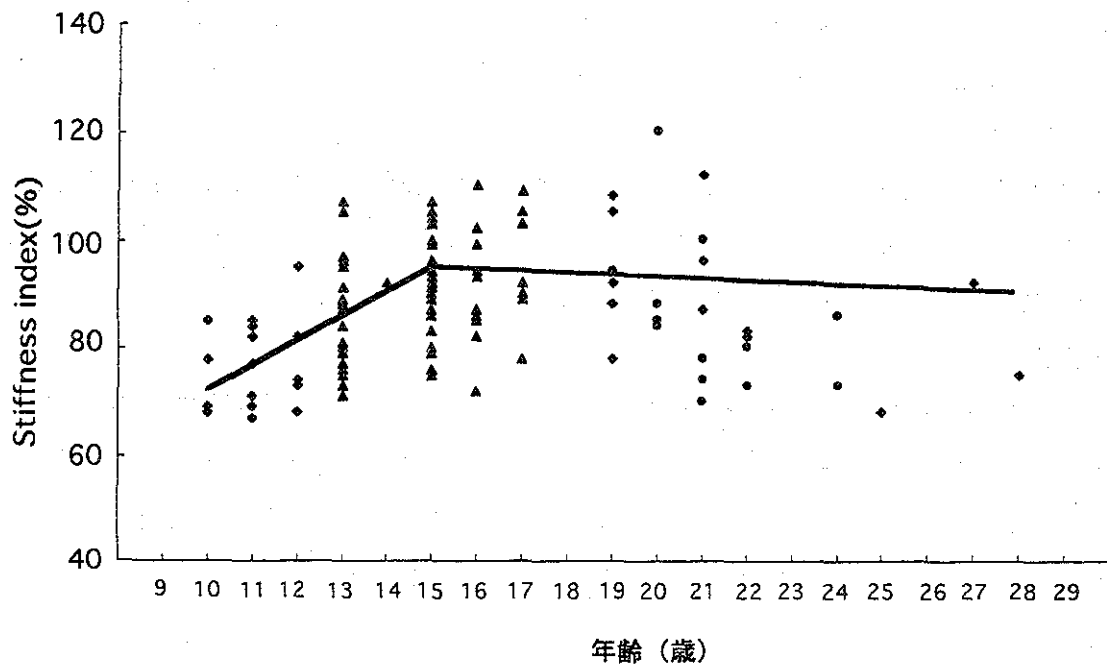


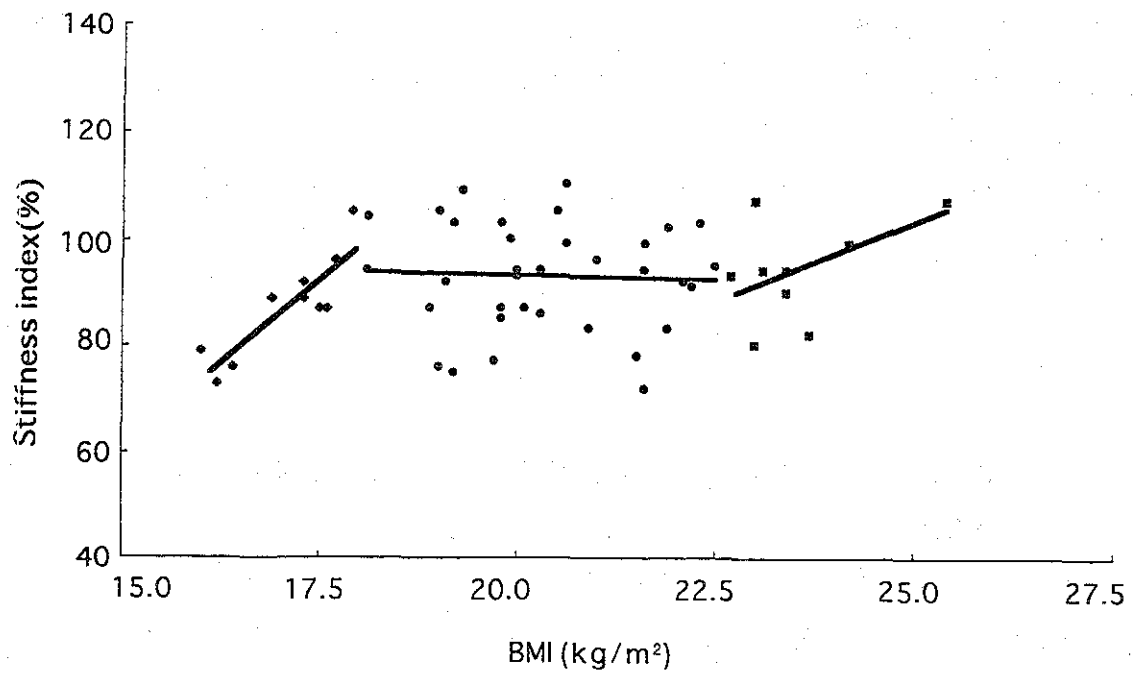
図5 各年齢のStiffness index



を超えると、再びS値とBMIのゆるやかな相関が観察され、BMIの増加と共にS値が高くなる傾向が認められた(図6)。



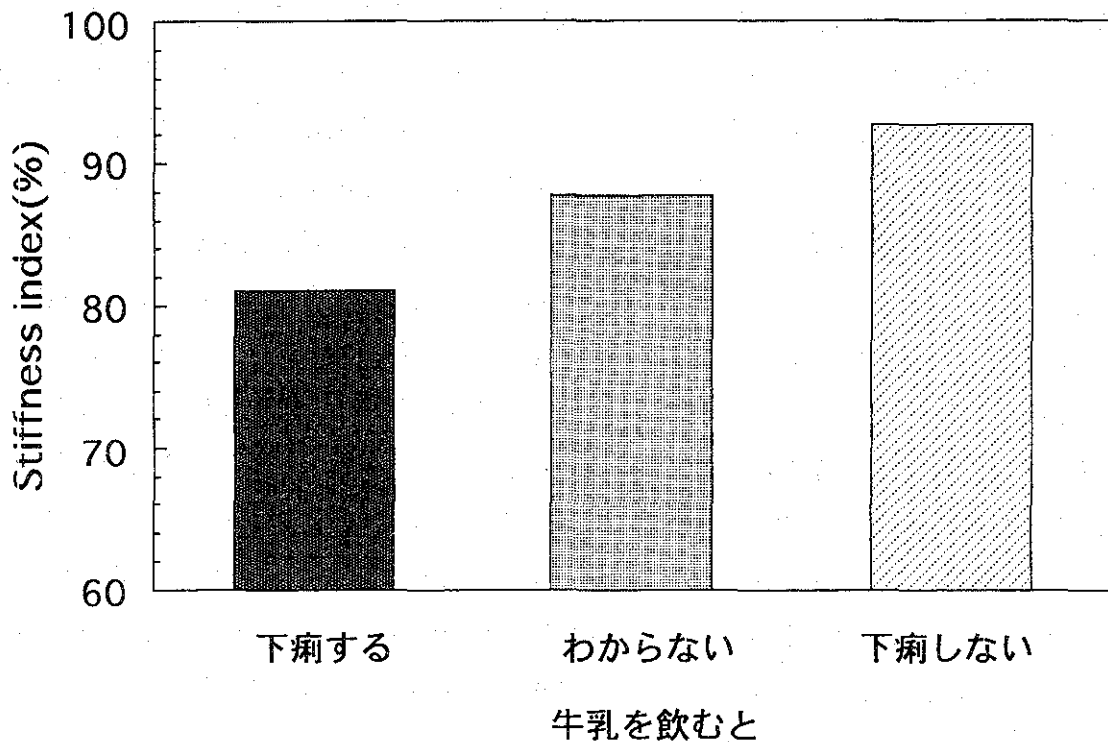
図6 BMIとStiffness index



10) 牛乳不耐症と骨量

ポケットカメラによる食事調査と骨量の関係を観察したところ、S値との相関の高い初経後年数、体重やBMIの強い影響が示唆されたものの、期待していた食事の因子は今回認められなかった。ただし、BMIの高い者ほどS値が高いが、同様にカルシウム充足率も高く、牛乳のみならず、チーズ、

図7 牛乳不耐症とStiffness index



ヨーグルト摂取回数も多かった。

その他、中高生(初経後2年以上)のうち「牛乳を飲むと下痢する」と答えた牛乳不耐症の者に低いS値が観察された(図7)。牛乳不耐症の者にカルシウム充足率がより低値を示した。

#### 11) 骨量の経年変化と食生活

初経発来を機に骨量は急激に増加した。しかし、この増加量とポケットカメラ法による食事調査との相関は観察できなかった。

### 3. 考 察

日本人の長期にわたるカルシウムの摂取不足、超高齢化社会の到来、骨粗鬆症の増加等の問題点から、若年時における適切な食事や運動による高い骨量の蓄積は予防医学の見地から重要と考えられる。これまで若年者の食生活の正確な実態調査はあまり行われていなかった。その理由の一つは子供達の食べ物の正確な量の把握が困難だったこと、またプライバシーにもかかわる子供達の食事調査は父兄の賛同が得られにくいことにあった。今回、子供の健康問題に理解ある教職員、父兄等の協力が得られたこと、かつ、子供達も楽しんで食事を撮影し、結果を楽しみに待っていたこと、さらに熟達した栄養士が苦勞しながらも、正確に写真からの食材の特定や量を計算できたこと、カメラ代、現像代など高価であるにもかかわらず、経済的サポートが得られたことなどから、3日間のポケットカメラによる子供の食生活の実態調査が可能となった。ただ残念なことには、協力してくれた子供、学生の数が少なかったこと、特に塾生については父兄の賛同が少なかった。このため今回の対象者が平均的都市部の日本の子供や学生の代表を表わすというより、むしろ食生活に問題が少なかった子供、学生達が多く参加した結果となっている可能性が高く、現状は今回の結果より更に厳しいものと考えられる。

さて、今回の対象者として最も不規則なライフスタイルを送っているだろうと推測された進学塾通いの小中学生、中高一貫教育の私立進学校、ファッション、外見重視の服専、食べることや栄養に関心のある栄専の学生の4つの典型的な現代っ子を選んだ。実際に服専は身長が全国平均より高く、体重が軽くスリムで、栄専は体重が平均より重かった。一般的に若年者の傾向として、豆類、野菜、果物、魚介類が少なく、肉類の摂取増加があげられるが、今回の対象者はこの傾向が一層強調された結果として観察された。ただし、乳類に関しては必ずしも高い摂取傾向を示さなかった。各種栄養素の充足率を観察すると、カルシウムと鉄の充足率が55~78%と極めて低く、脂質のエネルギーに占める割合が高いのが今回の対象者の特徴であった(図2)。なかでも服専の学生の各種栄養素充足率が最も悪く、この原因として、欠食の多いことがあげられる。3日間の食事調査のうち、1度でも欠食があると1日当たりの平均栄養素充足率はかなり低下する。服専のように、間食が多く間食で食欲を満たしている者は、当然のことながら間食により蛋白質、カルシウム、鉄、ビタミンA、ビタミンB群などは補充しにくい。飽食の時代にあつて、しかもやせスタイル重視の現代の風潮では、若者達の1日3度の朝昼夕食を欠かさず摂ることさえ、おろそかにさせ、十分な栄養素の充足を困難なものとなさせ

る。

では、日本人の最も苦手とするカルシウムを充足させるには若者たちがどのような食生活を送ればよいかを観察してみると所要量の高い(700mg/日)塾生では、1日当たり、牛乳や乳製品を3回以上摂った者において、カルシウムの充足率が100%を超えており、中高生、服専、栄専学生では牛乳・乳製品を1日2回以上摂取していれば、100%以上の充足ができていることが明らかとなった。加えて、カルシウム以外の蛋白質、ビタミン類等はほとんどの栄養素の充足率も増加させる。逆に、少ない牛乳・乳製品摂取はカルシウム以外の栄養素の充足も困難にしていた(図3)。このことより、骨量の蓄積期には牛乳・乳製品を1日3回以上摂取すること、最大骨量到達後は1日2回以上の牛乳・乳製品摂取が必要であることが示唆される。なお、カルシウムの吸収や骨代謝に影響を与えていると考えられるビタミンDの摂取に関しては、対象者全員が十分充足できている状態にあり、日本の若年者においては欧米の高齢者のように、骨量の減少にビタミンD不足が関与しているとは考えにくい。

カルシウムと同様に若年者に欠乏しやすい鉄であるが、鉄が十分に充足できていた者は特定の食品を多くとっているのではなく多種類の食品を豊富にとっている者であったことがわかる。従って、日本人の若い女性に多い鉄欠乏を予防するには植物性、動物性食品の種々を偏りなくとることが重要であろう。

カルシウム摂取やその他の栄養素また食生活と骨量とに相関がみられるだろうと考え、思春期、青年期女性の骨量を測定した。骨量は測定方法、測定部位、基準値など機種により異なり、日本ではすでに多種類の機械が広まってしまっている。国際的に最も信頼度のおかれている2重エネルギーX線吸収装置(DXA法)による腰椎、大腿骨近位部、全身骨の骨密度測定<sup>2)8)9)</sup>は、精度は高いものの、X線を使用していること、高価であることなどから、予防医学で、子供に使用するには困難である。今回我々が使用したLunar社製踵骨超音波測定法は最近、欧米で多人数の臨床試験により大腿骨近位部の骨密度や骨折と強い相関が観察され<sup>10)</sup>、信頼できる骨量測定機器として認められつつある機種である。しかし測定誤差の大きいことは欠点として残る。

さて、今回の対象者の骨量(骨密度)のピークは15才頃であった(図5)。生理学的年齢でいうと、初経初来後2年目ではほぼピークに達することとなる。初経発来の平均年齢が12~13才であるから、歴年齢の15才と一致する。17~18才頃からは、ごくわずかであるが、踵骨骨量は減少傾向を示すように思われた(図5)。これらの骨量の変化は最終的には多人数で、少なくとも5~6年の経年変化を観察しなければならない。今回の経年変化については少ない対象者で変化を追っているため、骨量が増加する者だけでなく、減少する者もあり、これは測定の誤差によるものか、それとも、個人の変動によるものか判定できなかった。

さて、ポケットカメラによる食事調査の結果と骨量との相関や変動についての考察であるが、実際には、骨量の経年変化がわずかだったため、測定誤差2~3%の可能性を除去できなかったこと、また、思春期・青年期の骨量は体重や初経発来後年数などの強い影響を受けるため、3日間の食事因子の影響は次に述べる点の他はほとんど観察されなかった。骨量はBMIが高いほど高値を示すが(図6)、

ポケットカメラによる食事調査でBMIの高い者ほど牛乳・乳製品を多く摂り、カルシウム充足率が高いことが観察された。また、牛乳不耐症の者にカルシウム充足率が低く、骨量の低いことであった。

これらのことより、10才頃からの骨量蓄積期には、まず十分な食事摂取によるカルシウムを始めとする各種栄養素の充足を行い、適切なBMIを維持することが重要である。しかし最近の極度のやせ願望の風潮は、カルシウム充足をより困難とし、低BMIによる骨量蓄積の低下を促進する。また、思春期前期における体脂肪の減少は正常な女性ホルモンの分泌を抑え、初経初来すら遅延させ、これがひきがねとなり種々の障害をもたらす可能性がある。

これまで欧米人において、乳糖不耐症の人の骨量が低かったり、骨折が多いという報告があるが、日本人では明らかとなっていない。今回、思春期、青年期において、牛乳不耐症と骨量(図7)、カルシウム充足率の関係が示唆されたことは興味深い。牛乳不耐症の子供はチーズ摂取も少なく、結果としてカルシウム摂取量は低い。牛乳不耐症を解決できるような細やかな食事指導が子供たちに必要である。また、放っておいても成長する豊かな子供達を対象とし、食生活の健康への影響を明らかにすることの困難を感じた。

## 謝 辞

今回、ポケットカメラという現代を象徴する機器を使用し、進学塾生徒や服飾専門学校生等、現代を象徴する子供達の興味ある食生活調査、骨量調査は全国牛乳普及協会のサポートなしでは成し得なかつた。協会には心からお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) Hirota T, Nara M, Ohguri M : Effect of diet and lifestyle on bone mass in Asian young women. *Am J Clin Nutr* 55 : 1168-1173, 1992
- 2) 広田孝子, 城谷万希子, 木藤由紀子 ; 思春期・青年期(女子)における腰椎ならびに大腿骨近位部の骨密度値に影響を及ぼす因子について. *Osteoporosis JPN* 2 : 51-52, 1994
- 3) 広田孝子, 木藤由紀子, 城川法子 ; 思春期におけるLongitudinal Studyによる骨量増加の検討. *Osteoporosis JPN* 3 : 74-78, 1995
- 4) 中川理映子, 福田佳世, 岡本貴世 ; 骨量上昇期におけるカルシウム摂取の影響—踵骨超音波測定法による検討—. *Osteoporosis JPN* 5 : 231-234, 1997
- 5) 平成8年国民栄養調査成績 ; 平成10年版 国民栄養の現状. 厚生省保健医療局地域保健・健康増進栄養課生活習慣病対策室
- 6) 細川麻美, 広田孝子, 山西佐智美 ; 有経成人女性における骨量改善のための栄養と運動—具体的な保健指導のあり方—. *Osteoporosis JPN* 6 : 101-105, 1998

- 7) 片平弦一郎, 稲垣慶正, 辻 正裕; 青年期における超音波伝導法を用いた踵骨測定の実験.  
Osteoporosis JPN 3 : 189-192, 1995
- 8) 中林朋子, 広田孝子, 山西佐智美; 骨密度上昇期, 維持期, 減少期における腰椎・大腿骨近位部・全身骨の影響因子の相違. Osteoporosis JPN 5 : 115-120, 1997
- 9) 折茂 肇, 山本逸男ら; 骨粗鬆症の治療(薬物療法)に関するガイドライン.  
Osteoporosis JPN 6 : 37-49, 1998
- 10) D Hans, P Dargent-Molina, A M Schott : Ultrasonographic heel measurements to predict fracture in elderly women : the EPIDOS prospective study. Lancet 348 : 511-514, 1996