

論文

身長と体重によって補正された踵骨骨強度の発育特性と男女差

岡野亮介*1

キーワード：身長、体重、踵骨骨強度、発育特性、男女差

I 目的

超高齢化社会の到来が予測されている現代社会において、現在予備軍まで含めると1100万人前後はいると考えられている骨粗鬆症患者は、近い将来さらに増加すると予測されている。このことは憂慮すべき事態として、国家としての予防対策の強化が求められている。

骨粗鬆症は低骨量と骨組織の微細構造の異常を特徴とし、骨の脆弱性が増大し、骨折の危険性が増加する疾病である¹⁾。その骨量あるいは骨密度に対しては加齢、運動²⁾、食習慣(カフェイン摂取を含む)^{4~6)}、形態(身長・体重)^{7,8)}、体脂肪率・体脂肪量^{9,10)}、月経状態^{11,12)}、喫煙¹³⁾、飲酒¹³⁾、ストレス¹⁴⁾、遺伝¹⁵⁾、性ホルモン¹⁶⁾、日光被曝量¹⁷⁾、薬物¹⁸⁾および自律神経系¹⁹⁾が影響を与えている。

身体運動によって骨密度が増加するのは、骨髄内血流量の増加に伴い骨代謝回転量が亢進し骨芽細胞が活性化され骨形成が促進されるためと、力学的負荷により骨に撓みが生じた時ピエゾ電流が発生し(圧電効果)、カルシウムイオンが骨に付着するのが促進されるためである。身長や体重といった形態と骨密度との間に正の相関性があるのは後者の理由によるものである。また、Theintzら²⁰⁾は思春期における子どもの骨密度は身長の伸びと共に増加することを報告している。

従って、ある特性に基づいて骨密度を比べる場合、年齢、身長および体重がほぼ同一でないと厳密な意味で比較にならない。つまり、年齢が概ね統一され身長と体重で補正された骨密度で比較することの重要性を強調しているのである。これまで身長と体重によって

補正された骨密度を観察もしくは比較した研究は、筆者が調査した範囲内ではReidら¹⁰⁾の研究、Youngら²¹⁾の研究、McCormickら²²⁾の研究、西山ら²³⁾の研究および井本ら²⁴⁾の研究に限定される。Reidら¹⁰⁾の研究では身長で補正された骨密度(骨密度/身長)が真の密度として適切な指標であり、骨密度/身長には男女差が見られず、男女とも骨密度/身長と体脂肪量との間に有意な相関性があることを報告している。Youngら²¹⁾の研究においても骨密度/身長が骨の真の密度を示す指標として有効であることを報告している。McCormickら²²⁾の研究は、集団の特性を把握する上で、骨密度より骨密度/体重の方がより敏感な指標であることを述べている。しかし一方、西山ら²³⁾や井本ら²⁴⁾の研究においては、骨密度を体重50kg当たりで補正し、一般人と各種スポーツ選手を比較したところ、その結果は絶対値と相対値で異なるものであり、また体重増加に応じた骨密度の増加には生理的な限界があることを示唆している。

これらのことから、身長および体重によって補正された骨密度については、その発育上の特性および男女差を基礎的に追究し、その値の生理的意義をより深く探る必要があると思われる。また、身長と体重の相乗効果を把握する上でも未だ着手されていない身長×体重で補正された骨密度の特徴を追究する必要性もあると思われる。

本研究はこれらのことを背景として、以下の2点を検討することを目的とした。①定量的超音波測定法(以下QUS)で得られた踵骨骨強度、身長および体重の加齢変化を横断的に概観する(各項目の発育状態を観察

*1 山口福祉文化大学 ライフデザイン学部

する)、②踵骨骨強度に対する年齢、身長および体重の相対的な影響力を男女別に把握する

なお、QUS によって求められる踵骨骨強度 (アロカ社製超音波骨評価装置 AOS-100 を使用した音響的骨評価値、以下 OSI) は、精度はあまり高くないが、二重エネルギー X 線吸収法 (以下 DXA) で求められた骨密度と有意な正の相関を示し (腰椎骨密度: $r=0.488$, $n=34$, $p<0.01$ 、大腿骨頸部骨密度: $r=0.784$, $n=34$, $p<0.01$)²⁵⁾、使用において資格上の制限がなく短時間で多数のデータを集積しやすいという長所と、骨質を評価しており大腿骨頸部骨折の危険度評価において DXA に劣らないという利点²⁶⁾および、骨量、骨構造、骨の弾性を反映するという特性を持っている^{27,28)}

II 方法

A. 対象者

骨代謝に影響を及ぼす疾患を有さない健康な小学生 1 年生から 80 歳までの男子 1032 名、女子 1704 名の計 2736 名を対象とした (表 1)。21 歳以上においてはトライアスロンやマラソンなどの激しいトレーニングに従事している者は対象から除外した。

B. 測定・調査項目

全対象者に対し身長と体重を測定した。また、アロカ社製超音波骨評価装置 AOS-100 を使用して右踵骨から OSI を求めた。OSI は踵骨部分を透過する超音波の速度 (SOS) と透過係数 (超音波が踵骨を透過する時の減衰の周波数特性に関連した指標: TI) から $TI \times SOS^2$ の計算式により求められた値で、本文中の OSI は 10^6 で除した値を用いている。

全対象者に対して既往症および運動実施状況 (大学 2 年生までについては学校体育以外の運動実施状況を含める) を調べた。また女子に対しては初経の発来についても調査した。小学校 1 年生から大学 2 年生までの対象者の測定時期はいずれも 1~3 月であった。

なお、小学生における OSI 測定においては、振動

子メンブレンが踵骨部分に当たるように独自に作成した板を踵の下に置く等の工夫を行った。また、全対象者に対し測定毎にアロカ社の示した年齢対応の標準値を見ながら、疑問が生じる測定値であれば 3 度の測定を行い、その中央値を個人値とした。

C. 統計処理

図表中の各データは平均値と標準偏差で示した。統計処理は統計解析処理ソフトウェア SPSS 15.0J for Windows を用いた。平均値の差に関して対応のない t 検定を行い、2 つの標本に等分散性が保証されない場合には Welch の検定を利用した。相関係数は Pearson の積率相関係数を用いた。重回帰分析において独立変数の従属変数に対する相対的貢献度は、標準偏回帰係数と単相関係数の積の決定係数に対する比率から評価した。いずれの場合も危険率 5%未満をもって有意とした。

表 1 各年代における男女別の被検者数

	男性	女性
小学校1年生	53	50
小学校2年生	51	40
小学校3年生	44	49
小学校4年生	49	48
小学校5年生	48	49
小学校6年生	54	41
中学校1年生	39	34
中学校2年生	37	35
中学校3年生	35	35
高等学校1年生	87	77
高等学校2年生	31	26
高等学校3年生	44	38
大学1年生	42	48
大学2年生	59	45
21-24歳	24	41
25-29歳	37	60
30-34歳	29	99
35-39歳	38	115
40-44歳	19	123
45-49歳	47	168
50-54歳	51	151
55-59歳	35	132
60-64歳	30	87
65-69歳	20	58
70-74歳	19	35
75-80歳	10	20
合計	1,032	1,704

III 結果

男女における身長、体重およびOSIの年代毎の値を図1に示した。OSIについては小学校6年生の段階では女子の方が男子より有意に高いが、中学校2年生ではそれが逆転した。男女とも高校3年生では一旦低下しており、ピークは男子は17~20歳、女子では16~17歳くらいであった。50~80歳の間の年齢(x)とOSI(y)の直線回帰式は男子では $y=-0.0145x+3.6329$ 、女子では $y=-0.0188x+3.5510$ で回帰係数は男子より女子の方が有意($p<0.001$)に負の方向に大きかった。

また、OSIを従属変数とし、年齢、身長、体重および身長×体重を独立変数とした重回帰分析の結果を表2に示した。重相関係数は男女ともいずれも有意であり、6~20歳の集団における重相関係数は男女とも概ね良好であったが、21~80歳の重相関係数は男女ともあまり良好ではなかった。また、いずれの組み合わせの重相関係数も、男女とも、6~20歳における値より、21~80歳における値の方が有意($p<0.001$)に低かった。

男子では、6~20歳の集団および21~80歳の集団の両者において、OSIに対する年齢の相対的貢献度の方が身長、体重および身長×体重のそれらより大きく、その傾向は21~80歳の集団の両者においてより顕著であった。女子では、6~20歳の集団においてはOSIに対する年齢の相対的貢献度より身長、体重および身長×体重のそれらの方が大きかったが、21~80歳の集団においてはOSIに対する年齢の相対的貢献度の方が身長、体重および身長×体重のそれらより遥かに大きく、男子とは対照的であった。

男女におけるOSI/身長(身長の単位はm、値は 10^2 で乗じている)、OSI/体重(体重の単位はkg、値は 10^2 で乗じている)およびOSI/(身長×体重)(値は 10^4 で乗じている)の年代毎の値を図2に示した。OSI/身長に関しては、男女とも大学2年生までの間ではU字型の変動(男子で中学校2年生、女子では小学校5年生が底の頂点)で、小学校4年生で有意に男子の方が女子より大きく、小学校6年生ではそれが逆転し、そ

して大学1年生では再び有意に男子の方が女子より大きかった。その後50歳代前半まで男女とも概ねプラトーであったが、女子では50歳代後半からやや低値となる傾向であり、60歳~70歳代前半までは有意に男子の方が女子より大きかった。70歳代後半では有意な男女差はなくなった。

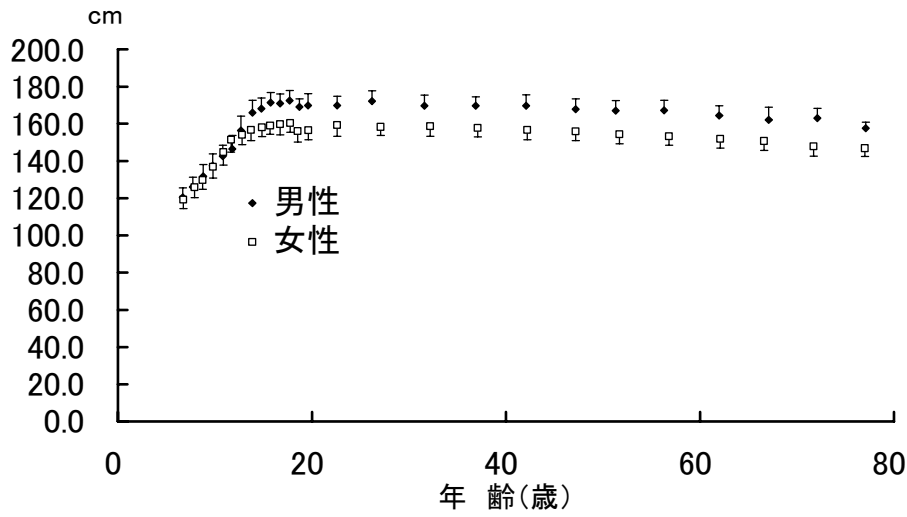
OSI/体重に関しては、男女とも小学校1年生から大学2年生にかけて指数関数的に急速に低下し、それ以降においては男子では概ねプラトーな状態であり、女子では男子よりも若干低下する傾向を示し、それは50歳代後半以降で顕著であった。そのため中学校3年生、高校1年生と3年生、大学2年生および20歳代前半から50歳代後半まで女子の方が男子より有意に大きい値であったが、60歳代前半以降においては有意な男女差はなくなった。

OSI/(身長×体重)に関しても、小学校1年生から大学2年生にかけて指数関数的に急速に低下し、それ以降においては女子では概ねプラトーに推移し、男子も同様の傾向であったが、60歳代の後半以降において若干大きくなる傾向が見られた。そのため、小学校6年生では男子の方が女子より有意に大きいことが認められた一方で、中学校2年生から60歳代前半まで女子の方が男子より有意に大きく、そして60歳代後半以降においては有意な男女差はなくなった。

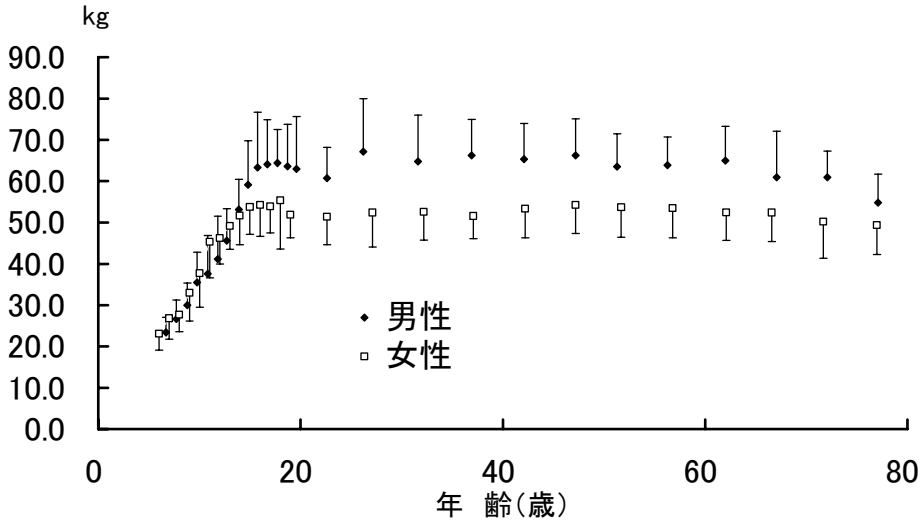
IV 考察

本研究のOSIに関して小学校6年生の段階では女子の方が男子より大きかったが、中学校2年生ではそれが逆転したのは第二次性徴の発現時期が女子の方が男子より2年程度早い²⁹⁾ことが関係しているものと思われる。高校3年生の段階で男女とも一旦低下したのは大学受験勉強による身体的不活動の影響と思われる³⁰⁾。50~80歳の間で年齢とOSIとの直線回帰式の回帰係数が、男子より女子の方が負の方向に大きかったのは女子における閉経の影響が最も強く関与しているものと推測された。

(A) 身長



(B) 体重



(C) OSI

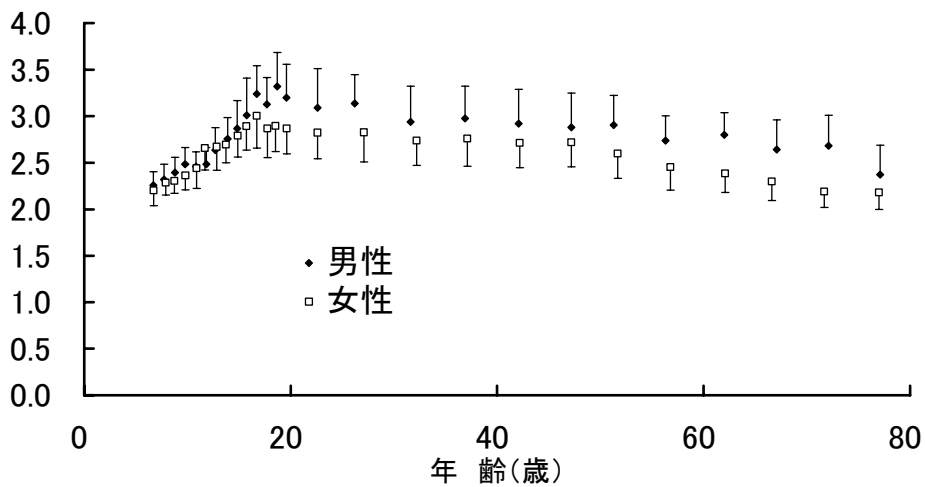


図1 身長、体重およびOSIの経年的変動

表2 重回帰分析に基づく各変数のOSIに対する相対的貢献度

<男性 6~20歳 n=673>			<女性 6~20歳 n=615>		
重相関係数 : 0.777 ***			重相関係数 : 0.748 ***		
	年齢	身長		年齢	身長
標準偏回帰係数	0.6149	0.1759	標準偏回帰係数	0.3608	0.4213
単相関係数	0.7735	0.7302	単相関係数	0.7101	0.7205
貢献量	0.4756	0.1284	貢献量	0.2562	0.3035
相対的貢献度(%)	78.7	21.3	相対的貢献度(%)	45.8	54.2
重相関係数 : 0.791 ***			重相関係数 : 0.779 ***		
	年齢	体重		年齢	体重
標準偏回帰係数	0.5332	0.2928	標準偏回帰係数	0.2787	0.5384
単相関係数	0.7735	0.7303	単相関係数	0.7101	0.7617
貢献量	0.4124	0.2138	貢献量	0.1979	0.41
相対的貢献度(%)	65.9	34.1	相対的貢献度(%)	32.6	67.6
重相関係数 : 0.791 ***			重相関係数 : 0.780 ***		
	年齢	身長×体重		年齢	身長×体重
標準偏回帰係数	0.5137	0.3091	標準偏回帰係数	0.2562	0.5571
単相関係数	0.7735	0.7408	単相関係数	0.7101	0.7658
貢献量	0.3973	0.2289	貢献量	0.1819	0.4266
相対的貢献度(%)	63.4	36.6	相対的貢献度(%)	29.9	70.1
<男性 21~80歳 n=359>			<女性 21~80歳 n=1089>		
重相関係数 : 0.420 ***			重相関係数 : 0.539 ***		
	年齢	身長		年齢	身長
標準偏回帰係数	-0.3575	0.1085	標準偏回帰係数	-0.5048	0.0614
単相関係数	-0.4091	0.2785	単相関係数	-0.5359	0.3157
貢献量	0.1462	0.0302	貢献量	0.2705	0.019
相対的貢献度(%)	82.9	17.1	相対的貢献度(%)	93.4	6.6
重相関係数 : 0.466 ***			重相関係数 : 0.585 ***		
	年齢	体重		年齢	体重
標準偏回帰係数	-0.3792	0.2241	標準偏回帰係数	-0.5337	0.2351
単相関係数	-0.4091	0.2747	単相関係数	-0.5359	0.2398
貢献量	0.1551	0.0615	貢献量	0.286	0.0563
相対的貢献度(%)	71.6	28.4	相対的貢献度(%)	83.6	16.4
重相関係数 : 0.462 ***			重相関係数 : 0.580 ***		
	年齢	身長×体重		年齢	身長×体重
標準偏回帰係数	-0.3607	0.2194	標準偏回帰係数	-0.5066	0.2247
単相関係数	-0.4091	0.2988	単相関係数	-0.5359	0.2902
貢献量	0.1475	0.0655	貢献量	0.2715	0.0652
相対的貢献度(%)	69.2	30.8	相対的貢献度(%)	80.6	19.4

*** : p<0.001

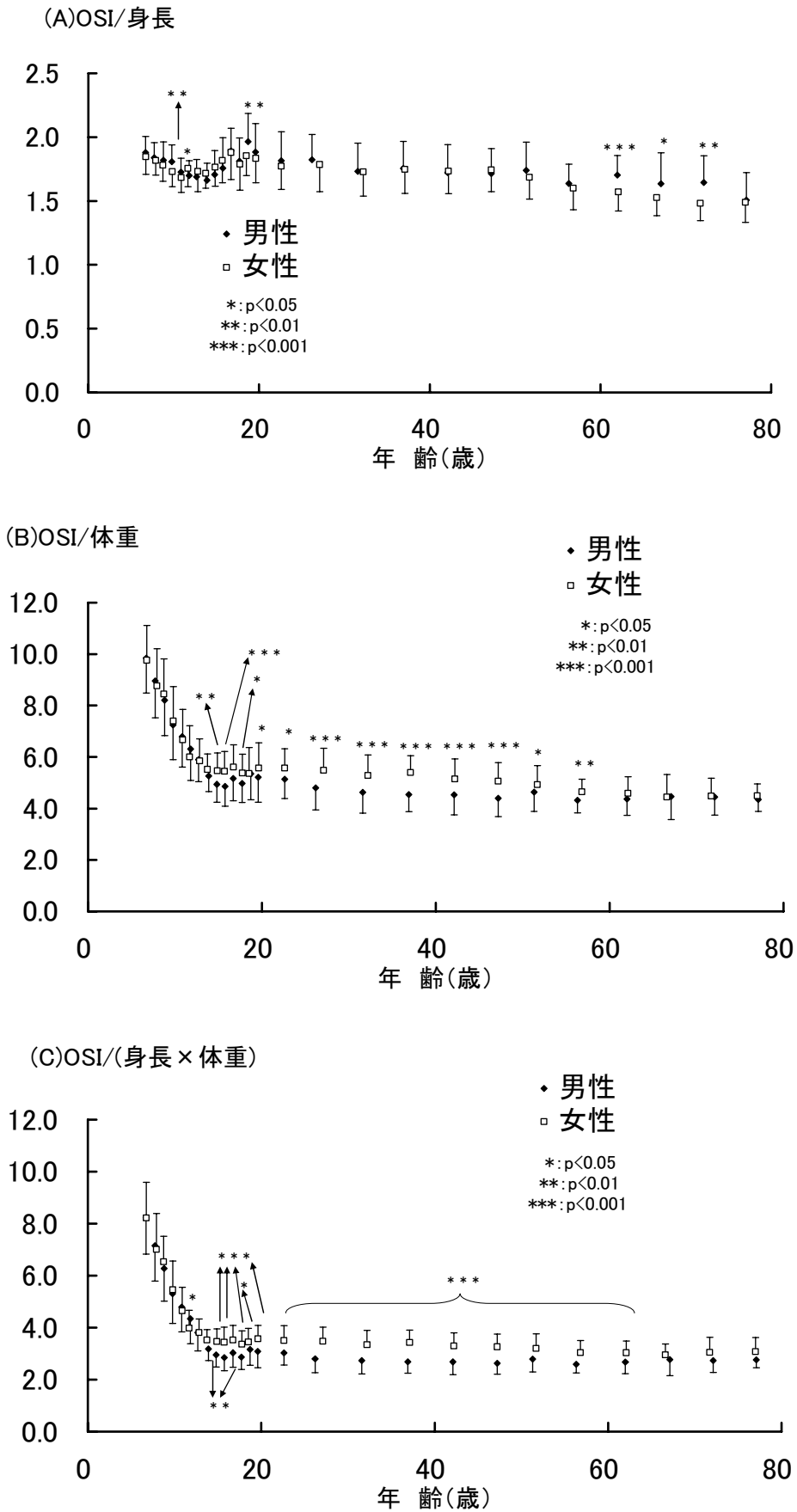


図2 OSI/身長、OSI/体重および OSI/(身長×体重)の経年的変動

また、OSI を従属変数、年齢と身長、体重あるいは身長×体重を説明変数として重回帰分析を行った結果、重相関係数は男女ともいずれも有意な水準ではあったが、6～20歳の集団の値と比較して21～80歳の集団の値では有意な差をもって低く、あてはまりも悪くなっている。これについては20歳を越えての喫煙や飲酒、長年の生活習慣（運動や食事等）および閉経の影響^{2）}、^{6,11～13）}等が形態の影響^{7,8）}に加わって複合的に作用してきたことが原因であると推測される。OSI に対する年齢および身長と体重の相対的貢献度は、男子では年齢に関わりなく年齢の方が身長と体重より大きい傾向であったが、女子では21～80歳の集団では年齢の方が身長と体重より顕著に大きかったのに対し、6～20歳の集団では身長と体重の方が年齢より大きかった。女子における相対的貢献度が逆転している現象については思春期における第二性徴の発現に伴う（特に女性ホルモンであるエストロゲンの分泌による）踵骨骨強度の発育とそれに同期した身長および体重の発育の影響力の大きさと中高年期における閉経が強く反映したものと推測された。

6～20歳までのOSI/身長とOSI/体重の変動は少し異なっており、前者はU字型の変動、後者は指数関数的な減少変動であった。前者で女子は小学校5年生、男子は中学校2年生で底の頂点を示したのは第二性徴の発現と関与していることが考えられる。つまり、発育速度は第二性徴発現前までは踵骨骨強度より身長の方が速く、第二性徴以降ではそれが逆転することが考えられる。体重に関しては身長ほど第二性徴の発現の影響は明瞭ではなく、総じて発育速度は体重の方が踵骨骨強度より速いため平滑な指数関数的減少が示されたものと思われる。なお、6～20歳までの集団における男女差に関しては、OSI/身長には年齢による特徴は見出せなかったが、OSI/体重は中学校3年生以降において女子の方が男子より有意な水準をもって大きくなる傾向が認められた。

一方、21～80歳の集団における男女差では、OSI/身

長は50歳代後半まで男女差はなかったが、60歳～70歳代前半までは男子の方が女子より有意に大きく、70歳代後半では再び男女差はなくなった。これらの原因については身長の男女差が大きく反映しているものと思われる。これとは対照的にOSI/体重は50歳代後半まで女子の方が男子より有意に大きく60歳以降においては男女差はなくなった。これらについても体重の男女差が反映しているものと思われるが、60歳以降での男女差の消失については、日本人の加齢に伴う体重の変動を調査したデータ³¹⁾の中でも示される同時期における男子の体重の比較的急峻な減少傾向によるものと思われる。また、この体重の減少は女子よりも比較的顕著な男子における筋肉量の減少に基づくものと推測される³²⁾。

身長と体重の相乗効果が表れるOSI/（身長×体重）は、OSI/体重と概ね同様な変動を示したが、男女差はより鮮明で、中学校2年生から60歳代前半までは女子の方が男子より有意に大きかった。これらは単純に身長と体重の男女差によるものと思われる。一方、小学校6年生では男子の方が女子より有意に大きかった。同時期は男子にとっては第二性徴発現の臨界期であり、女子にとっては第二性徴の顕著な時期である²⁹⁾。従って小学校6年生の時期では骨成熟や身長および体重の成長に影響を与える性ホルモンや成長ホルモンの分泌量が男女間で大きく異なることが予想されること^{16,33,34)}や、また、女性ホルモンが成長ホルモンの分泌を促す作用がある³⁴⁾ことを勘案すれば、これらの複合した作用が前述の結果をもたらした原因と推察された。しかし、今後は血中成分の定量等により詳細に検討することが必要であろう。また60歳代後半以降において男女差が見られなくなったのは特徴的な現象で、男子の比較的急峻な体重減少に拠るところが大きいものと推測される。

V まとめ

6~80歳の健康な男子1032名と女子1704名(計2736名)を対象として身長、体重およびOSIを計測し、身長と体重、OSIおよび身長と体重によって補正されたOSI {OSI/身長、OSI/体重、OSI/(身長×体重)}の発育上の特徴および男女差について検討した。その結果以下の結論を得た。

- 1)OSIの発育は、第二次性徴の発現時期の違い 女子における閉経の影響によって男女差が認められた。また、高校3年生時の大学受験勉強による身体的不活動も発育に影響を与えていると思われた。
- 2)OSIに対する年齢および身長と体重の相対的貢献度は、男子ではどの年代においても、年齢の方が身長と体重より大きい傾向であったが、女子では21~80歳の集団では年齢の方が身長と体重より大きいものの、6~20歳の集団では身長と体重の方が年齢より大きかった。
- 3)6~20歳においてOSI/身長はU字型の変動を、OSI/体重とOSI/(身長×体重)は指数関数的減少変動を示した。21~80歳においては、3者とも概ねプラトリーな変動であったが、OSI/体重は60歳代前半以降、OSI/(身長×体重)は60歳代後半以降において男女差が消失した。これには男子の体重減少が関与していると思われた。

これらのことから、OSIを評価する時に、身長と体重との関連性を深く考慮することの重要性が示された。

参考文献

- 1)骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン作成委員会編集 (代表 折茂 肇) ; 骨粗鬆症の予防と治療ガイドライン 2006年版, ライフサイエンス社, 2006 ,pp.2-3
- 2)佐藤 哲也, 小池 達也; 運動と骨粗鬆症, 診断と治療, 83: pp.907-911, 1995
- 3)沢井 史穂; 運動習慣と骨密度, 体育の科学, 42:pp. 851-856, 1992
- 4)宮尾 益理子, 中村 哲郎; 骨粗鬆症と栄養, 診断

- と治療, 83: pp.912-915, 1995
- 5)広田 孝子, 広田 憲二; 小児・成長期の栄養・運動と骨粗鬆症, 臨床栄養, 81: pp.768-774, 1992
 - 6)美馬 宏夫充; 骨粗鬆症は防げる治せる, 初版, 骨密度検査と骨粗鬆症予防の食事と運動, マキノ出版, 2000, pp.90-129
 - 7)片平 弦一郎, 稲垣 慶正, 辻 正裕, 松井 秀章, 酒井 俊明; SXA法による健常日本人男女の踵骨々密度の検討—青少年期より老年期まで—, 日骨形態誌, 5: pp.109-115, 1995
 - 8)Felson,D.T., Zhang,Y., Hannan,M.T., & Anderson,J.J.; Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women : the Framingham study. J. Bone Miner. Res., 8: pp.567-573, 1993
 - 9)Ravn,P., Cizza,G., Bjamason,N.H., Thompson,D., Daley, M., Wasnich,R.D., Mcclung,M., Hosking, D., Yates,A.J.,& Christiansen,C.; Low body mass index is an important risk factor for low bone mass and increased bone loss in early postmenopausal women. J. Bone Miner. Res.,14: pp.1622- 1627, 1999
 - 10)Reid,I.R., Plank,L.D., & Evans,M.C.; Fat mass is an important determinant of whole body bone density in premenopausal women but not in men. J. Clin. Endocrinol. Metab.,75: pp.779-782, 1992
 - 11)Dalsky,GP.; Effect of exercise on bone : permissive influence of estrogen and calcium. Med. Sci. Sports Exerc.,22: pp.281-285, 1990
 - 12)岡野 亮介, 勝木 建一, 碓井 外幸, 勝木 道夫, 中田 勉, 山口 昌夫; 女性における運動と骨密度—陸上中長距離選手と育児休業女性の場合—, 臨床スポーツ医学, 11: pp.446-450, 1994
 - 13)中村 哲郎, 折茂 肇;骨粗鬆症とカルシウム代謝, 臨床科学, 24: pp.1268-1275, 1988
 - 14)目崎 登, 佐々木 純一; スポーツによる月経障害, 産婦人科の実際, 39: pp.1007-1010, 1990
 - 15)Pocock, N.A., Eisman, J.A., Hopper, J.L., Yeates, M.G,

- Sambrook, P.N., & Eberl, S.; Genetic determinants of bone mass in adults : atwin study. *J. Clin. Invest.*, 80: pp.706-710, 1987
- 16)名和田 新,田中 誠一,高柳 涼一; 骨粗鬆症とステロイドホルモン, 治療と診断, 83: pp.840-846, 1995
- 17)藤田 拓男. 更年期からの女性に多い骨粗鬆症; 初版, 骨粗鬆症になりやすいのはこんな人,主婦の友, 1992, p.51
- 18)萩原 聡,西沢 良記; 薬剤による骨量の変化, 治療と診断, 83: pp.849-852, 1995
- 19)間野 忠明; 自律神経機能に及ぼす微小重力環境の影響—補遺, 自律神経, 46: pp.452-455, 2009
- 20)Theintz, G, Buchs, B., Rizzoli, R., Slosman, D., Clavien, H., Sizonenko, P.C., & Bonjour, J.; Longitudinal monitoring of bone mass accumulation in healthy adolescents : evidence for a marked reduction after 16 years of age at the levels of lumbar spine and femoral neck in female subjects. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 75: pp.1060-1065, 1992
- 21)Young, D., Hopper, J.L., Nowson, C.A., Green, R.M., Sherwin, A.J., Kaymakci, B., Smid, M., Guest, C.S., Larkins, R.G., & Wark, J.D. ;Determinants of bone mass in 10-to-26 year old female : a twin study. *J. Bone Miner. Res.*, 10: pp.558-567, 1995
- 22) McCormick, D.P., Ponder, S.W., Fawcett, H.D., & Palmer, J.L.; Spinal bone mineral density in 335 normal and obese children and adolescents : evidence for ethnic and sex differences. *J. Bone Miner. Res.*, 6: pp.507-513, 1991
- 23)西山 宗六,井元 岳秋,友枝 新一,松倉 誠,松田 一郎,中根 惟武,澤田 芳男,米満 弘之; 小児の骨塩量の正常分布および性ホルモン、運動との関係, 平成 5 年度厚生省心身障害研究 生活環境が子どもの健康や心身の発達におよぼす影響に関する研究, pp.99-102, 1994
- 24)井本 岳秋,高沢 竜一,中根 惟武,米満 弘之,西山 宗六,北野 直子,北野 隆雄,澤田 芳男; 運動と骨量, *CLINICAL CALCIUM*, 5: pp.35-40, 1995
- 25)岡野 亮介; 超音波骨評価装置 AOS-100 による音響的骨評価値の妥当性、信頼性、再現性および測定精度, 萩国際大学論集, 4: pp.107-115, 2002
- 26)Njeh, C.F., Bovin, C.M., & Langton, C.M.; The role of ultrasound in the assessment of osteoporosis : a review. *Osteoporos. Int.*, 7: pp.7-22, 1997
- 27)Nakamura, K., Nashimoto, M., Tsuchiya, Y., Obata, A., Miyanishi, K., & Yamamoto, M.; Vitamin D insufficiency in Japanese college student : a preliminary report. *Int.J. Vitam. Nutr. Res.*, 71: pp.302-305, 2001
- 28)Tsuda-Futami, E., Hans, D., Njeh, C.F., Fuerst, T., Fan, B., Li, J., He, Y.Q., & Genant, H.K.; An evaluation of a new gel-coupled ultrasound device for the quantitative assessment of bone. *Bri.J. Radiol.*, 72: pp.691-700, 1999
- 29)高石 昌弘,樋口 満,小島 武次. からだの発達—身体発達学へのアプローチ; 改訂版, 小・青年期発達の特徵, 大修館, 2002, pp.300-301
- 30) 大学生の健康・スポーツ科学研究会編; 大学生の健康・スポーツ科学, 初版, 現代生活と健康, 道和書院, 2000, pp.3-10
- 31)東京都立大学体力標準値研究会編; 新・日本人の体力標準値 2000, 初版, 体重, 不昧堂, 2000, pp.70-77
- 32)久野 譜也, 勝田 茂, 石津 政雄, 秋間 広; 高齢者における筋量と筋力の低下は加齢によるものか不活動によるものか?, *デサントスポーツ科学*, 19: pp.175-182, 1998
- 33)岡田 泰伸, 赤須 崇, 上田 陽一, 岡田 幸男, 河原 克雅, 菅野 富夫, 倉智 嘉久, 黒澤 美枝子, 桑木 共之, 小西 真人, 佐久間 康夫, 鈴木 裕一, 泰羅 雅登, 多久和 陽, 照井 直人, 福田 康一郎, 前田 信治, 宮本 賢一, 八尾 寛, 矢田 俊彦, 山本 哲朗, 渡辺 修一; *ギャノン生理学*, 原著 22 版, 下垂体, 丸善, 2006, pp.421-434
- 34)本郷 利憲, 廣重 力, 豊田 順一, 小澤 瀨司,

福田 康一郎, 本間 研一, 大森 治紀, 大橋 俊夫;
標準生理学, 第 6 版, 内分泌, 医学書院, 2005,
pp.882-909

The Growth Characteristics and the Sexual Differences of Calcaneus Bone Strength Adjusted for Height and Weight

Ryosuke OKANO

Abstract :

The purpose of this paper is to investigate the growth characteristics and the sexual differences of height, weight, osteo sono-assessment index (OSI) which reflects calcaneus bone strength, and OSI adjusted for height and weight. Healthy subjects (n=2736) of both sexes aged from 6 to 80 yrs participated in this study. In male relative contribution rate of age to OSI was greater than that of each height and weight value to OSI regardless of their ages. In contrast with it, in female, relative contribution rate of age to OSI was much greater than that of each height and weight value to OSI in the group aged from 21 to 80 yrs, while the opposite result was observed in the group aged from 6 to 20 yrs.

OSI/height revealed the concave variation, and OSI/weight as well as OSI/(height × weight) did the exponential decrease with aging in the group aged from 6 to 20 yrs. In the group aged from 21 to 80 yrs three parameters did not reveal the prominent variation with aging, but OSI/weight of their early sixties group and OSI/(height × weight) of their late sixties group revealed no sexual differences of variations, possibly due to the decrease in weight of male.

From these results, the importance for taking the relation of height and weight to OSI into deliberate consideration in evaluating it is indicated.