

# 高校生における骨量と食習慣及び運動習慣との関連

金子佳代子\*<sup>1</sup>・伊藤 千夏\*<sup>2</sup>・北島 光子\*<sup>3</sup>

## The Relationship between Ultrasound Calcaneal Bone Mass and Eating Behavior, Habitual exercise, and Body Composition in High School Students.

Kayoko Kaneko\*<sup>1</sup>, Chinatsu Ito\*<sup>2</sup> and Mitsuko Kitajima\*<sup>3</sup>

The purpose of this study was to investigate the relationship between bone mass and intake of calcium-rich foods, habitual exercise, body composition and grip strength in 496 Japanese high school students of both genders aged 15-17y. Transmission index (TI) and speed of sound (SOS) at the calcaneus measured by using AOS-100 (ALOKA Co., Ltd, Tokyo). Osteo sono-assessment index (OSI) is given by  $OSI = TI \times SOS^2$ , used as an index of bone mass.

OSI was significantly higher in male than in female. Weight, BMI, lean body mass and grip strength had a significant association with OSI in both males and females. In females, weight, habitual exercise during junior high school, current milk consumption, consumed dairy products during junior high school, habitual exercise for last one year had significant increasing effects on OSI in multiple regression analysis. On the other hand, in male, current milk consumption, grip strength, habitual exercise during junior high school had significant increasing effects on OSI in multiple regression analysis. The present finding suggest that OSI is significantly related to intake of calcium-rich foods such as milk and dairy products, and to habitual exercise since junior high school students. Furthermore, it is important to continue such lifestyle for acquisition of high peak bone mass.

骨粗鬆症は高齢者のQOLを著しく低下させることから、その予防に大きな関心がもたれている。骨粗鬆症の予防として若年期に獲得される最大骨量が高めることが重要とされ<sup>1)</sup>、そのために栄養バランスの良い食生活と適度な運動を習慣化することが望ましいと考えられている。

若年期において骨量と食習慣との関わりについて検討した報告はあるものの<sup>2-13)</sup>、両者に関連がみられたとするものと関連がみられなかったとするものがあり、見解は一致していない。我々はこれまで、9～22歳の成長期の男女を対象として骨量の年齢別推移を調査した結果、骨量は9歳から14歳までは男女間に差はなく年齢と共に増加すること、15歳以降は女子よりも男子のほうが有意に高値を示すようになること、女子は15歳、男子は18歳で成人と同レベルに達することを報告した<sup>14)</sup>。また、中学生期における骨量と生活習慣との関わりを検討し、運動習慣のある人及び体力の指標の得点が高い人の骨量が高かったこと、骨量と食習慣には関連はみられなかったことを報告している<sup>13)</sup>。

本報ではさらに、高校生期の骨量と、体格の指標、カルシウムを多く含む食品の摂取状況、運動習慣などとの関連について検討を行った。

---

\*1 家政教育講座

\*2 秋田栄養短期大学栄養学科

\*3 神奈川県立吉田島農林高等学校

## 調査方法

### 1. 対象者と調査期間

東京都立高校2校及び神奈川県立高校2校の生徒496名（女子261名、男子235名）を対象とし、2003年11月に3校（女子226名、男子184名）の調査を行い、2004年11月に1校（女子35名、男子51名）の調査を行った。4校のうち3校は2年生、1校は1年生である。

調査にあたっては、ヘルシンキ宣言に基づき、本調査の目的、方法、予想される結果、対象者の負担、調査結果の取り扱いに関する配慮等を説明した文書を高校にて配布し、生徒に説明した後、各家庭に持ち帰ってもらい、本人及び保護者の自由意志に基づく同意が得られた人を対象とした。本調査は、国立大学法人横浜国立大学倫理委員会の承認を得て行われた。

### 2. 測定項目

骨量、身長、体重、体脂肪率を測定した。骨量は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）と透過波形の第一極大値の半値幅である透過指標（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（Osteosono-assessment index 以下OSIとする）を算出した。

本研究ではOSIを骨量に相当する指標として用いた。OSIと二重エネルギーX線吸収法（DXA法）によって測定された骨密度との間には有意な正の相関関係が認められている<sup>7)15-19)</sup>。また、超音波伝播速度は温度に影響され、夏期に低く冬期に高くなることが報告されている<sup>20)</sup>が、測定は10、11月に室内で行っており、季節変動誤差は小さいと考えられる。本研究で用いたAOS-100によって算出されたOSIの再現性は0.48-2.21%、DXA法で測定された全身骨密度とOSIとの相関係数は0.668（ $p < 0.001$ ）であった<sup>17)</sup>。

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。バイオインピーダンス法の日内変動を考慮し、測定は午前中（10時～12時）に行った。身長、体重からBMI（Body Mass Index）、体重と体脂肪量から除脂肪量（Lean Body Mass以下LBMとする）を算出した。また、スメドレー式握力計を用いて握力を測定した。握力は左右交互に2回ずつ測定し、左右おのおののよい方の記録の平均値を求めた。

### 3. カルシウムを多く含む食品の摂取状況、運動習慣などに関する調査

カルシウムを多く含む食品の摂取状況、運動習慣などに関する調査を、以下に示すとおり自記式質問紙法により調査した。

**3.1 カルシウムを多く含む食品の摂取状況** 最近1週間の牛乳、乳製品、大豆・大豆製品、小魚類、海藻類の摂取頻度を、「毎日食べた（飲んだ）」、「3～6回食べた（飲んだ）」、「0～2回食べた（飲んだ）」の3件法で質問した。また、小、中学生の時の牛乳、乳製品、大豆・大豆製品、小魚類、海藻類の摂取頻度を「よく食べた（飲んだ）」「たまに食べた（飲んだ）」「食べなかった（飲まなかった）」の3件法で調査をおこなった。

**3.2 運動習慣** 過去1年間に、体育の授業のほかに週に何日くらい運動しているか質問した。また、小、中学生の頃の運動習慣についても、体育の授業のほかに週に何日くらい運動していたかを調査した。

**3.3 初経に関する調査** 女子を対象とし初経年齢を質問した。

### 4. 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。多群間の比較は男女別に一元配置の分散分析を行った。2変量の間に関連は相関係数を求めて検討した。OSIに影響を及ぼす因子を

検討するために、OSIを従属変数として、体重、牛乳の摂取頻度（小学生の時、中学生の時、最近1週間）、乳製品の摂取頻度（小学生の時、中学生の時、最近1週間）、運動習慣（小学生の時、中学生の時、過去1年間）、初経年齢（女子のみ）を独立変数として、男女別に、ステップワイズ法により重回帰分析を行った。なお、小中学生の時の牛乳乳製品の接す頻度は、飲まなかった（食べなかった）を1、ときどき飲んだ（食べた）を2、よく飲んだ（食べた）を3としてダミー変数を投入した。最近1週間の牛乳、乳製品の摂取頻度は、0～2回を1、3～6回を2、毎日を3として、ダミー変数を投入した。また、運動習慣は、運動習慣なしを1、運動習慣ありを2としてダミー変数を投入した。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と体格の指標、握力との関連

表1にOSI、身長、体重、BMI、LBM、体脂肪率、握力の測定結果を男女別に示した。OSIには男女とも学年間に統計的な有意差が認められなかったため、学年別に分けずに解析を行った。対象者でOSIが同年齢の標準値<sup>2)</sup>の-2SD未満だった人は、女子で1名(0.4%)、男子で7名(3.0%)であった。OSI、身長、体重、LBMは男子のほうが有意に高値を示し、体脂肪率は女子のほうが有意に高値を示した。BMIに差はなかった。握力は男子のほうが女子よりも有意に高値を示した。

OSIと、身長、体重、BMI、LBM、体脂肪率、握力とのPearsonの相関係数を求めたところ(表2)、女子では、体格の指標、握力とOSIとの間に有意な正の相関関係が認められた。男子では、体重、BMI、LBM、握力とOSIとの間に統計的に有意な正の相関関係が認められたが、相関係数は低かった。

骨量は体格、特に体重の影響をうけるとされている。そこで、本研究でも食習慣及び運動習慣がOSIに及ぼす影響を検討する際に、体重の影響も考慮した検討もおこなったが、結果は体重で補正しない場合と同じであった。体重のみがOSIに影響を及ぼす因子であるとはいえないことから、本研究では体重で補正せずに、以下に示す食習慣及び運動習慣とOSIとの関連を検討することにした。

表1 OSIおよび体格の指標、握力の平均値<sup>1)2)</sup>

	女子	男子
人数	261	235
年齢(歳)	16.4 ± 0.9	16.4 ± 0.9
OSI(×10 <sup>6</sup> )	2.884 ± 0.312 *	3.078 ± 0.373
身長(cm)	158.2 ± 5.1 *	170.2 ± 5.8
体重(kg)	52.5 ± 7.3 *	60.5 ± 9.6
BMI <sup>3)</sup>	21.0 ± 2.6	20.9 ± 2.9
LBM(kg) <sup>4)</sup>	38.5 ± 3.7 *	48.7 ± 6.4
体脂肪率(%)	25.9 ± 5.2 *	18.7 ± 5.3
握力(kg)	25.9 ± 4.7 *	39.5 ± 6.0

表2 OSIと体格の指標、握力の相関係数<sup>1)2)</sup>

	女子	男子
身長	0.167 *	-0.005
体重	0.349 *	0.142 *
BMI <sup>3)</sup>	0.297 *	0.168 *
LBM <sup>4)</sup>	0.295 *	0.180 *
体脂肪率	0.279 *	0.003
握力	0.191 *	0.152 *

1) Pearsonの相関係数

2) \* : p < 0.05

3) BMI : Body Mass Index

4) LBM : 除脂肪量 (Lean Body Mass)

1) 平均値±標準偏差

2) 男女間に有意差あり (\* : p < 0.05)

3) BMI : Body Mass Index

4) LBM : 除脂肪量 (Lean Body Mass)

## 2. OSIとカルシウムを多く含む食品の摂取状況との関連

OSIと最近1週間の牛乳、乳製品、大豆・大豆製品、小魚類、海藻類の摂取頻度との関連を表3に示した。その結果男女とも、牛乳を「毎日飲んだ」人は、「0～2回飲んだ」人よりも有意にOSIが高かった。男子では、乳製品、海藻類を「3～6回食べた」人は、「0～2回食べた」人よりも有意にOSIが高値を示した。小、中学生のころの牛乳、乳製品、大豆・大豆製品、小魚類、海藻類の摂取頻度と、OSIとの関連を表4に示した。女子では、中学生の時に、乳製品を「よく食べた」人は、「ほとんど食べなかった」人よりもOSIが有意に高かった。男子では、中学生の時に、牛乳を「よく飲んだ」人は「ほとんど飲まなかった」人よりもOSIが有意に高値を示した。

表3 OSIと、最近1週間のカルシウムを多く含む食品の摂取頻度との関連<sup>1)-3)</sup>

	毎日食べた (飲んだ)		3～6回食べた (飲んだ)		0～2回食べた (飲んだ)	
	人数	OSI	人数	OSI	人数	OSI
女子 牛乳	64	2.954 ± 0.318 a	60	2.934 ± 0.320	137	2.829 ± 0.296 a
乳製品	51	2.939 ± 0.347	93	2.925 ± 0.308	117	2.827 ± 0.290
大豆・大豆製品	59	2.910 ± 0.335	84	2.890 ± 0.291	118	2.866 ± 0.315
小魚類	3	3.024 ± 0.312	18	2.928 ± 0.297	240	2.879 ± 0.313
海藻類	37	2.966 ± 0.332	99	2.901 ± 0.278	125	2.846 ± 0.326
男子 牛乳	112	3.162 ± 0.365 a	47	3.014 ± 0.314	76	2.993 ± 0.394 a
乳製品	48	3.061 ± 0.345	72	3.197 ± 0.423 b	115	3.010 ± 0.333 b
大豆・大豆製品	64	3.138 ± 0.385	97	3.080 ± 0.380	74	3.022 ± 0.349
小魚類	3	3.176 ± 0.436	14	3.229 ± 0.394	218	3.067 ± 0.370
海藻類	40	3.032 ± 0.330	89	3.158 ± 0.388 b	106	3.027 ± 0.367 b

1) 平均値±標準偏差

2) a: 「毎日食べた (飲んだ)」と「0～2回食べた (飲んだ)」に有意差あり (p<0.05)

3) b: 「3～6回食べた (飲んだ)」と「0～2回食べた (飲んだ)」に有意差あり (p<0.05)

## 3. OSIと運動習慣との関連

小、中学生の時、及び過去1年間の運動習慣については、文部科学省「体力・運動能力調査報告書」に則り、体育の授業のほかに週に3日未満しか運動していない人を「運動習慣なし」群、体育の授業のほかに週に3日以上運動している人を「運動習慣あり」群の2群にわけ、OSIを比較した(表5)。女子においては、中学生の時、及び過去1年間、「運動習慣あり」の人は「運動習慣なし」の人に比べて、OSIが有意に高値を示した。男子においては、中学生の時、「運動習慣あり」の人は「運動習慣なし」の人に比べて、OSIが有意に高値を示した。また小学生の時、および過去1年間、「運動習慣あり」の人は「運動習慣なし」の人に比べて、OSIが高い傾向を示した。

## 4. OSIと初経との関連

女子において、初経発来年齢とOSIの間のSpearmanの相関係数を求めたところ、相関係数は低い統計的に有意な負の相関(r=-0.123 p<0.05)が認められた。

表4 小、中学生の時のカルシウムを多く含む食品の摂取頻度とOSIとの関連<sup>1) 2)</sup>

	よく食べた (飲んだ)		ときどき食べた (飲んだ)		ほとんど食べなかった (飲まな			
	人数	OSI	人数	OSI	人数	OSI		
女子	牛乳	小学生	199	2.895 ± 0.327	52	2.855 ± 0.251	10	2.822 ± 0.288
		中学生	169	2.897 ± 0.320	60	2.862 ± 0.271	32	2.857 ± 0.339
	乳製品	小学生	86	2.937 ± 0.342	152	2.872 ± 0.290	23	2.765 ± 0.304
		中学生	99	2.952 ± 0.318	140	2.860 ± 0.307	22	2.725 ± 0.229
	大豆・大豆製品	小学生	109	2.919 ± 0.329	125	2.872 ± 0.290	27	2.795 ± 0.326
		中学生	116	2.906 ± 0.326	130	2.869 ± 0.302	15	2.842 ± 0.284
	小魚類	小学生	44	2.956 ± 0.372	138	2.871 ± 0.289	79	2.867 ± 0.312
		中学生	37	2.970 ± 0.360	139	2.882 ± 0.279	85	2.850 ± 0.335
	海藻類	小学生	70	2.935 ± 0.324	166	2.879 ± 0.312	25	2.772 ± 0.241
		中学生	78	2.951 ± 0.343	167	2.861 ± 0.292	16	2.794 ± 0.315
男子	牛乳	小学生	178	3.102 ± 0.361	47	3.008 ± 0.417	10	2.971 ± 0.345
		中学生	181	3.107 ± 0.361	40	3.028 ± 0.402	14	2.834 ± 0.360
	乳製品	小学生	90	3.074 ± 0.380	128	3.087 ± 0.374	17	3.022 ± 0.336
		中学生	99	3.095 ± 0.375	121	3.076 ± 0.377	15	2.980 ± 0.336
	大豆・大豆製品	小学生	101	3.086 ± 0.381	118	3.070 ± 0.371	16	3.079 ± 0.352
		中学生	110	3.084 ± 0.391	114	3.074 ± 0.364	11	3.058 ± 0.295
	小魚類	小学生	40	3.062 ± 0.371	130	3.107 ± 0.376	65	3.029 ± 0.369
		中学生	43	3.053 ± 0.374	129	3.093 ± 0.372	63	3.062 ± 0.379
	海藻類	小学生	62	3.059 ± 0.344	147	3.102 ± 0.379	26	2.985 ± 0.401
		中学生	58	3.052 ± 0.362	154	3.094 ± 0.373	23	3.031 ± 0.409

1) 平均値±標準偏差

2) a: 「よく食べた (飲んだ)」と「ほとんど食べなかった (飲まなかった)」に有意差あり (p<0.05)

表5 OSIと運動習慣との関連<sup>1)-5)</sup>

	女子							
	運動習慣なし				運動習慣あり			
	人数	OSI		人数	OSI			
小学生の時	169	2.884	± 0.301		92	2.883	± 0.332	
中学生の時	101	2.786	± 0.271	*	160	2.946	± 0.320	
過去1年間	164	2.828	± 0.291	*	97	2.979	± 0.324	

  

	男子							
	運動習慣なし				運動習慣あり			
	人数	OSI		人数	OSI			
小学生の時	96	3.020	± 0.348	+	139	3.117	± 0.386	
中学生の時	52	2.949	± 0.304	*	183	3.114	± 0.383	
過去1年間	98	3.024	± 0.338	+	137	3.116	± 0.393	

- 1) 平均値±標準偏差
- 2) 運動習慣なし：「体育の授業以外には週に3日未満しか運動していない」群
- 3) 運動習慣あり：「体育の授業以外に週に3日以上運動している」群
- 4) \*：「運動習慣なし」群と「運動習慣あり」群との間に有意差あり (p<0.05)
- 5) +：「運動習慣なし」群と「運動習慣あり」群との間に有意傾向あり (p<0.1)

## 5. OSIに影響を及ぼす因子の検討

重回帰分析の結果を表6に示す。女子において選択された独立変数のうち標準回帰係数 ( $\beta$ ) の最も大きい変数は体重で、次いで中学生の時の運動習慣、最近1週間の牛乳摂取頻度、中学生の時の乳製品摂取状況、過去1年間の運動習慣であった。これらの独立変数には共線性は認められなかった。重相関係数は0.492 (p<0.001)、自由度調整済み決定係数は0.227であった。

男子において選択された独立変数のうち標準回帰係数 ( $\beta$ ) の最も大きい変数は最近1週間の牛乳摂取頻度で、次いで握力、中学生の時の運動習慣であった。これらの独立変数には共線性は認められなかった。重相関係数は0.305 (p<0.001)、自由度調整済み決定係数は0.081であった。

## 考察

高校生を対象として、OSIと体格や生活習慣等との関連、OSIに影響を及ぼす因子について検討した。

骨量は、DXA法を用いて測定する方法が、信頼性が高く正確であるとされる。しかし、微量ではあるが放射線被曝があり、成長期を対象とする調査でDXA法を用いることは難しい。本研究で用いた音響的骨評価値 (OSI) は、透過指標 (TI) ×超音波伝播速度 (SOS)<sup>2</sup> の演算式で求められる。一般に物体の弾性率 (ヤング率: Y) と、密度 ( $\rho$ ) と、超音波がある物質を透過するときの伝播速度 (V) との間には、 $Y = \rho V^2$  が成り立つことが知られており、OSIを求める演算式がこの式に符号することから、OSIはDXA法では測定できない骨の弾性や強度を反映する値と考えられている<sup>15)</sup>。

高校生では、OSIは男子のほうが女子よりも有意に高値を示した。岡野<sup>22)</sup> は、高校生1年生から3年生で、Sasaki *et al.*<sup>7)</sup> は、15~18歳で、男子の方が女子よりも有意にOSIが高値であったと報告している。したがって、骨量は15歳以降、高校生の時期から男女に差がみられ始め、男性が女性よりも高くなるといえる。

本研究では男女ともにOSIと、体重、LBMとの間に有意な正の相関関係が認められた。これは成長期の特徴であると推察される。我々は前報<sup>13,14)</sup> で、女子においては成長期以後も体重の影響が大きいと考えられるが、男子においては成長期以後は体格の指標との関連はみられなくなることを報告している。

表6 重回帰分析によるOSIの推定

(女子)

	標準回帰係数 (B)	t 値
定数	2.084	12.98 **
体重 (kg)	0.318	5.69 **
中学生の時の運動習慣 <sup>1)</sup>	0.212	3.74 **
最近1週間の牛乳の摂取頻度 <sup>2)</sup>	0.131	2.37 *
中学生の時の乳製品摂取状況 <sup>3)</sup>	0.135	2.44 *
過去1年間の運動習慣 <sup>1)</sup>	0.113	1.98 *
自由度調整済み決定係数	0.227	

- 1) 「運動習慣なし」を1、「運動習慣あり」を2として、ダミー変数を投入した。
- 2) 「0～2回」を1、「3～6回」を2、「毎日」を3として、ダミー変数を投入した。
- 3) 「ほとんど食べなかった」を1、「ときどき食べた」を2、「よく食べた」を3として、ダミー変数を投入した。

(男子)

	標準回帰係数 (B)	t 値
定数	2.570	13.16 **
最近1週間の牛乳の摂取頻度 <sup>1)</sup>	0.189	2.98 **
握力 (kg)	0.162	2.59 *
中学生の時の運動習慣 <sup>2)</sup>	0.161	2.55 *
自由度調整済み決定係数	0.081	

- 1) 「0～2回」を1、「3～6回」を2、「毎日」を3として、ダミー変数を投入した。
- 2) 「運動習慣なし」を1、「運動習慣あり」を2として、ダミー変数を投入した。

OSIとカルシウムを多く含む食品の摂取頻度との関連をみると、男女とも、最近1週間の間に牛乳を「毎日飲んだ」と答えた人のOSIが「0～2回飲んだ」と答えた人のOSIより有意に高値を示した。高校生を対象とし、カルシウムを多く含む食品の摂取頻度と骨量との関連を検討した報告では、関連がみられたという報告<sup>7)9)10)12)</sup>と、関連がみられなかったという報告<sup>3)5)6)</sup>がある。

本研究の対象者では、小中学生の時は牛乳を毎日摂取していた人が多かったが、最近1週間では牛乳を週に0～2回しか摂取しなかった人の割合が多くみられた。小中学生のころは学校給食などにより牛乳を毎日摂取しているが、高校生になると牛乳摂取量の個人差が大きくなるものと考えられる。そのため、OSIと牛乳摂取頻度との間に統計的な関連が認められたのではないかと推察される。また、女子では中学生の時の乳製品の摂取状況、男子では中学生の時の牛乳の摂取状況とOSIとの間に関連が認められ、いずれも「よく食べた(飲んだ)」と答えた人のOSIが「ほとんど食べなかった(飲まなかった)」と答えた人のOSIよりも有意に高値を示した。このように高校生期になると、現在の食生活だけでなく過去の食生活も関わってくるため、骨量と食習慣との関連は単純ではなくなってくる。

運動習慣とOSIとの関わりをみると、男女とも運動習慣のある対象者のほうがOSIが高かった。これは中学生<sup>6)7)13)</sup>、高校生<sup>3)5)-7)9)10)12)</sup>、大学生<sup>2)23)-26)</sup>、中高年<sup>27)</sup>、高齢者<sup>28)</sup>を対象とした報告と同じであった。高校生を対象とし骨密度増加に影響を与える因子を検討した縦断的研究<sup>12)</sup>でも、中学生期及び高校生期に運動習慣を持つことは、骨密度を増加させる重要な要因であるとしている。本研究もこれらの結果を支持するものであった。運動が骨量に及ぼす影響は、運動の種目、強度、頻度、時間によって異なると考えられる。中学生の例ではあるが、運動が骨量に負の影響を及ぼすことも報告されていることから<sup>29)</sup>、骨量の獲得に望ましい運動の強度、頻度については今後詳しく検討する必要がある。本研究では、運動種目などに

についての調査は実施せず、運動の頻度のみで骨量に及ぼす影響を検討した結果、「体育の授業の他に週に3日以上運動をしている」という身体活動レベルでも、骨に好ましい影響を与えることが明らかになった。健康日本21における「外遊びや運動・スポーツを実施する時間を増やす。テレビを見たり、テレビゲームをするなどの非活動的な時間をなるべく減らす」という児童・生徒に対する個人目標と考えあわせると、日常生活における身体活動レベルを上げることは、成長期における健康増進ならびに骨に対しても好ましい影響を与えると推察される。

女子において、初経発来年齢とOSIの間には負の相関関係が認められた。これまでに我々は、初経発来からの年数が5年以上の対象者のOSIが最も高値を示したこと<sup>14)</sup>、及び中学生では初経発来者は未発来者よりもOSIが有意に高値を示していたこと<sup>13)</sup>を報告しているが、本研究においても、高校生では初経発来の早かった人ほどOSIが高値であることが確認された。

重回帰分析の結果から、女子の場合には、OSIに最も大きな影響を与える変数は体重であり、ついで中学生の時に運動習慣、最近1週間の牛乳摂取頻度、中学生の時の乳製品の摂取頻度、過去1年間の運動習慣であることがわかった。本研究の対象者のBMIは標準範囲であったことから、適正な体重の範囲では体重が大きいほど骨量が高くなること、ダイエットなどで体重を低下させることは骨量の減少につながるおそれがあると考えられる。男子では、OSIに最も大きな影響を与える変数は最近1週間の牛乳摂取頻度であり、次いで握力、中学生の時の運動習慣であった。

前報<sup>13)</sup>では、中学生においてカルシウムを多く含む食品の摂取頻度とOSIとの間に関連は認められなかったことを報告した。その理由として、カルシウムを多く含む食品の摂取量の個人差が少ないこと、中学生では成熟と関連したOSIの変化が大きいことが考えられた。本研究の結果から、高校生では中学生と異なり、最近のカルシウムを多く含む食品の摂取頻度及び中学生期における牛乳、乳製品の摂取状況がOSIに影響を及ぼしていることが明らかとなった。また、現在の運動習慣だけでなく、中学生期の運動習慣の影響も認められた。また、我々は中学生において握力は筋力の指標として有用である<sup>13)</sup>と報告しており、高校生においても男女とも握力すなわち筋力と、OSIが正の相関関係にあることが認められた。

食習慣、運動習慣がOSIに及ぼす影響は短期間では明らかにならない。中学生では食習慣、運動習慣よりも成長のほうOSIに及ぼす影響が大きいと推察されるが、高校生になると現在のみならず、中学生時の食習慣や運動習慣も影響を及ぼしていることが明確になった。高校生期は男子ではOSIが成人のレベルに達する前、女子では成人と同レベルに達した時期に相当すると考えられる。そのような高校生期に骨量が高めるためには、高校生期の食習慣、運動習慣も重要であるが、中学生期に、カルシウムを多く含む食品を積極的に摂取し、運動する習慣を身につけること、またこのような生活を習慣化することが重要であることが明らかになった。

本研究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生徒の皆様並びに先生方に、心より深謝申し上げます。

なお、本調査は平成13-14年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究(C)(2)13680113によるものである。

## 文献

- 1) 骨粗鬆症財団監修(2001)老人保健法による骨粗鬆症予防マニュアル,第2版,日本医事新報社,東京
- 2) Hirota T, Nara M, Ohguri M, Manago E, Hirota K (1992) Effect of diet and lifestyle on bone mass in Asian young women. *Am. J. Clin. Nutr.* **55**, 1168-73
- 3) 秋坂真史, 座光寺秀元, 有泉 誠 (1997) 女子高校生のライフスタイルと踵骨骨密度に関する研究. *日本衛生学雑誌* **52**, 481-9



- 4) Boot AM, Ridder MAJ, Pols HAP, Krenning EP, de Muinck Keizer-Schrama SM (1997) Bone mineral density in children and adolescents: Relation to puberty, calcium intake, and physical activity. *J Clin Endocrinol Metab.* **82**, 57-62
- 5) 石川和子, 太田壽城, 瀧本秀美, 戸谷誠之, 上松初美, 野中芳子, 益本義久 (2000) 女子高校生の超音波法による踵骨骨量と生活習慣との関連. 日本臨床スポーツ医学会誌 **8**, 38-42
- 6) 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**, 513-22
- 7) Sasaki M, Harata S, Kumazawa Y, Mita R, Kida K, Tsuge M (2000) Bone mineral density and osteo sono assessment index in adolescents. *J. Orthop. Sci.* **5**, 185-91
- 8) 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**, 486-95
- 9) 相良多喜子, 西条旨子, 広川 渉, 森河裕子, 三浦克之, 田畑正司, 中川秀昭 (2002) 高校生の骨密度に対する栄養素摂取量および生活習慣の関連. 日本公衆衛生雑誌 **49**, 389-98
- 10) Ishikawa-Takata K, Ohta T (2003) Relationship of lifestyle factors to bone mass in Japanese women. *J. Nutri., Health.Aging.* **7**, 44-53
- 11) Hirota T, Kusu T, Hirota K (2005) Improvement of nutrition stimulates bone mineral gain in Japanese school children and adolescents. *Osteoporos Int.* **16**, 1057-64
- 12) 中比呂志, 伊木雅之, 森田明美, 玉置淳子, 池田行宏 (2005) 高校生における腰椎および大腿骨近位部骨密度とその決定要因の縦断的研究—中学・高校期のスポーツ活動に焦点をあてて—. デザントスポーツ科学 **26**, 85-94
- 13) 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および体力との関連. 日本栄養・食糧学会誌 **60**, 53-9
- 14) 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**, 221-7
- 15) 徳丸久 (1997) 小児における踵骨超音波法による骨評価の年齢別変動—腰椎骨密度との比較検討—. 日本小児科学会雑誌 **101**, 1142-1148
- 16) 中弘志, 富吉泰夫, 中塚喜義, 三木隆己 (2003) 超音波法による骨量測定を考える3 AOS-100について—診断基準設定についての検討—. *Osteoporosis Japan.* **11**, 301-306
- 17) 金貞岡, 伊藤千夏, 金子佳代子 (2003) 中国人留学生の骨量と生活習慣. 横浜国立大学教育人間科学部紀要 **6**, 137-144
- 18) 中弘志 (2004) QUS定量的超音波法、超音波骨密度測定装置 AOS-100. 日本臨床 **62**, 増刊号2, 299-304
- 19) 杉森裕樹, 正木基文, 中村健一, 稲葉裕, 吉田勝美 (1997) 踵骨乾式超音波法 (AOS100) による小児骨量評価の開発と応用. 映像情報MEDICAL **29**, 498-502
- 20) Ikeda Y, Iki M (2004) Precision control and seasonal variations in quantitative ultrasound measurement of the calcaneus. *J Bone Miner Metab.* **22**, 588-593
- 21) アロカ株式会社 (2003) 超音波骨評価装置 AOS-100の標準値と判定メッセージについてALOKA (9歳～18歳用) 第5版, 東京
- 22) 岡野亮介 (2004) 踵骨骨強度の発育特性と男女差. 学校保健研究 **46**, 59-66
- 23) 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**, 764-73
- 24) 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**, 315-22

- 25) 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
- 26) 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
- 27) 梶田悦子, 伊木雅之, 飛田芳江, 三田村純枝, 日下幸則, 緒方 昭, 寺本路夫, 土田千賀, 山本和高, 石井 靖 (1995) 中高年女性の腰椎骨密度とそれに影響する要因 (第3報) 有経者と閉経者別にみた体力指標及びLifestyle要因と骨密度との関係. 日本衛生学雑誌 **50**, 893-900
- 28) 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
- 29) 渡部昌史, 加賀 勝, 鈴木久雄, 高橋香代 (2003) 中学生スポーツ選手のスポーツ活動が骨強度と骨折に与える影響. スポーツ教育学研究. **23**, 113-22