

# 大学生における音響的骨評価値 (OSI) と食習慣、 運動習慣、体格および体力との関わり

金子佳代子 (家政教育講座)、伊藤千夏 (神奈川衛生学園専門学校)、  
古泉 佳代 (東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科)、  
古島そのえ (藤沢市立辻堂小学校)、物部博文 (保健体育講座)、  
海老原 修 (保健体育講座)

Relationship between ultrasound calcaneal bone mass, dietary habits,  
physical activity and physical fitness.

Kayoko Kaneko, Chinatsu Ito, Kayo Koizumi, Sonoe Furushima,  
Hirohumi Monobe, Osamu Ebihara

高齢社会を迎え、高齢者の骨粗鬆症の発症と、それが原因となって起こる腰痛や骨折が、高齢者のQOLを低下させることが問題となっており、骨粗鬆症の予防は医療だけでなく、社会的にも大きな意味を持つようになってきている。骨粗鬆症の予防は閉経後の急激な骨量の減少を最小限にするだけでなく、若年期に獲得される最大骨量を高めることが重要である。

骨量を高めるためには、栄養バランスのよい食事と適度な運動が重要である。大学生を対象とした調査において、食事が骨量に影響を及ぼすという報告<sup>1)-4)</sup>と影響がないという報告<sup>5)6)</sup>があり、未だ見解の一致をみていない。運動が骨量に及ぼす影響は、運動頻度や運動時間、運動の種目などについて検討した報告が多く<sup>1)3)-7)</sup>、体力の指標と骨量の関連を検討した報告は少ない<sup>8)9)</sup>。そこで本研究では大学生男女を対象として、骨量の測定、身体測定、体力測定を行うとともにカルシウムを多く含む食品である牛乳、乳製品の摂取頻度、運動習慣を調査し、あわせて体力測定を実施して、これらの因子が骨量に及ぼす影響を検討した。

## 調査方法

### 1. 対象者と調査期間

Y国立大学の学生157名 (男子69名、女子88名) を対象とし、2003年12月、2004年1月に測定及び調査を行った。調査実施にあたっては、ヘルシンキ宣言に基づき、国立大学法人横浜国立大学倫理委員会の承認を得て行った。

### 2. 測定項目

2.1 骨量測定 ALOKA社製乾式踵骨超音波骨評価装置AOS-100を用い、右足踵骨部分の超音波伝播速度 (Speed of Sound : SOS) と透過指標 (Transmission Index : TI) を測定し、 $TI \times SOS^2$  の演算式により、音響的骨評価値 (Osteo Sono-assessment Index 以下OSIとする) を算出した。本

調査ではOSIを骨量に相当する指標として用いることとする。骨量測定の詳細については、既報のとおりである<sup>10)</sup>。

2.2 身体計測 身長は、身長計 (SANWA TAIKU) を用い直立の姿勢で測定した。体重、体脂肪率は、タニタ社製体脂肪計 (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 以下LBMとする) とした。体重 (kg) / 身長 (m)<sup>2</sup> の式により、BMI (Body Mass Index) を求めた。

### 3. 牛乳、乳製品の摂取頻度に関する調査

食習慣として、カルシウムを多く含む食品である牛乳、乳製品の摂取頻度を調べた。自記式質問紙法により、過去1週間の牛乳の摂取頻度、乳製品の摂取頻度について、「毎日食べる (飲む)」、「週に3~6回食べる (飲む)」、「週に0~2回食べる (飲む)」の3件法で質問し現在の摂取頻度とした。さらに、小、中、高校生の時の、牛乳の摂取頻度、乳製品の摂取頻度を、「よく食べた (飲んだ)」、「ときどき食べた (飲んだ)」、「食べなかった (飲まなかった)」の3件法で質問した。

### 4. 体力の指標の測定及び運動習慣に関する調査

自記式質問紙法により、過去1年間における1週間の運動頻度を尋ね、「週に3日以上運動している」群と「週に3日未満しか運動していない」群に分けた。また、中学、高校生の時の運動習慣については、体育の授業のほかに週に何日くらい運動していたかについて質問し、同様に「週に3日以上運動している」群と「週に3日未満しか運動していない」群に分けた。

体力の指標として、スメドレー式握力計 (TAKEI, GRIP-D) による握力測定、20mシャトルラン (往復持久走)、脚伸展パワー (TAKEI, LEG POWER) の測定を実施した。握力は左右交互に2回ずつ実施し、左右おのおののよい方の記録の平均値を求めた。20mシャトルランは電子音の間隔が短くなるのに合わせて20mを走り、電子音についていけなくなった直前の折り返しの総回数を記録とした。

### 5. 統計解析

結果は平均値±標準偏差で示した。男女間の比較はStudent-t検定を行った。2変量の間に関連はPearsonの相関係数を求めて検討した。牛乳、乳製品の摂取頻度及び運動習慣とOSIの関連は、男女別に一元配置分散分析をおこない、有意であった場合はその後の検定 (Tukey法) をおこなった。統計解析はSPSS ver.10.0を用い、いずれの場合も危険率5%未満をもって有意とした。

## 調査結果

### 1. OSIと身長、体重、BMI、LBM、体脂肪率との関連

表1にOSI、身長、体重、BMI、LBM、体脂肪率の平均値を、男女別に示した。

本調査の対象者の中には、OSIが、健常な若年女性の平均骨量 (YAM) の80% (2.158 (×10<sup>6</sup>)) 未満の要精密検査レベルである人はいなかった。OSI、身長、体重、BMI、LBMは男子のほうが女子よりも有意に高値を示し、体脂肪率は女子のほうが有意に高値を示した。

表1 年齢、OSI、体格の指標の平均値<sup>1)2)</sup>

	女子		男子	
	人数	平均値±SD	人数	平均値±SD
年齢 (歳)	88	19.3±0.9	69	20.0±1.1
OSI(×10 <sup>6</sup> )	88	2.891±0.325*	69	3.298±0.468
身長(cm)	88	159.0±4.9 *	69	170.9±6.0
体重(kg)	88	50.7±7.2 *	69	64.2±9.1
BMI	88	20.0±2.2 *	69	22.0±2.8
除脂肪量(kg)	88	38.5±3.8 *	69	51.7±5.2
体脂肪率(%)	88	23.7±4.2 *	69	18.9±5.1

<sup>1)</sup> 平均値±SD

<sup>2)</sup> 男女間に有意差あり (\*: p<0.05)

OSIと、身長、体重、BMI、LBM、体脂肪率との相関係数を求め、表2に示した。その結果、女子では、OSIと、体重、BMI、LBMとの間に有意な正の相関関係が認められたが、男子ではOSIと体格の指標との間に有意な相関関係は認められなかった。

表2 OSIと身長、体重、BMI、LBM、体脂肪率との相関係数<sup>1) 2)</sup>

		OSI	身長	体重	BMI <sup>3)</sup>	LBM <sup>4)</sup>
男子	身長	0.035				
	体重	0.059	0.448**			
	BMI	0.046	-0.065	0.860**		
	LBM	0.100	0.669**	0.883**	0.600*	
	体脂肪率	-0.011	-0.046	0.748**	0.865**	0.357**
女子	身長	0.124				
	体重	0.334**	0.659**			
	BMI	0.351**	0.272*	0.900**		
	LBM	0.337**	0.806**	0.933**	0.734**	
	体脂肪率	0.208	0.196	0.777**	0.893**	0.516**

<sup>1)</sup> Pearsonの相関係数

<sup>2)</sup> \*: p<0.05 \*\* : p<0.01

<sup>3)</sup> BMI : Body Mass Index

<sup>4)</sup> LBM : 除脂肪量 (Lean Body Mass)

## 2. OSIと牛乳、乳製品摂取頻度との関連

OSIと、牛乳の摂取頻度、乳製品の摂取頻度との関連を表3に示した。男女とも現在の牛乳の摂取頻度、乳製品の摂取頻度とOSIとの間には、関連は認められなかった。また、小、中、高校生の時の、牛乳摂取頻度、乳製品の摂取頻度とOSIの間にも関連は見られなかった。

表3 OSIと牛乳、乳製品の摂取頻度との関連<sup>1)</sup>

				OSI		
		女子		男子		
摂取頻度		n		n		
牛乳	小学生	よく飲んだ	61	2.895 ± 0.288	58	3.300 ± 0.489
		ときどき飲んだ	21	2.834 ± 0.373	8	3.239 ± 0.308
		飲まなかった	6	3.049 ± 0.490	3	3.416 ± 0.508
	中学生	よく飲んだ	51	2.896 ± 0.261	52	3.320 ± 0.504
		ときどき飲んだ	30	2.879 ± 0.384	11	3.197 ± 0.339
		飲まなかった	7	2.906 ± 0.501	6	3.293 ± 0.362
	高校生	よく飲んだ	39	2.883 ± 0.264	43	3.368 ± 0.522
		ときどき飲んだ	26	2.968 ± 0.393	18	3.141 ± 0.293
		飲まなかった	23	2.816 ± 0.329	8	3.273 ± 0.435
現在	毎日	40	2.857 ± 0.278	21	3.265 ± 0.494	
	週に3~6回	21	2.903 ± 0.360	19	3.343 ± 0.638	
	週に0~2回	27	2.932 ± 0.367	26	3.280 ± 0.321	
乳製品	小学生	よく食べた	34	2.906 ± 0.307	34	3.303 ± 0.518
		ときどき食べた	49	2.861 ± 0.315	31	3.283 ± 0.427
		食べなかった	5	3.084 ± 0.521	4	3.365 ± 0.427
	中学生	よく食べた	39	2.889 ± 0.319	34	3.296 ± 0.506
		ときどき食べた	47	2.878 ± 0.300	31	3.291 ± 0.442
		食べなかった	2	3.230 ± 0.957	4	3.365 ± 0.427
	高校生	よく食べた	48	2.899 ± 0.310	34	3.328 ± 0.590
		ときどき食べた	37	2.863 ± 0.311	30	3.263 ± 0.305
		食べなかった	3	3.111 ± 0.708	5	3.299 ± 0.397
	現在	毎日	16	2.886 ± 0.293	25	3.311 ± 0.542
		週に3~6回	29	2.901 ± 0.277	15	3.399 ± 0.577
		週に0~2回	43	2.886 ± 0.370	26	3.215 ± 0.334

<sup>1)</sup> 平均値±SD

### 3. OSIと運動習慣との関連

中、高校生の時、及び、現在（過去1年間）の運動頻度により、週3日以上運動していた対象者を「運動習慣あり」群、週に3日未満運動していた対象者を「運動習慣なし」群としてOSIの比較を行い、その結果を表4に示す。

表4 OSIと運動習慣との関連<sup>1)</sup>

運動習慣 <sup>2)</sup>			女子		男子	
中学生	高校生	現在	n	平均値 ± SD	n	平均値 ± SD
×	×	×	31	2.718 ± 0.228 <sup>ab3)</sup>	6	3.138 ± 0.236
○	×	×	21	2.878 ± 0.234	14	3.188 ± 0.459
×	○	×	6	3.056 ± 0.163 <sup>a</sup>	3	3.306 ± 0.625
○	○	×	14	2.981 ± 0.450	32	3.295 ± 0.433
○	○	○	12	3.140 ± 0.323 <sup>b</sup>	10	3.628 ± 0.626

<sup>1)</sup> 平均値±SD<sup>2)</sup> ○：体育の授業のほかに、週に3日以上運動をしていた「運動習慣あり」の対象者

×：体育の授業のほかに、週に3日未満しか運動をしていなかった「運動習慣なし」の対象者

<sup>3)</sup> a：「中、高、現在とも運動習慣なし」と「高校のみ運動習慣あり」との間に有意差あり (p<0.05)

b：「中、高、現在とも運動習慣なし」と「中、高、現在ともに運動習慣あり」との間に有意差あり (p&lt;0.05)

男女とも中、高、現在と運動習慣があった対象者のOSIが最も高値を示した。男子では、有意な差は認められなかったが、女子では、中、高、現在と運動習慣がなかった対象者と高校のみ運動習慣があった対象者、及び、中、高、現在と運動習慣があった対象者との間に有意な差が認められた。

#### 4. OSIと体力の指標との関連

体力の指標の測定結果を表5に、OSIと体力の指標との相関係数を表6に示す。体力の指標はいずれの項目も男子のほうが有意に高値を示した。女子では、OSIと握力、20mシャトルラン（往復持久走）、脚伸展パワーとの間に有意な正の相関関係が認められた。一方、男子ではOSIと有意な正の相関関係が認められたのは、20mシャトルラン（往復持久走）のみであり、握力、脚伸展パワーとは関連が認められなかった。

表5 体力の指標の平均値<sup>1)2)</sup>

	女子		男子	
	人数	平均値 ± SD	人数	平均値 ± SD
握力 (kg)	88	27.5 ± 4.2	* 69	45.9 ± 6.4
20mシャトルラン (回)	87	47.3 ± 15.8	* 69	84.0 ± 17.7
脚伸展パワー (w)	52	392.3 ± 125.1	* 56	745.6 ± 127.8

<sup>1)</sup> 平均値 ± SD

<sup>2)</sup> 男女間に有意差あり (\* : p<0.05)

表6 体力の指標とOSIとの相関係数<sup>1) 2)</sup>

		OSI
男子	握力	-0.123
	20mシャトルラン	0.249*
	脚伸展パワー	-0.219
女子	握力	0.268*
	20mシャトルラン	0.356**
	脚伸展パワー	0.305*

<sup>1)</sup> Pearsonの相関係数

<sup>2)</sup> \* : p<0.05 \*\* : p<0.01

### 考 察

本調査の結果、OSI、身長、体重、BMI、LBMは、男子の方が女子よりも有意に高値を示し、体脂肪率は女子のほうが有意に高値を示した。また、男子では体格の指標とOSIとの間に相関関係は認められなかったが、女子では体重、BMI、LBMと有意な正の相関関係が認められた。男子では成長期では体格の指標と骨量との間に有意な正の相関関係が認められたという報告<sup>10)</sup>があるが、大学生、成人では、相関関係が認められなくなるという報告<sup>1) 10)</sup>がある。女子では、小、中、高校生、大学生、閉経後の女性でも、骨量と体重の間に有意な正の相関関係があるという報告が多くなされており<sup>1)8)11)–14)</sup>、男子に比べて女子では、骨量に対する体重の影響が大きいと推察される。

本調査では、小、中、高校生の時、及び現在の牛乳、乳製品の摂取頻度を調査し、OSIとの関連を検討したが、統計的な有意差は認められなかった。大学生男女を対象として、牛乳、乳製品の摂

取頻度と骨量との関連を検討した報告では、男子では、牛乳、乳製品の摂取頻度が多い者ほど、骨量が高かったが、女子では牛乳、乳製品の摂取頻度と骨量との間には関連が見られなかったと報告されている<sup>1)2)</sup>。女子大学生を対象とした調査では、牛乳、もしくは牛乳、乳製品の摂取頻度が多い者が骨量が高かったという報告<sup>6)7)</sup>、関連がなかったという報告<sup>3)-5)8)16)</sup>がある。このように、カルシウムを多く含む食品である牛乳、乳製品の摂取頻度と骨量との関連については、未だ見解が一致していない現状である。一方で、カルシウム摂取量が骨量に及ぼす影響を検討した介入研究では、1日1000mg以上のカルシウムを摂取させ運動負荷した場合、効果があったという報告もある<sup>17)18)</sup>。本調査の対象者では、カルシウムを多く含む食品の摂取頻度の個人差が小さく、牛乳、乳製品を多量に摂取していた人はいなかったため、OSIと牛乳、乳製品の摂取頻度の間に統計的な関連が認められなかったのではないかと考えられる。

運動習慣とOSIとの関連をみると、男女とも中、高、現在と運動習慣があった対象者のOSIの平均値が最も高値を示した。運動は骨量を高めることに効果的であるという報告は多い<sup>1)4)-8)</sup>。本調査の結果もこれを支持するものであり、さらに、成長期である中、高校生期だけでなく、大学生の現在も継続して運動習慣を持つということが、OSIに好ましい影響を及ぼすことが明らかになった。

体力の指標として測定した項目のうち、握力と脚伸展パワーは筋力の指標、20mシャトルラン(往復持久走)は持久力の指標とされる。女子では両方の指標とOSIとの間に有意な正の相関関係が認められた。女子大学生を対象とした他の報告<sup>8)9)</sup>でも、筋力の指標と骨量との間に有意な正の相関関係があるとされ、本調査と同様の結果が報告されている。また、女子中高生でも、筋力の指標<sup>11)</sup>と骨量との間に、女子中学生でも筋力の指標と持久力の指標<sup>19)</sup>と骨量との間に有意な正の相関関係にあることが報告されている。それに対して、男子ではOSIと持久力の指標との間に有意な正の相関関係が認められたが、筋力の指標とOSIの間には関連は認められなかった。井深らは男女大学生の骨量(OSI)と握力との関連と検討したところ、女子では有意な正の相関関係が認められたが、男子では関連がなかったとしている<sup>1)</sup>。男子中学生を対象とした調査では、OSIと筋力の指標及び持久力の指標との間に有意な正の相関関係があることが報告されている<sup>19)</sup>。本調査では、男子でLBMと握力及び脚伸展パワーとの間に有意な正の相関関係が見られた(それぞれ $r=0.588$ ,  $r=0.478$ いずれも $p<0.05$ )が、OSIの間には関連が認められなかった。男子では、筋肉の量や筋力以外に骨量に大きな影響を及ぼす因子があるものと推察されるが、本調査では明らかにできなかった。

本研究では、男女大学生を対象として、骨量(OSI)と食習慣、運動習慣、体格および体力との関わりについて検討した。運動習慣については、男女ともに中学・高校生の時期から現在まで運動をしている人の骨量(OSI)が高いことがわかった。体格については、女子では体重、LBMの大きい方が骨量(OSI)により影響を及ぼすことが確認されたが、男子では関連が認められなかった。体力との関連については、女子では筋力および持久力と骨量(OSI)の間に、男子では持久力と骨量(OSI)との間に有意な正の相関が認められた。また、骨量(OSI)と現在の牛乳、乳製品摂取頻度との間に有意な関連はみられなかった。

本調査をすすめるにあたり、測定及び調査にご協力下さいました学生の皆様並びに先生方に、心より深謝申し上げます。

## 引用文献

- 1) 井深英治、大井田隆、三宅健夫、鈴木健修、元島清香、原野悟、横山英世、兼板佳孝、金子昭代、武田文 (2004) わが国の大学生における踵骨音響的骨評価値と生活習慣との関連性. 日本公衆衛生雑誌 51、764-773
- 2) 小原章裕、松久次雄、山口清 (2004) 大学生生活における骨密度と食生活の関係について. 日本食生活学会誌 15、170-177
- 3) 坂本裕子、三次正満 (2000) 女子大学生の骨量及びその1年間の変化に影響を及ぼす要因について—料理選択能力及び運動期間との関係—. 栄養学雑誌 58、5-14
- 4) 横内樹里、安藤大輔、小野悠介、尾崎芳雄、浅川和美、北川淳、中原凱文、小山勝弘 (2006) 女子大学生における2年間の骨量変化に対する体格・生活習慣因子の影響. 体力科学 55、331-340
- 5) 山本由喜子、柴尾知志和、田中順子 (2003) 女子学生の骨量に与える身体状況及び食物摂取状況の影響. 日本食生活学会誌 14、49-55
- 6) 稲葉洋美、酒井健介、高寄みさお、山岸博之、太田篤胤、園田勝 (2001) 18・19歳女子大生の踵骨骨梁面積率に与える食生活と運動経験の影響. 日本食生活学会誌 12、255-261
- 7) 仲田秀臣、岡崎延之、八木田恭輔、大槻伸吾、佐藤博信、三村寛一 (2003) 超音波骨評価装置を用いた女子短期大学生における右踵骨骨密度と体格・生活習慣等の関連. 教育医学 49、155-162
- 8) 竹本康史、西田弘之、小野木満照、三浦丈志、島澤司、中神勝 (1996) 女子大学生の骨密度と体格・体力および生育歴との関係. 学校保健研究 38、315-322
- 9) 阿部登茂子 (2002) 女子学生の骨密度と体格・体力指標との関連性. 同志社女子大学学術研究年報 53、396-412
- 10) 伊藤千夏、小泉暁子、田中絵里香、金子佳代子 (2006) 成長期における骨量の年齢別推移及び身体組成との関連. 日本栄養・食糧学会誌 59、221-227
- 11) 野井真吾、小沢治夫、小磯透、正木健雄 (2000) 女子中高生の骨強度の特徴とその要因に関する検討. 体力科学 49、513-522
- 12) 松枝睦美、高橋香代、加賀勝、守分正、清野佳紀 (2001) 成長率と生活習慣が骨強度に与える影響. 学校保健研究 42、486-495
- 13) 横内樹里、安藤大輔、小野悠介、尾崎芳雄、浅川和美、北川淳、中原凱文、小山勝弘 (2003) 女子大学生の踵骨超音波計測値と体格の関係. 体力科学 52、639-646
- 14) Sasaki S., Yanagibori R. (2001) Association between current nutrition intakes and bone mineral density at Calcaneus in pre- and postmenopausal Japanese women. J Nurti Sci Vitaminol 47: 289-294
- 15) 内田和宏、友納美恵子、林愛、城田知子 (2003) 地域在宅高齢者の骨密度と栄養摂取、生活習慣等との関連について—久山町における栄養疫学研究—. 栄養学雑誌 61、307-315
- 16) 澤純子、藤井淑子、西川貴子、深津智恵美、河南恒子、虫明清子、清水典子、吉本祥生 (2001) 女子学生における全身および各部位骨密度に及ぼす生活活動と食習慣の影響. 栄養学雑誌 59、285-293
- 17) 山下静江、武藤志真子、伊佐裕子、小池五郎 (2003) 栄養素の補足条件下における運動負荷が若

年女子の骨密度に及ぼす効果. 日本栄養・食糧学会誌 56, 3-15

- 18) Stear S.J., Prentice A., Jones S.C., Cole T.M. (2005) Effect of a calcium and exercise intervention on the bone mineral status of 16-18-y-old adolescent. *Am. J. Clin. Nutr.* 77, 985-992
- 19) 伊藤千夏、古泉佳代、渥美圭子、鈴木智恵美、金子佳代子 (2007) 中学生における骨量と生活習慣及び体力との関連. 日本栄養・食糧学会誌 60, 53-59