

# 中国人留学生の骨量と生活習慣

金 貞岡・伊藤 千夏・金子 佳代子

## Relationship between bone mass and lifestyle of Chinese students in Japan

Jin Zhengan, Chinatsu Ito and Kayoko Kaneko

### Abstract

Relationship between bone mass and lifestyle were investigated in 117 Chinese students in Japan and 162 Japanese students. They were measured speed of sound, transmission index and osteo sono-assessment index (OSI) at the calcaneus by using quantitative ultrasound AOS-100 (ALOKA Co., Ltd, Tokyo), and 42 of them were also measured bone mineral density (BMD) by dual-energy X-ray absorptionmetry (DXA). Height, weight and grip strength were measured, and percent of body fat was assessed by bioelectronic impedance method. We asked current physical activities and food intakes by the questionnaire. The questionnaire also included items to ask histories of diet and physical activities. Nutrient intakes were calculated by using the food frequency questionnaire (Yoshimura, 2001).

The following results were obtained 1) OSI was significantly correlated with BMD measured by DXA. 2) OSI adjusted body weight of Chinese female students in Japan were equivalent to Japanese female students and there was no difference between OSIs of Chinese male students in Japan and Japanese male students. 3) OSI of Chinese female students in Japan were correlated with current calcium intake, milk/dairy products intake or bean/bean products intake in the past. 4) OSI of Chinese female students in Japan were correlated with their past physical activity.

### はじめに

骨粗鬆症による骨折は世界的な医療問題となっており、中国の骨粗鬆症及びその骨折の発生率は急増の傾向が見られている。中国老年学会骨粗鬆症学会によると<sup>1)</sup> 1997年中国骨粗鬆症患者人数は約8,390万人(発生率は全国人口の6.6%)、2010年には約11,400万人(発症率は全国人口の8.2%)、2025年には約15,130万人(全国人口の9.9%)を占め、毎年骨粗鬆症によって起きる骨折も増えつつある。Xulingら<sup>2)</sup>の1988-1992年の研究によると、北京市の50歳以上の男性と女性の大腿骨骨頸部骨折の発生率はそれぞれ10万人中97人、10万人中87人で、1988年から1992年の間に発生率はそれぞれ34%、33%増えたと報告されている。

中国は人口が多く、高齢化が急速に進展しており、2003年には高齢者が7.03%を占めると予想され<sup>3)</sup> 高齢化社会に突入するようになるが、骨粗鬆症に対しての研究は先進諸国にくらべて10年以上遅れているといわれる。骨折による莫大な治療費用を軽減するにはその予防から始めるのが重要である。骨粗鬆症は予防可能な生活習慣病であり、その予防において最も重要な点は、若い時期にで

きるだけ骨量を獲得し最大骨量を高めておくこと、ついで加齢および閉経に伴う骨量減少を少しでも抑制することである。しかし、1992年の中国国民栄養調査では<sup>4)</sup>、骨量と密接な関係があるとされるカルシウム摂取量の平均値の所要量に対する比率が49%と低く、食生活の改善を含めた骨粗鬆症予防が急務と考えられる。

そこで、本研究では、日本に留学している中国人留学生の骨量を測定し、日本人の同年齢の人と比較するとともに、留学生の中国での(過去の)生活習慣及び日本での生活習慣を調査し、骨量に及ぼす生活習慣の影響を検討することとした。

## 研究方法

### 1. 対象

神奈川県在住の中国人留学生117人(10~30代、女子57人、男子60人)、および同年代の日本人学生162人(女子68人、男子94人)、合わせて279人を対象として、2001年11月から2002年10月にかけて調査を行なった。

### 2. 測定及び調査内容

骨量の測定、身長、体重、体脂肪率、握力の測定と生活習慣のアンケート調査、食物摂取頻度調査を行なった。

1) 骨量については、超音波骨評価装置(ALOKA社製AOS-100)を用いて、踵骨部位の音速(Speed of Sound, 以下SOSとする)、透過指標(Transmission Index, 以下TIとする)を測定し、音響的骨評価値(Osteo Sono-Assessment Index, 以下OSIとする)を算出した。 $OSI=TI \times SOS^2$   
また、超音波法による骨量測定値の精度及びDXA法との相関について、以下の検討を行った。

① 再現性: 骨量を連続的に7回-12回測定してSOS、TI、OSIの変動を求めた。

② 日内変動: 1日に4回(10時頃、12時頃、14時頃、16時頃)骨量を測定し、SOS、TI、OSIの変動を求めた。

③ 日差変動: 一週間に4~6回、骨量を測定し、SOS、TI、OSIの変動を求めた。

④ DXA法との相関: 女性29人(日本人 22人、留学生 7人)、男性13人(日本人 7人、留学生 6人)について、LUNAR社製DPX-L DEXAにて全身の骨密度、下肢骨密度、脊椎骨密度、左下肢骨量、右下肢骨量、上肢骨量、下肢骨量、軀幹部骨量、全身骨量を測定し、同じ対象者について超音波法(ALOKA社AOS-100)にて測定した踵骨のOSIとの相関を求めた。

2) 体重、体脂肪率については、タニタ社製の体脂肪計(TBF-300)を用いて、バイオインピーダンス法により測定した。体重から体脂肪量を差し引いた値を除脂肪量(Lean Body Mass, LBM)とした。握力はデジタル握力計(GRIP-D、竹井機器工業製)を用いて測定した。

3) 生活習慣については、過去と現在の食習慣(欠食、過去の牛乳・乳製品摂取、過去の豆・豆製品摂取など)、過去と現在の運動習慣、その他の生活習慣(お茶を飲む習慣、喫煙習慣、飲酒習慣、カルシウム剤の摂取状況、女子の月経状況、減量経験など)について質問した。

栄養素等摂取量については、吉村らが開発した食物摂取頻度調査法(FFQg)により算出した。

### 3. 統計処理

データの集計、解析には統計分析ソフトSPSS 10.0Jを用いた。

結果

1. 超音波法による骨量測定値の精度及びDXA法との相関

表1に、SOS、TI、OSIを繰り返し測定した再現性の結果を示した。SOSのCVは0.11 - 0.32%、TIのCVは0.53 - 1.85%、OSIのCVは0.48 - 2.21%であった。日内変動の結果(表2)は、SOSのCVは0.24 - 0.72%、TIのCVは1.03 - 2.43%、OSIのCVは0.79 - 3.40%であった。日差変動(表3)については、SOSのCVは0.16 - 0.38%、TIのCVは0.58-1.28%、OSIのCVは0.40 - 1.32%であった。

DXA法による測定値とOSIとの相関を表4、図1に示した。OSIとDEXAの測定値—全身骨密度、下肢骨密度、脊椎骨密度、左下肢骨量、右下肢骨量、上肢骨量、下肢骨量、躯幹部骨量、全身骨量との相関係数はいずれも $p < 0.001$ で有意な相関が認められた。

表1 超音波法による骨量測定値 (AROKA社 AOS-100) の再現性

被験者	測定回数	音速(SOS)			透過指標(TI)			音響的骨評価値(OSI)		
		平均	SD	CV	平均	SD	CV	平均	SD	CV
1	12	1592	5.03	0.32	1.18	0.02	1.85	3.00	0.07	2.21
2	10	1569	3.92	0.25	1.17	0.02	1.63	2.87	0.05	1.58
3	12	1542	2.50	0.16	1.06	0.01	0.53	2.52	0.01	0.48
4	7	1546	1.68	0.11	1.00	0.01	0.99	2.39	0.03	1.10

表2 超音波法による骨量測定値 (AROKA社 AOS-100) の日内変動

被験者	測定回数	音速(SOS)			透過指標(TI)			音響的骨評価値(OSI)		
		平均	SD	CV	平均	SD	CV	平均	SD	CV
1	4	1585	7.80	0.49	1.21	0.03	2.43	3.04	0.06	2.09
2	4	1586	8.26	0.52	1.14	0.02	1.45	2.88	0.05	1.62
3	4	1584	11.47	0.72	1.25	0.03	2.24	3.14	0.11	3.40
4	4	1544	4.16	0.27	1.06	0.01	1.11	2.54	0.02	0.79
5	4	1567	3.74	0.24	1.15	0.01	1.03	2.83	0.03	1.13

表3 超音波法による骨量測定値 (AROKA社 AOS-100) の日差変動

被験者	測定回数	音速(SOS)			透過指標(TI)			音響的骨評価値(OSI)		
		平均	SD	CV	平均	SD	CV	平均	SD	CV
1	5	1584	6.06	0.38	1.20	0.01	1.23	3.01	0.03	1.04
2	6	1541	2.64	0.17	1.06	0.01	0.58	2.53	0.01	0.40
3	4	1567	2.52	0.16	1.17	0.01	1.28	2.87	0.04	1.32

表4 DXA法による測定値と音響的骨評価値(OSI)との相関係数

	相関係数	有意差
OSI—全身骨密度	0.668	***
OSI—下肢骨密度	0.722	***
OSI—脊椎骨密度	0.505	***
OSI—左下肢骨量	0.645	***
OSI—右下肢骨量	0.685	***
OSI—上肢骨量	0.713	***
OSI—下肢骨量	0.666	***
OSI—躯幹部骨量	0.665	***
OSI—全身骨量	0.693	***

\*\*\* :  $p < 0.001$

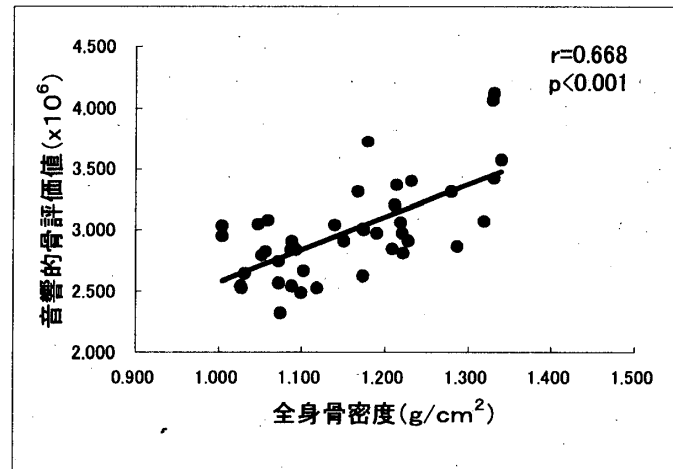


図1 OSIと全身骨密度 (DXA法) との相関

## 2. 日本人および中国人留学生の骨量

日本人および中国人留学生の骨量 (SOS, TI, OSI) の測定結果を表5に示した。本研究において測定した中国人留学生および日本人対象者のOSIは、日本人を対象としたOSI判定基準と比較して、すべての被検者が正常の範囲であった。留学生女子のOSIは日本人女子より有意に低値であったが、体重を調整したOSIでは有意差は認められなかった。また、留学生男子と日本人男子のOSIには差がみられなかった。

表5 対象者の身体特性および骨量

	留学生男子 n=60		日本人男子 n=94	
	平均	± SD	平均	± SD
年齢 (y)	25.0	± 4.9	24.9	± 5.0
身長 (cm)	173.2	± 5.6	171.1	± 5.4
体重 (kg)	68.1	± 9.8	65.4	± 8.6
BMI	22.7	± 3.2	22.3	± 2.7
体脂肪率 (%)	19.0	± 4.9	18.0	± 4.6
除脂肪体重 (kg)	54.8	± 5.6	53.4	± 5.1
握力 (kg)	48.1	± 7.0	**	44.5 ± 5.6
音速 (SOS) (m/s)	1604	± 33		1603 ± 31
透過指標 (TI)	1.302	± 0.128		1.269 ± 0.135
音響的骨評価値 (OSI) (×10 <sup>6</sup> )	3.361	± 0.451		3.270 ± 0.461
体重調整OSI (×10 <sup>6</sup> )	3.369	± 0.056	*	3.180 ± 0.066

	留学生女子 n=57		日本人女子 n=68	
	平均	± SD	平均	± SD
年齢 (y)	25.5	± 4.5	25.0	± 5.8
身長 (cm)	159.0	± 5.2	157.3	± 5.5
体重 (kg)	51.7	± 6.2	52.5	± 5.8
BMI	20.3	± 2.1	21.1	± 2.8
体脂肪率 (%)	22.9	± 4.0	*	25.6 ± 5.3
除脂肪体重 (kg)	39.6	± 3.3		38.8 ± 2.5
握力 (kg)	25.7	± 4.8		27.2 ± 5.2
音速 (m/s)	1577	± 27		1577 ± 23
透過指標	1.112	± 0.076	*	1.149 ± 0.101
音響的骨評価値 (×10 <sup>6</sup> )	2.771	± 0.264	**	2.863 ± 0.325
体重調整OSI (×10 <sup>6</sup> )	2.772	± 0.037		2.856 ± 0.050

\*\* : p < 0.01    \* p < 0.05

3. 現在の栄養素等摂取量、体組成等と骨量との関係

中国人留学生の、現在の栄養素等摂取量の結果を表6にまとめた。中国人成人の栄養所要量と比べて見るとエネルギー、蛋白質、カルシウム、鉄、ビタミンA、ビタミンB1、ビタミンB2の摂取量はいずれも所要量より低値であった。カルシウム摂取量の所要量に対する比率を求めると、男子では59%、女子では57%と低値であった。OSIと栄養素等摂取量、食品群摂取量、体重、体組成、握力等との関連についてピアソンの相関係数を求めた結果、留学生女子ではOSIと体重、除脂肪体重、エネルギー摂取量、炭水化物摂取量、カルシウム摂取量、牛乳・乳製品摂取量との間に有意な正の相関が見られた。男子ではOSIと年齢との間に負の相関が見られた(表7)。

表6 中国人留学生の現在の栄養素等摂取量

	男子			女子		
	所要量	摂取量	所要量に対する比率(%)	所要量	摂取量	所要量に対する比率(%)
エネルギー (kcal)	2600	1836±635	71%	2300	1603±466	70%
蛋白質 (g)	80	66.3±29.1	83%	70	53.7±20.9	77%
カルシウム (mg)	800	468±248	59%	800	452±211	57%
鉄 (mg)	12	7.5±3.2	63%	18	6.5±3.1	36%
ビタミンA (μg)	800	597±411	75%	800	601±331	75%
ビタミンB <sub>1</sub> (mg)	1.3	0.95±0.44	73%	1.2	0.85±0.43	71%
ビタミンB <sub>2</sub> (mg)	1.3	1.1±0.54	91%	1.2	0.88±0.37	73%
ビタミンC (mg)	60	72±43	120%	60	85±44	142%

表7 留学生の音響的骨評価値(OSI)と体組成、栄養素等摂取量との相関

	男子 n=60		女子 n=57
年齢	-0.367	**	-0.007
身長	-0.191		0.095
体重	-0.121		0.325 *
体脂肪量	-0.123		0.189
除脂肪体重	-0.099		0.395 **
握力	-0.230		0.210
エネルギー	-0.025		0.334 *
蛋白質	0.011		0.202
脂質	0.039		0.248
炭水化物	-0.092		0.383 **
カルシウム摂取量	-0.115		0.397 **
牛乳, 乳製品摂取量	-0.089		0.294 *
豆, 豆製品摂取量	0.188		-0.183
緑黄色野菜摂取量	-0.091		0.073
海藻摂取量	-0.076		0.226
魚介類摂取量	-0.086		0.041

\*\* : p < 0.01    \* : p < 0.05

#### 4. 過去の食生活と骨量との関係

OSIに及ぼす過去の食生活の影響を一元配置分散分析によって検討した。留学生女子においては、小学校、中学校、高校、大学、卒業後（高校または大学卒業後から来日前まで）いずれの時期においても、牛乳・乳製品を「とてもよく食べた/よく食べた」群のOSIが、「たまに食べた/あまり食べなかった/全く食べなかった」群より高い値を示していた（図2）。留学生男子においては関連が見られなかった。

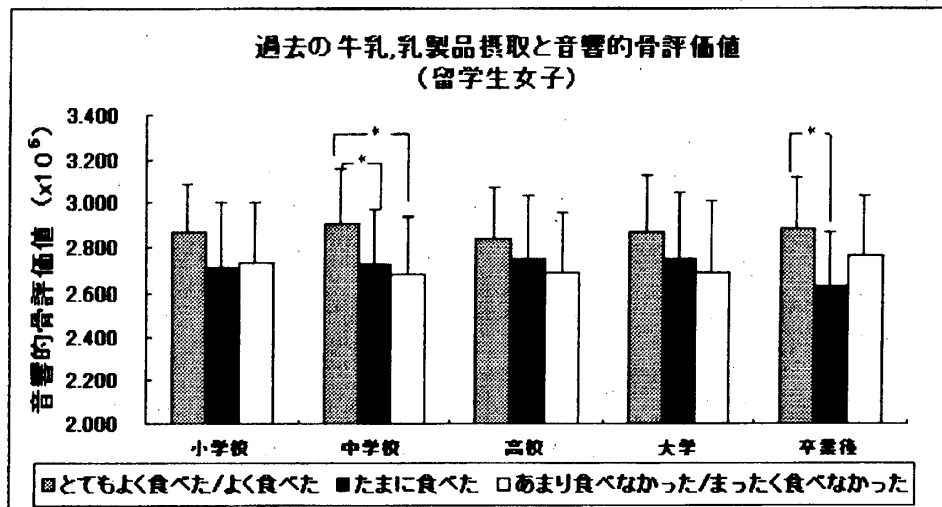


図2 過去の牛乳・乳製品摂取量と OSI (留学生女子)

豆・豆製品摂取量では、留学生女子において、小学校、中学校、高校、大学、卒業後いずれの時期において、「とてもよく食べた/よく食べた」群のOSIが、ほかの群より高い値を示した（図3）。留学生男子においてはOSIと食習慣との間に関連は見られなかった。

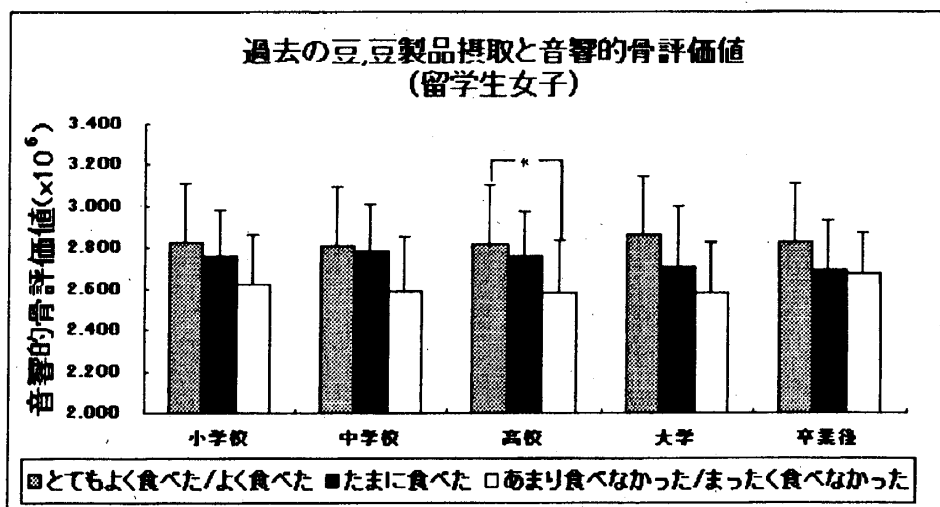
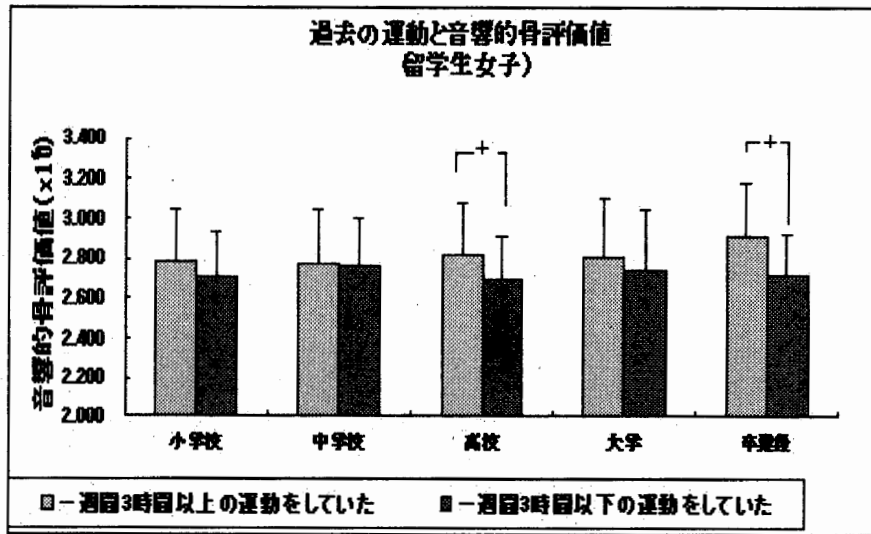


図3 過去の豆・豆製品摂取量と OSI (留学生女子)

5. 現在および過去の運動習慣と骨量との関係

OSIに対する運動の影響を一元配置分散分析によって検討した結果、留学生女子では、小学校、中学校、高校、大学、卒業後いずれの時期にも「一週間3時間以上の運動をしていた」群のOSIが、「一週間3時間以下」群より高い値を示した(図4)。留学生男子ではOSIと運動習慣との間に関連は見られなかった。



+ : p < 0.1

図4 過去の運動習慣と OSI (留学生女子)

考 察

骨量は栄養、運動など生活習慣やホルモンの分泌状態などの影響を受けるが、人種によって遺伝的な差異が認められることも報告されている<sup>5)</sup>。本研究では、中国人留学生と同年代の日本人のOSIに有意な差は認められず、中国人留学生と日本人の骨量は同程度であることがわかった。しかし、中国人と日本人との差異の有無については、さらに中国国内に居住する人たちについて調査を行い検討する必要があると考えられる。

留学生女子と日本人女子ではOSIと体重、除脂肪体重との間に有意な正の相関が認められ、これは先行研究<sup>6)~9)</sup>と同様の結果であった。

骨量と栄養・食生活との関わりについては、カルシウム摂取量、過去の牛乳・乳製品摂取量および豆・豆製品の摂取量とOSIとの間に相関が認められた。Warren T.K.Leeら<sup>10)</sup>が、香港とJiangmenにおける中国人の子どもの骨密度について研究したところ、香港の子どもの現在のカルシウムの摂取量は骨密度に影響を及ぼしていなかったが、過去のカルシウム摂取量は有意な相関を示していた。香港とJiangmenの子どもの現在のカルシウム摂取量は同じであるが、香港の子どもの骨密度が高いのは小さい時からの牛乳摂取量の違いによると考察している。また、Kriskaらは223人の閉経後の白人女性を対象として、橈骨骨密度と小児期の牛乳消費量との関係を調べ、正の相関が認められたと報告している<sup>11)</sup>。また、Teegardenらは若い女性(18-31歳)を対象として骨密度を測定した結果、10歳代の牛乳摂取量が成人になってからの骨量と相関があることを報告している<sup>12)</sup>。

これらの研究結果と本研究で得られた結果をあわせて考えると、骨粗鬆症予防には成長期の食習

慣、とくにカルシウムの供給源となる食品の摂取を促すことが重要と思われる。

本研究において、骨量と過去の運動習慣について検討した結果、留学生女子では過去の運動習慣がOSIに影響することが示唆された。また、日本人女子では、中学校と高校時期では「一週間3時間以上の運動をしている」群が「一週間3時間以下」群よりOSIが高く、日本人男子では小学校、中学校、高校時期では「一週間3時間以上の運動をしている」群が「一週間3時間以下」群より有意ではないが高い値を示すという結果も得られている。したがって、成長期における運動習慣が骨量の獲得に好ましい影響を及ぼすと考えられるが、運動の種類や実施頻度等について今後さらに検討する必要がある。

### 引用文献

- 1) 丁桂芝、劉忠厚、周勇(1997) 中西医结合防治骨粗鬆症的基礎与臨床研究進展, 中国骨質疏松雜誌, 3, 81-84
- 2) L. Xu, A. Lu, X. Zhao, X. Chen, and S.R. Cummings (1996) Very low rates of hip fracture in Beijing. People's Republic of China the Beijing Osteoporosis Project, *Am J Epidemiol*, 144, 901-907
- 3) 王献芝(1998) 中国人口老齡化的成因、特徴及对策, 河南教育学院学報(哲学社会科学版), 1
- 4) 葛可佑主編(1996) 『90年代中国人群の膳食与栄養狀況』, 人民衛生出版社, 北京, 89-93
- 5) W.S. Pollitzer and J.J.B. Anderson (1989) Ethnic and genetic differences in bone mass: a review with a hereditary vs environmental perspective, *Am J Clin Nutr*, 50, 1244-1259
- 6) Edelstein SL, Barret-Connor (1993) Relation between body size and bone mineral density in elderly men and women, *Am J Epidemiol*, 138, 160-169
- 7) 小坂谷典子、塚原典子、江澤郁子(1999) 閉経期日本人女性における腰椎骨密度の5年間の減少に対する関連因子, 日本栄養・食糧学会誌, 52, 307-313
- 8) 大西晴子、井上文夫、藤原広寛(2001) 大学生のスポーツ活動が食行動と骨密度に与える影響, 学校保健研究, 43, 366-367
- 9) 金憲経、田中喜代次、中西とも子、天貝均(1999) 骨密度の加齢に伴う変化及び身体組成との関連—成人女性について, 体力科学, 48, 81-90
- 10) W.T.K. Lee, S.S.F. Leung, M-Y. Ng, S-F. Wang, Y-C. Xu, W-P. Zeng, and J. Lau (1993) Bone mineral content of two populations of Chinese children with different calcium intakes, *Bone and Mineral*, 23, 195-206
- 11) A.M. Kriska, R.B. Sandler, J.A. Cauley, R.E. LaPorte, D.L. Hom and G. Pambianco(1988) The assessment of historical physical activity and its relation to adult bone parameters, *Am J Epidemiol*, 127, 1053-1063
- 12) D. Teegarden, R. M. Lyle, W.R. Proulx, C.C. Johnston and C.M. Weaver(1999) Previous milk consumption is associated with greater bone density in young women, *Am J Clin Nutr*, 69, 1014-1017