

大学生の踵骨骨密度と体組成に関する国際比較研究 —台湾と鹿児島的大学生間の比較—

徳田修司¹, 林 佑真², 李 加耀³, 山下協子⁴, 布野泰志⁵
森 司朗⁶, 石走知子⁷, 飯干 明⁷

International comparative study in calcaneus bone mineral density and body composition of university students in Taiwan and Japan

Shuji TOKUDA¹, Sophia Yu-Chen Lin², Chia-Yao Lee³, Kyoko YAMASHITA⁴, Taishi FUNO⁵
Shiro MORI⁶, Tomoko ISHIBASHIRI⁷, Akira IIBOSHI⁷

Abstract

Changes in the growth and development of children and adolescents vary according to lifestyle.

Bone mineral density (BMD) is an index of the growth and development of children and adolescents, and the popular belief is that it is affected especially by dietary and exercise habits during growth. Regular exercise and dietary habits during childhood and adolescence, especially calcium and vitamin D intake, are closely associated with the development of BMD.

We measured BMD and body composition and collected lifestyle information by distributing questionnaires to 268 first-year university students in Taipei city (TU) in Taiwan and 232 first-year university students in Kagoshima city (KU) in Japan. We investigated which findings between the two sites could be attributed to differences in lifestyle habits and environment. BMD was measured using ultrasonic bone mineral densitometry. Body composition was analyzed by bioelectrical impedance analysis using a Dual frequency body composition analyzer. The equipment used the study was identical at both sites.

The results of the comparison showed that speed of sound (SOS) values tended to be higher among the TU students than the KU students. The significant difference in SOS reached statistical significance ($p < 0.05$) in TU male students. Trends for body weight and height were greater in TU students than in KU students. The significant difference in height reached statistical significance ($p < 0.01$) in TU male and female students. The lifestyle results of the TU students were excellent in terms of intake of breakfast (TU male students 62.8% / female students 74.3%, KU male students 36.9% / female students 43.0% in everyday intake) and dairy products (TU male students 95.0% / female students 94.6%, KU male students 83.8% / female students 87.6% in everyday and sometime intake) and present exercise habits (TU male students 84.3% / female students 50.0%, KU male students 56.7% / female students 29.0% in exercise habits from two to five days per week). In conclusion, The BMD at calcaneus was higher among the TU students than the KU students, because of better lifestyle habits, namely food intake and exercise.

Keywords: Taiwan, Japan, student, bone mineral density, lifestyle

¹ 鹿屋体育大学特任教授

² 国立台北教育大学教育學院

³ 国立台北教育大学理學院

⁴ 元鹿屋体育大学プロジェクト研究員

⁵ 元鹿屋体育大学プロジェクト特任研究員

⁶ 鹿屋体育大学スポーツ人文・応用社会科学系

⁷ 鹿児島大学学術研究院法文教育学域教育学系

要 約

生活環境の変化に伴って、子供の発育発達にも様々な変化が生じている。骨密度は発育発達の指標として用いられ、特に発育期の運動習慣や食生活の影響が大きく作用すると考えられている。学童期から思春期にかけての定期的な運動や規則正しい食習慣、なかでもカルシウムやビタミンDの摂取は、骨密度の発達に深い関係がある。

今回、著者らは、台湾(台北市内の大学, 男女268名)と日本(鹿児島市内の大学, 男女232名)の大学1年生の骨密度と体組成の測定、生活習慣のアンケートを実施し、生活環境や習慣が異なると考えられる二国間で比較検討した。骨密度は、超音波骨密度測定装置、体組成は、デュアル周波数体組成計を用いてBIA法により測定した。台湾での測定は、それぞれの機器を日本から持ち込んで同じ機器で測定した。

それぞれの大学間の測定値を比較検討した結果、SOS値(骨密度)は、台湾の男子学生の方が日本の男子学生よりも有意に高い値を示した($p<0.05$)。さらに、体重と身長についても台湾の学生の方が優れている傾向があり、台湾の学生は日本の学生に比べ、男女ともに身長において有意に高かった($p<0.01$)。また、生活習慣に関するアンケートの「朝食の摂取状況—毎日朝食を摂る:台湾男子学生62.8%,台湾女子学生74.3%,日本男子学生36.9%,日本女子学生43.0%」,「乳製品の摂取状況—毎日及び時々摂取する:台湾男子学生95.0%,台湾女子学生94.6%,日本男子学生83.8%,日本女子学生87.6%」,「現在の運動習慣—週2~5日運動する:台湾男子学生84.3%,台湾女子学生50.0%,日本男子学生56.7%,日本女子学生29.0%」の項目でも台湾の学生の方が良い結果であった。

以上のことから、今回測定調査した台湾(台北)の大学生は、日本(鹿児島)の学生より踵骨骨密度は高く、その結果を裏付ける食生活や運動の習慣も日本の学生より良好であることが推測された。

今回、台湾と日本の大学生を対象とした骨密度の測定調査を通して、同じ東南アジア系の人種でも、食生活、運動習慣などの生活習慣の違いで骨密度に差が見られる可能性のあることがわかった。

キーワード:台湾, 日本, 大学生, 骨密度, 生活習慣

I はじめに

近年、生活環境が変わり、生活が非常に便利になった。中でも交通網の高度な発達による移動の便利さは、歩く機会の減少などの劇的な生活環境の変化を招いた¹⁶⁾。このような環境の急激な変化に伴って、体力・運動能力の低下など¹⁶⁾子どもの発育発達にも様々な変化が起きている。

元来、骨粗鬆症は中高年の問題として扱われることが多かった。しかし、近年の研究の進展により、中学・高校生の生活習慣の乱れ、とりわけ女子の「瘦身・痩せ願望」による欠食や減食など食生活の乱れが問題となってきた¹⁵⁾。さらに近年、児童生徒の運動不足も指摘¹⁶⁾されている。骨密度は、特に女子において発育発育の一指標として注目されている⁹⁾。骨密度は、学童期から思春期にかけて高まり、いわゆる骨量頂値(peak bone mass)を迎える。それ以降、成人期を

迎え、加齢や閉経に伴い破骨細胞による骨吸収が骨芽細胞による骨形成を上回り骨密度は低下すると考えられている¹¹⁾。骨密度の高低は、カルシウム摂取^{5), 22), 24)}、ビタミンD(日光浴)²⁰⁾、運動^{7), 17), 18), 26)}の3つの要素が関与しており、食事や外での運動などの生活習慣が影響しているものと考えられる。習慣的な運動の実施は、骨量減少を抑制すると考えられ、一般に球技のようなジャンプや踏み込み動作などの下肢へより強い衝撃のある運動ほど骨量を増加させるが、水泳のように下肢に体重負荷のかけにくい運動は骨量に対する効果が少ない。しかし、このような運動でも継続すれば筋力やバランス能力を改善させることができる。したがって、運動習慣に関しては運動の種類と強さ、頻度が重要であると言われている³⁾。また、性ホルモンであるエストロゲンは閉経に伴う欠乏で破骨細胞の活性化を誘導すると考えら

れ、閉経後の骨粗鬆症はエストロゲン欠乏の影響も大きいことが分かっている¹¹⁾。

高齢人口の急激な増加に伴い、骨粗鬆症の患者が年々増加している。骨粗鬆症は骨折を起こしやすく、骨折が椎体や大腿骨近位部に生じた場合、寝たきりに繋がると考えられ、そのため骨粗鬆症の予防は重要である。発育期の中でも青年期(20歳くらいまで)に骨密度を充実させておくことが必要であり、特に女性では、青年期に骨密度を高めておくことが将来的に重要である。

著者らは、最近、大学の男女の骨密度の指標として踵骨のSOS(Speed of Sound: 超音波伝播速度)を測定し、男女の測定値の差が小さくなり、女子の方が男子よりも高くなる傾向がみられたことを報告した²¹⁾。大学生の骨密度の実情も、近年の生活習慣の多様化で変化しているように思われる。

そこで今回の研究プロジェクトでは、同じ東南アジア系の人種でも、生活環境や習慣、民族間の遺伝的条件などが異なると考えられる台湾(台北市内の大学: TU)の大学生と日本(鹿児島市内の大学: KU)の学生の骨密度と体組成を測定し、食習慣や運動習慣の違いが骨密度に与える影響について比較検討することとした。

II 対象と方法

1. 測定調査の対象

1) 測定対象

日本では、平成24年度に鹿児島市内の大学1年生(以下、KUと略す)を対象にした。18歳から23歳までの1年生、男子111名、女子121名の計232名(平均年齢は、男子 19.1 ± 1.12 歳、女子 18.8 ± 0.59 歳)であった。台湾では、平成25年に台北市内の大学1年生(以下、TUと略す)を対象にした。日本と同様に18歳から23歳までの1年生、男子121名、女子148名の計269名(平均年齢は、男子 18.9 ± 1.26 歳、女子 19.1 ± 1.13 歳)を対象に測定を行った。TUは、KUとすでに大学間交流の協定を締結しており、教員や学生の交流が進行し

ていることから、外国の測定調査対象にTUを選んだ。

2) 測定項目

測定項目は、骨密度の指標として ①超音波伝播速度(SOS: Sound of Speed m/sec)、SOS値に関係すると考えられる ②身長(自己申告値)、体重および ③体組成(体脂肪率、脂肪量、除脂肪量、推定骨量など)の測定を行った。さらに、骨密度の形成に影響を及ぼすと考えられる、過去・現在の ④生活習慣に関するアンケートを実施した。

3) 測定の期間

鹿児島市での測定: 2014年7月~2015年1月

台北市での測定: 2015年11月

4) インフォームドコンセント

測定に際し、研究の主旨と結果は本研究の目的のみに使用し、他には公開しないことを説明し、同意を得た者にのみ測定を行った。なお、アンケートは無記名とした。

2. 測定の方法

1) 測定方法

体組成は、TANITA製のデュアル周波数体組成計DC-320を用いてBIA法(Bioelectrical impedance analysis)により9項目[体重(Wt)、体脂肪率(% fat)、脂肪量、除脂肪量、筋肉量、体水分量、推定骨量、基礎代謝量、BMI]を測定した。体組成の測定は、踵骨超音波伝播速度(骨密度)の測定の直後に実施した。

骨密度(BMD: Bone mineral density)の指標として、QUS(Quantitative ultrasound: 透過型超音波)法である超音波骨密度測定装置CM-200(古野電機株式会社製)を用いて、右足踵骨部の超音波伝播速度: SOS(m/sec)を測定した。SOS値は、骨密度と高い相関があり⁸⁾、測定値は、 $1450\text{m/s} \sim 1650\text{m/s}$ の間に分布し、年齢とは負の相関関係を示す²⁵⁾。また、QUS法(透過型超音波法)により測定された測定値(SOS値)は、骨折を予知し、骨折危険性の高い人を判別することができる⁸⁾と

されている。SOS の測定は、男女別に足長に合わせて踵骨測定部の位置調整を実施し、椅座位で行った。なお、QUS 法には、いくつかの機種があり、それらの測定値の標準化が検討されていることから、日本及び台湾での測定は同じ測定器で行った。

骨密度に及ぼす要因には、まず、栄養、運動、日光浴などの生活習慣要因、各種の疾病等の臨床要因、人種別の遺伝的要因などが考えられる。今回、著者らは、生活習慣要因の中で骨密度の発達に強く影響すると考えられている食事と栄養、運動歴などについてのアンケートを実施し、骨密度との関連を検討した。

全測定は、授業時間内の割り振られた時間帯に行う必要があったこと、また、一般に身長は、18～20歳でピークを迎え、多くの学生が自らの身長の値を正確に記憶していることから、身長の値は自己申告とし、その値を入力した。

2) アンケート

生活習慣に関する8項目のアンケートを測定と同時に実施した(巻末に<参考資料1>としてアンケートを添付)。内容は、①「身長」②「朝食の摂取状況」③「乳製品の摂取状況」④「現在の運動実施状況」⑤「過去の運動実施状況」⑥「運動の種類」⑦「過去の骨折経験」⑧「炭酸飲料の摂取習慣」について質問し、回答は、3つの選択肢から選ばせた。台湾においては、全く同じ内容の質問紙を中国語に翻訳し、記入させた。

3) データの解析

結果は、エクセル統計のソフトを用い、平均値±標準偏差で示した。TU男子学生とKU男子学生およびTU女子学生とKU女子学生の身長、体重、BMI、SOS、体組成の平均値について比較し、平均値の差の検定は、F検定により分散を検定した後、t-testにより差の検定を行った。SOS値と身長、SOS値と体重、SOS値とBMI、SOS値と推定骨量について、それぞれの2変量間の相関係数(Pearsonの相関係数)を求め、相関関係を検討した。いずれも危険率5%($p<0.05$)未満を有意とした。

Ⅲ 結果

1. 形態

1) 身長、体重、BMI(表-1)

身長、体重の平均値でTUの大学生とKUの大学生を比較すると、男子では身長はTUの方が有意に高く($p<0.01$)、体重もTUが高かったが有意な差ではなかった。女子では、身長はTUの方が有意に高く($p<0.01$)、体重は、ほぼ同じ値であった。

BMIについて、両国間の同性同士で比較しても有意な差異はみられなかった。

また、SOS値と身長、SOS値と体重、SOS値とBMIについての相関関係はみられなかった。

2) 体組成(表-2)

体脂肪率、脂肪量、除脂肪量、筋肉量、体水分量、推定骨量、基礎代謝量については、両国の男

表-1 台湾と日本の大学生の年齢、身長、体重、BMIの比較 [M±SD]

	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	BMI
台湾(男子)	18.9 ±1.26	173.4 ** ±5.92	64.3 ±10.45	21.4 ±3.14
日本(男子)	19.1 ±1.12	170.4 ±5.47	62.6 ±9.97	21.5 ±2.92
台湾(女子)	19.1 ±1.13	160.1 ** ±5.32	52.8 ±8.34	20.5 ±2.88
日本(女子)	18.8 ±0.59	157.8 ±5.49	52.4 ±7.03	21.0 ±2.36

例数:台湾男子121名、台湾女子148名、日本男子111名、日本女子121名

※ BMI: Body Mass index(肥満指数) ** $p<0.01$

表-2 台湾と日本の大学生の体組成の比較 [M±SD]

	体脂肪率 (%)	脂肪量 (kg)	除脂肪量 (kg)	筋肉量 (kg)	体水分量 (kg)	推定骨量 (kg)	基礎代謝量 (kcal)
台湾(男子) n=121	15.9 ±6.16	10.7 ±5.68	53.5 ±5.72	50.7 ±5.44	36.2 ±4.52	2.8 ±0.28	1562.9 ±175.46
日本(男子) n=111	15.7 ±5.49	10.3 ±5.23	52.3 ±5.52	49.6 ±5.26	35.8 ±4.41	2.7 ±0.27	1524.8 ±169.44
台湾(女子) n=148	27.7 ±5.84	15.0 ±5.44	37.7 ±3.59	35.6 ±3.57	26.3 ±3.21	2.1 ±0.31	1193.6 ±118.02
日本(女子) n=121	28.2 ±5.00	15.0 ±4.56	37.4 ±3.37	35.0 ±3.76	26.4 ±2.80	2.1 ±0.29	1185.3 ±106.06

表-3 台湾と日本の大学生の踵骨超音波伝播速度(SOS)の比較

	SOS (m/sec)
台湾(男子) n=121	1540.6 * ±36.79
日本(男子) n=111	1530.7 ±32.23
台湾(女子) n=148	1544.1 ±37.36
日本(女子) n=121	1536.1 ±41.90

※SOS : Speed of Sound (超音波伝播速度)
* p<0.05 [M±SD]

女間では明確な差がみられたが、両国間の同性間に有意な差は認められなかった。また、SOS値と推定骨量でKUの女子においてわずかな相関関係(r=0.221)が見られた。

2. 超音波伝播速度 (SOS) (表-3)

右脚踵骨の超音波伝播速度(SOS)についてTUの学生とKUの学生の測定値を比較すると、男子ではTUの学生のSOSが有意に高い値であった(p<0.05)。女子についてもTUの学生の値の方が高かったが統計学的に有意な差異ではなかった。

3. 生活習慣アンケート (表-4および表-5)

1) 朝食の摂取状況 (質問2)

男子では、TUの学生は62.8%が「毎日朝食を食べている」と答えた。これに対しKUの学生は36.9%が「毎日朝食を食べている」と回答した。女子においても同様にTUの女子学生の74.3%が毎日朝食を摂取しており、KUの学生は43.0%が毎日朝食を摂取しているという結果であった。「毎日食べる」と「時々食べないことがある」を

合わせて「朝食を食べる」としてまとめると、TUの男子学生は98.3%、KUの男子学生は71.1%が朝食を摂る習慣があった。女子についてもTUの学生が99.3%、KUの学生が88.5%であった。

2) 乳製品の摂取状況 (質問3)

乳製品の摂取状況については、「毎日摂取している」と「時々摂取する」を合わせて「摂取している」として比較すると、男子ではTUの学生が95.0%、KUの学生が83.8%の割合で日頃から乳製品を摂取していた。女子ではTUの学生が94.6%、KUの学生が87.6%の割合で日頃から乳製品を摂取していることがわかった。

3) 現在の運動の実施状況 (質問4)

現在の運動の実施状況は、TUの男子学生では「週に2～4日は運動している」と答えた学生が62.8%で、KUの男子学生では34.2%であった。一方、TUの女子学生では「週に2～4日は運動している」と答えた学生が41.9%で、KUの女子学生では24.0%であった。さらに「週1日以下の運動」と答えたTUの男子学生は15.7%、女子学生は50.0%であり、KUの男子学生は43.2%、女子学生は71.1%であった。

4) 過去の運動歴 (質問5)

高校までの過去の運動歴については、TUの男子学生は80.0%が「高校まで部活、その他で運動していた」と答えており、KUの男子学生では85.6%であった。TUの女子学生では、63.5%が「高校まで部活、その他で運動していた」と答え、KUの女子学生は47.9%であった。

表-4 生活習慣に関するアンケート結果 (台湾大学生)

		台湾男子大学生 (TU)		台湾女子大学生 (TU)	
質問:2	回答項目	平均SOS(±SD)		平均SOS(±SD)	
朝食の摂取状況	1毎日食べる	76人(62.8%)	1539.1±35.5m/sec	110人(74.3%)	1546.8±39.4m/sec
	2時々食べない	43人(35.5%)	1542.6±38.5m/sec	37人(25.0%)	1536.4±30.2m/sec
	3ほとんど食べない	2人(1.7%)	1553.5±70.0m/sec	1人(0.7%)	1535.0±—m/sec
		標本数121人(100.0%)		標本数148人(100.0%)	
質問:3	回答項目	平均SOS(±SD)		平均SOS(±SD)	
乳製品の摂取状況	1毎日摂取	30人(24.8%)	1541.8±38.6m/sec	32人(21.6%)	1543.3±37.4m/sec
	2時々摂取	85人(70.2%)	1541.1±37.1m/sec	108人(73.0%)	1545.3±38.4m/sec
	3ほとんど取らない	6人(5.0%)	1526.3±21.8m/sec	8人(5.4%)	1532.1±19.8m/sec
		標本数121人(100.0%)		標本数148人(100.0%)	
質問:4	回答項目	平均SOS(±SD)		平均SOS(±SD)	
現在の運動実施状況	1週5日以上の運動	26人(21.5%)	1543.0±29.6m/sec	12人(8.1%)	1544.3±26.6m/sec
	2週2~4日の運動	76人(62.8%)	1542.8±39.5m/sec	62人(41.9%)	1543.8±37.1m/sec
	3週1日以下の運動	19人(15.7%)	1528.2±33.5m/sec	74人(50.0%)	1544.4±39.4m/sec
		標本数121人(100.0%)		標本数148人(100.0%)	
質問:5	回答項目	平均SOS(±SD)		平均SOS(±SD)	
過去の運動歴	1高校まで運動	96人(80.0%)	1544.1±37.1m/sec	94人(63.5%)	1545.2±36.2m/sec
	2中学まで運動	13人(10.8%)	1531.8±36.4m/sec	19人(12.8%)	1550.4±43.3m/sec
	3今まで運動していない	11人(9.2%)	1524.2±29.4m/sec	35人(23.6%)	1537.8±37.3m/sec
		標本数121人(100.0%)		標本数148人(100.0%)	
質問:7	回答項目	平均SOS(±SD)		平均SOS(±SD)	
骨折の経験	1ある	19人(15.7%)	1544.0±43.8m/sec	13人(8.8%)	1530.4±29.9m/sec
	2ない	102人(84.3%)	1539.9±35.6m/sec	135人(91.2%)	1545.5±37.8m/sec
		標本数121人(100.0%)		標本数148人(100.0%)	
質問:8	回答項目	平均SOS(±SD)		平均SOS(±SD)	
炭酸飲料の摂取	1毎日飲む	8人(6.6%)	1543.5±35.3m/sec	8人(5.4%)	1557.8±23.0m/sec
	2週2~3回ぐらい飲む	66人(54.5%)	1546.2±38.7m/sec	50人(34.0%)	1544.6±41.6m/sec
	3ほとんど飲まない	47人(38.8%)	1532.3±33.3m/sec	89人(60.5%)	1543.0±36.4m/sec
		標本数121人(100.0%)		標本数148人(100.0%)	
全体の平均SOS		1540.6±36.8m/sec(n=121)		1544.1±37.4m/sec(n=148)	

※SOS:超音波伝播速度(Speed of Sound)

5) 現在または過去の運動の種類 (質問6)

台湾の学生が答えた各種の運動種目は、一部日本の運動と共通するものであったが、台湾の運動の特徴を明確にできなかったことから、この項目については結果を出せなかった。

6) 骨折の経験 (質問7)

過去の骨折の経験について質問したところ、TUの男子学生は15.7%、女子学生は8.8%に骨折の経験があり、KUの男子学生は51.4%、女子学生は36.4%が骨折の経験を有していた。

7) 炭酸飲料の摂取状況 (質問8)

「毎日飲む」と「週に2~3回ぐらい飲む」を合わせて「炭酸飲料を飲む」としてまとめると、TUの男子学生は61.1%、女子学生は39.4%が日頃炭酸飲料を摂取している。KUの男子学生は70.3%、女子学生の45.5%が炭酸飲料を摂取していることがわかった。

IV 考察

日本の大学生と台湾の大学生を対象にして、踵骨のSOSを測定し、両国の学生の骨密度の比較検討を試みた。また、形態と体組成の測定および生活習慣に関するアンケートを実施し、骨密度の発達に影響する要因について検討した。その結果、身長は、TUの学生が男女ともKUの学生に比べて有意に高い値であった。体重については男女ともに有意な差が認められなかった。また、体組成の値についても両国の男女ともに有意な差は見られなかった。骨密度の指標としてのSOS値は、男子学生においてTUの方が有意に高い値であった。アンケートの結果は、「朝食の摂取状況」、「乳製品の摂取状況」、「現在の運動習慣」の骨密度に影響すると考えられる項目において、TUの学生の方が優れた結果であった。骨折の経験および炭酸飲料の摂取習慣は、男女ともその割合はKUの方が高かった。

表-5 生活習慣に関するアンケート結果 (日本大学生)

		日本男子大学生 (KU)		日本女子大学生 (KU)	
質問:2	回答項目		平均SOS(±SD)		平均SOS(±SD)
朝食の摂取状況	1毎日食べる	41人(36.9%)	1539.5±37.4m/sec	52人(43.0%)	1539.0±48.7m/sec
	2時々食べない	38人(34.2%)	1520.9±29.5m/sec	55人(45.5%)	1533.2±36.0m/sec
	3ほとんど食べない	32人(28.8%)	1531.0±25.0m/sec	14人(11.6%)	1536.7±38.3m/sec
		標本数111人(100.0%)		標本数121人(100.0%)	
質問:3	回答項目		平均SOS(±SD)		平均SOS(±SD)
乳製品の摂取状況	1毎日摂取	20人(18.0%)	1542.4±41.1m/sec	29人(24.0%)	1548.0±58.5m/sec
	2時々摂取	73人(65.8%)	1530.1±30.9m/sec	77人(63.6%)	1533.9±36.0m/sec
	3ほとんど取らない	18人(16.2%)	1520.1±22.5m/sec	15人(12.4%)	1524.5±26.6m/sec
		標本数111人(100.0%)		標本数121人(100.0%)	
質問:4	回答項目		平均SOS(±SD)		平均SOS(±SD)
現在の運動実施状況	1週5日以上の運動	25人(22.5%)	1543.3±27.6m/sec	6人(5.0%)	1587.0±31.5m/sec
	2週2~4日の運動	38人(34.2%)	1533.4±36.3m/sec	29人(24.0%)	1551.6±46.0m/sec
	3週1日以下の運動	48人(43.2%)	1522.0±28.0m/sec	86人(71.1%)	1527.3±37.2m/sec
		標本数111人(100.0%)		標本数121人(100.0%)	
質問:5	回答項目		平均SOS(±SD)		平均SOS(±SD)
過去の運動歴	1高校まで運動	95人(85.6%)	1533.7±31.9m/sec	58人(47.9%)	1548.1±50.1m/sec
	2中学まで運動	11人(9.9%)	1510.9±30.2m/sec	31人(25.6%)	1532.9±27.0m/sec
	3今まで運動していない	5人(4.5%)	1516.4±28.9m/sec	32人(26.4%)	1517.5±28.8m/sec
		標本数111人(100.0%)		標本数121人(100.0%)	
質問:7	回答項目		平均SOS(±SD)		平均SOS(±SD)
骨折の経験	1ある	57人(51.4%)	1526.4±31.0m/sec	44人(36.4%)	1538.0±50.5m/sec
	2ない	54人(48.6%)	1535.2±33.2m/sec	77人(63.6%)	1535.0±36.4m/sec
		標本数111人(100.0%)		標本数121人(100.0%)	
質問:8	回答項目		平均SOS(±SD)		平均SOS(±SD)
炭酸飲料の摂取	1毎日飲む	14人(12.6%)	1542.1±33.4m/sec	6人(5.0%)	1569.8±5.8m/sec
	2週2~3回ぐらい飲む	64人(57.7%)	1530.0±35.0m/sec	49人(40.5%)	1532.1±44.1m/sec
	3ほとんど飲まない	33人(29.7%)	1527.1±25.2m/sec	66人(54.5%)	1536.0±39.1m/sec
		標本数111人(100.0%)		標本数121人(100.0%)	
全体の平均SOS		1530.7±32.2m/sec(n=111)		1536.1±41.9m/sec(n=121)	

※SOS:超音波伝播速度(Speed of Sound)

1. 形態

1) 身長, 体重, BMI

身長は, 男女ともに TU の学生の方が有意に高く ($p<0.01$), 体重は, 男女ともに両国間に統計学的に有意な差は認められなかった。今回調査した生活習慣に関する質問の回答から推測できることは, 学生の「朝食の摂取状況」について, 「毎日食べる」と「時々食べないことがある」を合わせた割合が TU の男子学生は98.3%, KU の男子学生は71.1%であり, さらに「乳製品の摂取状況」についても, 「毎日摂取している」と「時々摂取する」を合わせた割合が TU の男子学生で95.0%, KU の男子学生は83.8%であった。女子についても同じ傾向がみられており, TU の学生は KU の学生に比べ, 中学, 高校の時も食習慣は良好に維持されていたものと推測され, その結果が形態の発育に表れているのではないかと考えられる。

BMI については, TU と KU の男子学生間, お

よび女子学生間に有意な差は認められなかった。BMI 値は, 日本人 (15歳~19歳) の標準値18.5~25.0の範囲内であった。この結果は, 男子では TU の方が身長, 体重ともに KU を上回り, 女子では身長, 体重ともに両国間でほぼ同じくらいであったことから, BMI 値に差はみられなかったものと考えられる。

体重と骨密度との関係については, 体重が骨密度に及ぼす影響が大きいことを指摘した報告^{1), 10), 11)} もあり, 体重を発育の段階に応じて適切に維持することは重要である。今回の測定では, 男女, 両国共に体重と骨密度 (SOS 値) の間に有意な相関関係は認められなかった。

2) 体組成

骨密度との関係が考えられる体組成としての BMI, 体脂肪量, 除脂肪量, 筋肉量, 推定骨量については, TU と KU の男子学生間および女子学生間に有意な差は認められなかった。

男子学生, 女子学生ともに身長および体重の

値は、TUの学生の方が高い値（身長は、有意に高い値）であったが、これらの値から求められるBMI値は、ほぼ同じ値で、日本人のBMI基準値（18.5～25.0）の範囲内であった。これらのことから、体組成は、両国間で男性、女性同士でほぼ同じような特性を持った測定対象者であったと考えられる。

2. 超音波伝播速度 (SOS)

骨密度の測定には、DX法（dual-energy X-ray absorptiometry：二重エネルギーX線吸収法）、MD法（microdensitometry）、QUS法（quantitative ultrasound：透過型超音波法）などいくつかの方法が開発されており、測定の目的、条件によって最適な方法が用いられる。今回、著者らはDX法とMD法はX線被曝の心配があり、高価な機器であること、一方、QUS法は、フィールドでの測定が可能なこと、一度に限られた時間内に多くの人数を測定できることなどの理由から、携帯に便利な小型のQUS法による体組成計（古野社製CM-200）を用いてSOS値を測定した。

1) SOS値と食習慣について

男女学生のSOS値は、TUとKUとの比較で男女ともにTUの学生の方が高い値であった。本調査で行った生活習慣に関するアンケートの「朝食の摂取状況」の結果から、「毎日食べる」と「時々食べないことがある」をまとめて「朝食を食べている」という1つのグループとして考えると、KUの学生よりTUの学生の方が、男女ともに朝食を摂取している割合は高く、規則正しい食習慣を送っていることが推測された。同様に、食生活の中の「乳製品の摂取状況」でも「毎日摂取」と「時々摂取」を1つのグループとして考えると、TUの学生はKUの学生より摂取している割合が高く、男女ともに約95%であり、日頃から乳製品を摂取する習慣があることが推測された。KUの学生では男子が約84%、女子の約88%に乳製品を摂取する習慣があり、TUの学生よりは低い摂取割合であった。このことからカルシウム

摂取量に貢献すると考えられる乳製品の摂取習慣は、TUの学生はKUの学生よりも良好であると考えられる。Minamimae K. et al.¹³⁾は、青年期の女性の骨密度と食事介入の関係についての研究によって、骨粗鬆症に関する知識を得ることとカルシウム含有量の多い食品を摂ることを心がけることが、骨密度の維持に重要であることを指摘している。また、Uenishi K. et al.²³⁾は、日本における全国横断的研究で高校生の踵骨のSOSを測定し、牛乳の摂取と骨強度の関係について調査した。その結果、牛乳摂取と骨強度には正の相関が見られ、1日あたり400mlまたはそれ以上の牛乳の摂取が骨密度の強化には有効であるとの結果を報告している。Egami I. et al.⁶⁾は、日本の男子大学生の骨密度とライフスタイルの関連を調査して、BMI、毎日のウォーキング、牛乳の消費（中学校と高校の時）が骨密度と有意な相関がみられ、麺類の消費とは負の相関がみられたと述べている。そして、若い時の食習慣を正しくし、カルシウムの摂取を増せば、骨密度を強化することが可能であると指摘している。これらの先行研究の結果は、成長期の乳製品の摂取が骨密度の発達と関係していることを示唆している。本研究での乳製品の摂取に関するアンケートの結果では、男女共にTUの学生がKUの学生より日頃の乳製品を摂取している割合が高かったことから、特に男子では、TUの学生のSOS値がKUの学生より高い値になったものと推測される。

また、炭酸飲料の摂取状況について比較すると、「ほとんど飲まない」と答えたTUの男子学生は約40%、KUの男子学生は約30%であった。女子学生ではTUの学生が約61%、KUの学生の約55%が日頃、炭酸飲料を「ほとんど飲まない」と答えている。炭酸飲料に含まれるリン酸は、カルシウムの吸収を低下させると考えられており³⁾、発育期の習慣的なリンの過剰摂取は骨密度の低下に影響するものと考えられる。Mcgartland C. et al.¹²⁾は、アイルランドの12歳～15歳の少年少女の骨密度と炭酸飲料の摂取との関係について

調べ, より多く炭酸飲料を摂取する子どもの踵部の骨密度は有意に低いことが, 特に女子においてみられることを報告した。一方で, Sun HK. et al.¹⁹⁾ は, 閉経後のエストロゲン治療を受けていない婦人の調査で, 炭酸飲料摂取の習慣と骨密度レベルに関係性を見いだせなかったことを報告した。炭酸飲料の骨代謝に与える影響は, 発育期と成人期では異なるのかもしれない。炭酸飲料が広く普及している現在, 炭酸飲料と健康との関連性が注目され, 今後の更なる研究の進展が待たれる。

以上のことから, 骨密度の増加には, 乳製品(カルシウム)の摂取が重要であることが示唆され, 今回の調査による TU の学生は, KU の学生より乳製品の摂取率が高く, また, 朝食の規則正しい摂取などから, 日頃の生活習慣もより健康的であることが推察され, これらのことがより高い踵骨 SOS 値, すなわち良好な骨密度の形成を促しているものと推測される。KU の学生には食習慣の見直し, 生活習慣に関する指導が必要であると考えられる。

2) SOS 値と運動習慣について

現在の運動習慣について「週5日以上運動する」と「週に2~4日運動する」をまとめて「日頃運動している」として「日頃運動しない」と比較すると, 男子では TU の学生は約84%が「日頃運動している」と答え, KU の学生は約57%であった。女子では, TU の学生の50.0%が「日頃運動している」と答え, KU の学生は29.0%であった。

過去の運動経験について質問した結果では, TU の男子学生では中学及び高校までを含めた過去の運動経験は約91%であり, KU の男子学生では同様の過去の運動経験は約96%であった。男子では, 過去の運動経験については日本の学生の方が割合は高かった。女子については, TU の学生が同様の過去の運動経験は約76%であり, KU の学生が約74%であった。宮元ら¹⁴⁾ は, 中学時代の運動経験群と高校時代の運動経験群の大腿骨頸部の骨密度を DPA 法 (Dual photon absorptiometry)

により計測し, 中学時代の運動経験群は男女ともに大腿骨頸部の骨密度は高く, 高校での運動経験群では女子の場合でのみ大腿骨頸部などの骨密度で有意に高い値が見られたことを報告している。また, Minamimae K. et al.¹³⁾ も, 「女子大学生の踵骨の強度と現在又は過去の運動習慣は有意な関係にあった」と述べ, Ruchan IRI. et al.¹⁸⁾ は, 女子大学生の身体運動レベルと骨密度の関係について調査した結果, 高い身体運動レベルを持つ女子大学生は, 骨密度も高いことがわかった。そのことから, 身体活動レベルと骨密度は直接的な比例関係が見られたと報告している。

これらのことから, 過去の習慣的運動は, 骨密度の発達に良い影響を与え, 中学・高校時代の運動習慣は, 特に女子にとって重要であり, 運動を習慣づける教育が重要であると考えられる。少なくとも18歳以前, 例えば, 初経前後の2年間, 10~14歳時の骨密度が最も増加する時期に, 時間をかけて強度の高い垂直荷重系の運動を行うことが, 骨粗鬆症の発症予防に効果的である¹¹⁾ と考えられる。

今回の調査結果では, 現在も定期的に運動していると答えた学生の割合は, 男女ともに TU の方が高かったが, 一方, 過去に中学・高校で定期的に運動していたと答えた学生の割合は, 男子は KU の学生が高く, 女子はほぼ同じ程度であったことから, 19歳前後の運動習慣も骨密度の維持には重要であることが推測できる。また, 赤嶺ら²⁾ は, 大学女子の柔道選手, バレーボール選手と水泳選手について種目別の身体組成と骨密度を調べた。その結果, 運動種目の特性によって使われる骨格筋の違いが, 骨密度や骨量の発達に影響することを示唆している。Chang CK. et al.⁴⁾ は, 台湾の10歳代女子の橈骨と尺骨の骨量, 骨密度と横断面積の左右差に及ぼすバレーボールトレーニングの影響について調べ, 長期の規則的なトレーニングでも有意な差が認められなかったことを報告した。これらの報告からは, 運動の種類や運動で使われる筋群の違いによっても骨密度は様々な影響

を受けると考えられる。運動の種類や方法によっても骨密度の発達に差異が生じることが示唆され、骨密度の発達に効果的な運動の方法を確認することが重要となる。一般的に球技のようなジャンプや踏み込み動作を伴うより強い衝撃のある運動ほど骨量を増加させる¹¹⁾と考えられている。今回、両国の大学生が過去に行っていた運動の種類(内容)についての詳細な調査を行っていないので、彼らの過去の運動内容が今回のSOS値に与えた影響については言及できなかった。

3) 過去の骨折経験との関係

過去の骨折の経験と骨密度の関係について、Okano R¹⁷⁾は、女子学生について、過去における骨折の経験と骨密度の間には関係性は認められなかったと述べ、Annemieke MB. et al.¹⁾は、子どもの頃、青少年期においては、骨密度は人種の違い、カルシウムの摂取状況、運動習慣、過去の骨折経験などとの間に有意な関係は認められないが、小児期の骨密度の最大の決定要因は、男子が体重、女子が思春期の発達であろうと報告している。Tveit M. et al.²²⁾は、青少年期の運動経験は、脆弱性骨折の可能性を低くすると述べており、青少年期の運動経験と骨密度、骨折の関係は重要な意味を持つことが示唆される。

本調査の結果では、骨密度の低かったKUの男子学生は、TUの男子学生に比べ、過去の骨折の経験が多いことがわかった。骨折の原因は種々考えられ、遊びの種類や場所などは大きな要因であると考えられる。今回の結果からは、骨折の経験とSOS値(骨密度)との関係性について十分な結果を得ることができなかったため、さらなる調査研究が必要であると考えている。

4) 骨密度と遺伝、民族との関係について

骨密度の遺伝率は40~80%といわれ、一定していないが、家族間の相関性は高いとされており、遺伝の影響度は大きい。William DL. et al.²⁴⁾は、Canadian white womenとAboriginal womanとの比較研究で体重およびBMIで換算した骨密度に2つの民族間に差が見られたと報告している。一

方、骨密度に及ぼす影響として、栄養や身体活動および紫外線照射などのライフスタイルに起因する後天的因子がある。そのため、家族間や民族間の遺伝的要因を考慮した先天的な骨密度の解釈、さらに後天的な生育環境の違いによる解釈の両者を併せた骨密度の理解が必要である¹¹⁾と考えられる。

今回、著者らは骨密度に及ぼす先天的、遺伝的要因については詳細な検討を行っていないので、それらの影響については言及できていない。しかしながら、若年期における生活習慣、特に食習慣と運動習慣は、成人後の生活に大きな影響を及ぼすことが容易に推測され、予防医学の観点からも若年期により良い生活習慣を身につけることは、骨粗鬆症に限らず多くの生活習慣病予防にとって重要であり¹¹⁾、意義がある。

日本においては、運動、栄養、休養のバランスが良く、生活リズム<睡眠・食事・身体活動リズム>がよく保たれていることが良い生活習慣と考えられている。以上のことから、台湾、台北市内の大学生は、日頃の朝食の摂取、乳製品の摂取、現在の定期的な運動の実施など食生活リズムが良く、栄養のバランスも取れており、定期的に運動していることなど鹿児島市内の大学生にくらべ、これらの生活習慣が良好に保たれていることから踵骨におけるSOS測定値が優れていたと考えられる。しかし、民族間の遺伝的な差については十分な検討が加えられず、さらに詳細な調査研究が必要である。

V 結 論

日本の大学生(KU, 鹿児島市)と台湾の大学生(TU, 台北市)を対象として、形態・体組成、踵骨のSOS(超音波伝播速度)の測定および生活習慣アンケートを実施し、台湾の大学生と日本の大学生の骨密度について比較検討した。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 踵骨超音波伝播速度(SOS)は、TUの男子学生においてKUの男子学生に比べ、有意

に高い値であった ($p<0.05$)。このことから台湾の男子学生は、骨密度も日本の学生より高いと推察された。

- 2) 身長は男女ともに TU の学生が有意に高かった ($p<0.05$)。体重については、男女ともに両者に有意な差は見られなかった。また、体組成についても両者に有意な差は認められなかった。
- 3) 生活習慣アンケートでは、「朝食の摂取状況」、「乳製品の摂取状況」、「現在の運動習慣」などの骨密度の発達に影響すると考えられる項目において TU の学生の方が優れた結果であった。
- 4) 過去の運動習慣については、男子は KU の学生の方が過去に運動していた人の割合は高く、女子は TU の方が高かった。
- 5) 過去の骨折の経験および炭酸飲料の摂取習慣は、男女ともに KU の方が過去に骨折の経験があり、炭酸飲料を摂取する習慣のある学生の割合は高い傾向であった。

これらの結果から日本の大学生（鹿児島市）に比べ台湾の大学生（台北市）は、規則正しい食事－朝食の摂取、バランスのとれた栄養摂取、定期的な運動などの生活習慣が良好に維持されており、その影響により SOS 測定値から推測される骨密度も、日本の学生に比べ良い状態にあるものと推測された。ただし、日本人と台湾人との民族差という遺伝的な要因については十分に検討できていないため、それらの影響との関連については言及できなかった。単純に生活習慣と SOS 値（骨密度）との関係として考察するならば、日本の学生は、男女ともに骨密度（SOS 値）が台湾の学生と比較して低い傾向にあり、朝食を確実に摂るとい生活リズム、バランスの良い食生活や定期的な身体活動の実施などにおいて改善の余地のある生活習慣になっていることが推測された。

<謝 辞>

本研究は、鹿屋体育大学連携大学院教育プログラム開発プロジェクトより研究助成を受けて実施されたも

のであり、ここに心から感謝の意を表します。さらに、測定においてご協力、ご支援をいただきました国立台北教育大学および鹿児島大学の先生方と学生の皆様にお礼を申し上げます。

引用文献

- 1) Annemieke MB, Maria AJ, Huibert APP, Eric PK and Sabine MPF. (1997) Bone mineral density in children and adolescents : Relation to puberty, calcium intake and physical activity. *J Clin. Endocrinol. Metab.* 82 (1) : 57-62.
- 2) 赤嶺卓哉, 吉田剛一郎, 高田 大, 小山田和行, 坂中美郷, 濱田幸二, 長島未央子, 田口信教. (2013) 大学女性スポーツ選手における種目別の身体組成と骨密度に関する研究. *整形外科と災害外科* 62 (4) : 694-696.
- 3) Bente M, Nina E and Lone J. (2011) Physical activity and bone : The importance of the various mechanical stimuli for bone mineral density. A review. *Nor. Epidemiol.* 20 (2) : 173-178.
- 4) Chang CK, Lin HL and Tseng HF. (2008) The side-to-side differences in bone mineral status and cross-sectional area in radius and ulna in teenage Taiwanese female volleyball players. *Biology of Sport.* 25 (1) : 69-76.
- 5) Cvijetic S, Baric IC, Satalic Z, Keser L and Bobic J. (2014) Influence of nutrition and lifestyle on bone mineral density in children from adoptive and biological families. *J Epidemiol.* 24 (3) : 209-215.
- 6) Egami I, Wakai K, Kunitomo H, Tamakoshi A, Ando M, Nakayama T and Ohno Y. (2003) Association of lifestyle with bone mineral density among male university students in Japan. *J Epidemiol.* 13 (1) : 48-55.
- 7) Fernando DS and Fabiana S. (2013) Bone mineral density and body composition of adult premenopausal women with three levels of physical activity. *J Osteoporosis.* 2013 Article

- ID 953271 1-7.
- 8) 藤原佐枝子 (2005) QUS 使用の実際 7. 臨床応用—骨折リスク評価— Osteoporosis Japan 13 (1) : 43~44
 - 9) 岩見文博 (2013) 幼児の生活習慣と超音波骨評価値の変化の関連についての検討 民族衛生 79 (3) : 59~70
 - 10) 伊木雅之, 中比呂志, 佐藤裕保 (2005) 推定体積骨密度によって中学1年男女の中軸骨の発達・充実に対する牛乳・乳製品摂取の影響を評価する追跡研究4年間の完遂. 牛乳・乳製品健康づくり委員会/社団法人 日本酪農乳業協会:平成16年度 牛乳栄養学術研究会委託研究報告書. 牛乳・乳製品健康づくり委員会/社団法人 日本酪農乳業協会, pp. 76-126.
 - 11) 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会 (2012) 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2011年版. 日本骨粗鬆症学会 日本骨代謝学会 骨粗鬆症財団: ライフサイエンス出版株式会社. I 骨粗鬆症の定義・疫学および成因 p.6 / IV 骨粗鬆症の予防 p.43
 - 12) Mcgartland C, Robson PJ, Murray L, Gran G, Savage MJ, Watkins D, Rooney M and Boreham C. (2003) Carbonated soft drink consumption and bone mineral density in adolescence : The Northern Ireland young hearts project. J Bone Mineral Res. 18 (9) : 1563-1569.
 - 13) Minamimae K, Maeda T and Kasagi T. (2000) Longitudinal measurements of bone density in adolescent girls and intervention in diet. Yonago Acta medica 2000 43 : 103-108.
 - 14) 宮元章次, 石河利寛 (1993) 成長期の規則的な運動が大学生の骨密度に及ぼす効果. 体力科学 42 : 37-45.
 - 15) 森 由紀, 山本 存, 倉賀野妙子 (2012) 女子大生のおしゃれ意識がもたらす瘦身願望と健康状況—食行動・運動習慣との関連において— 日本家政学会誌 63 (6) : 309~318
 - 16) 日本学術会議 (2011) 我が国の子どもの生育環境の改善にむけて—成育方法の課題と提言— pp3~9
 - 17) Okano R. (2013) Relationship between shapes, percentage of body fat, living history and calcaneus bone strength in female university students. Bulletin of Yamaguchi of Human Welfare and Culture. 7 : 9-16.
 - 18) Ruchan IRI. (2011) The effect of physical activity on bone mineral density. International Journal of the Physical Sciences. 6 (16) : 4097-4101.
 - 19) Sun HK, Deborah JM and Elizabeth LB. (1997) Carbonated beverage consumption and bone mineral density among older women : The Rancho Bernardo study. Am. J Public Health. 87 (2) : 276-279.
 - 20) 竹久文之, 八巻仁一 (2013) 中高年男性におけるビタミンDの補足は音響的骨評価値の冬期の低下を抑制する 生活環境科学研究所研究報告 45 : 1~10.
 - 21) 徳田修司, 飯干 明 (2013) 鹿児島大学新入生の骨密度と体組成. 鹿児島大学教育学部研究紀要 自然科学編 65 : 9-22.
 - 22) Tveit M, Rosenger BE, Nilsson JA and Karlsson MK. (2015) Exercise in youth : High bone mass, large bone size, and low fracture risk in old age. Scand. J Med. Sci. Sports. 25 (4) : 453-461.
 - 23) Uenishi K and Nakamura K. (2010) Intake of dairy products and bone ultrasound measurement in late adolescents : a nationwide cross-sectional study in Japan. Asia Pac. J Clin. Nutr. 19 (3) : 432-439.
 - 24) William DL, Hope AW, Lisa ML and Gregoire Nyomba BL (2008) Body composition and bone density in Canadian white and aboriginal women : The first nations bone health study. Bone 42 : 990-995.
 - 25) 山崎 薫 (2009) 第10回日本骨粗鬆学会イ

ブニングワークショップ—QUSの標準化について— SOS値の加齢変化の検証とSOS値による骨折閾値設定の可能性
Osteoporosis Japan 17 (2): 30 (160) ~ 32 (162)

26) 横内樹里, 安東大輔, 小野悠介, 尾崎芳雅, 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

<参考資料 1 >

生活習慣に関するアンケート

(No. _____)

H26年 月 日 ()

場所: _____ [AM/PM]

次の質問にお答えください。

- (1) あなたの身長を教えてください。 [_____ cm]
- (2) 朝食の摂取状況について <○でお答えください>
[] 毎日食べる [] 時々食べないことがある [] ほとんど摂取しない
- (3) 乳製品 (牛乳、ヨーグルト、チーズなど) の摂取状況について
[] 毎日摂取している [] 時々摂取する [] ほとんど摂取しない
- (4) 現在の運動実施状況について
[] 週に5日以上は運動している
[] 週に2~4日は運動している
[] 週に1日以下の運動
- (5) 過去の運動歴について
[] 高校まで部活、その他で運動した
[] 中学まで部活、その他で運動した
[] 今まで運動らしきことをしなかった
- (6) 現在または過去に運動していたと答えた方、どんな運動ですか。
[_____]
- (7) 骨折の経験はありますか。
[] ある・・・(いつ頃: _____ 歳の頃)
[] ない
- (8) 日頃、炭酸飲料 (糖入り) を飲みますか。
[] ほとんど毎日飲む
[] たまに週2~3回飲むことがある
[] ほとんど飲まない