

# 成人女性における身体組成、骨密度の加齢変化と 身体組成、骨密度間の相関分析

## Change of Body Composition and Bone Mineral Density with Age, and Correlation among Them in Adult Female

藤井 勝紀  
Katsunori Fujii

**ABSTRACT** In the present study, to investigate the tendency of change of body composition and bone mineral density with age is important to evaluate health of adult female. Many cross-sectional studies have been carried out examining the change of body composition and bone mineral density with age. Few cross-sectional studies were reported statistically the tendency of change of them with age. Physique, body composition and bone mineral density (Speed of Sound : SOS) were measured in 71 healthy Japanese women aged 20-39 and 82 female high school students. The tendency of change of physique, body composition and bone mineral density (SOS) with age based on least square approximation polynomial was examined. Furthermore, correlation analysis among them was carried out in 71 women aged 20-39 and 82 female high school students.

### 緒言

近年、成人病の増加にともなって、その予防対策としてフィットネスクラブ施設の利用が流行しているようである。最近では、プチフィットネスといわれるアメリカ合衆国から直接移入された手軽に立ち寄れる、女性専用の短時間エクササイズプログラムを適用したフィットネスクラブが新設された。このような背景には、成人男性では健康志向で利用する場がほとんどであるが、成人女性は健康志向以前にダイエット願望があるようだ。いずれにせよ運動によって体型や身体組成を正常に維持することはある程度必要であろうが、人は加齢による変化が必然的に生起するものであり、老化による体型や身体組成の変化を阻止することはできない。しかし、標準的な加齢変化(老化)を理解することによって、自己の体型や身体組成を正常に維持することは成人病の予防にもつながることである。

松浦(2005)は、身長、体重、BMI、体脂肪量、体脂肪率の加齢変化について、女子の身長は20歳以降一貫して減少傾向が見られ、体重は25歳まで減少傾向が見られ、以後50歳までは増加傾向が見られると述べている。同様に、BMIは40、50歳をピークに漸次増加を示すと述べ、体脂肪量は45歳から50

歳までかなりの増加を示すと述べている。しかし、平成16年度体力・運動能力調査の身長、体重について、20歳以降から80歳までの数値をみると、身長は50歳から低下傾向が顕著になるが、体重は40歳から55歳頃まで少し増加する傾向が示されただけであった。つまり、成人期といわれる20、30歳代では体格の加齢変化はほとんど示されていないと考える方が妥当であろう。この他にも身体組成として筋量、骨量、骨密度があるが、骨量におけるピークボーンマス(最大骨量)は、原ら(1999)、広田ら(1994)(1995)(2001)、中林ら(1997)は女子では15歳頃にピークボーンマスを迎えると報告している。つまり、15歳以後は停滞か減少を示すことになる。骨密度に至っては、中高年の横断的データによる加齢変化は示されているが、それがどのような加齢変化傾向を示すのか、統計的な客観性を示す情報はない。筋量についても、筋力としての加齢変化を示すことはできるが、筋量自体の加齢変化を示す客観的情報は少ない。

そこで、本研究は成人女性として20、30歳代の女性を対象に、体格(身長、体重、BMI)、身体組成(体脂肪量、体脂肪率、骨量、筋量)と骨密度{Bone Mineral Density (BMD) : Speed of Sound (SOS)で表す}の加齢変化について、最小二乗近似法を適用することにより解析し、さらに、身体組成と骨密度(SOS)間の相関分析を実施した。また、女子高校生に対しても同様に体格、身体組成、骨密度(SOS)の測定を行い、

各項目間の相関分析を実施した。相関分析において成人女性の場合、横断的データを扱う関係から加齢変化傾向が認められた項目については、加齢の影響を制御する必要があることに留意されたい。このような解析によって、健全な成人女性における身体組成の加齢変化傾向を把握し、女子高校生における身体組成も含め、骨密度および身体組成間の相互関係の理解を深めることを目的とするとともに、女子高校生、成人女性の身体組成間の相互関係についての基礎資料を提供するものである。

## 方法

### 1、対象

被験者は、浜松市の20歳代から30歳代までの女性71名で、内訳は、20歳代15名、30歳代56名であった。また、愛知県内の某女子高校3年生82名も追加した。被験者には事前に調査および測定の内容を説明し、これに対するインフォームドコンセントを得た。被験者は急性および慢性的の疾患を患っている者はいなかった。

### 2、体格と身体組成

身体成分は、segmental bioelectrical impedance analysis & multi-frequency bioelectrical impedance analysis法によるボディコンポジションアナライザー (InBody 3.2, Biospace) を用いて、体重、total body water(TBW)、筋肉量(Soft lean mass : SLM)、骨量 (Bone mass)、体脂肪率および体脂肪量(Fat mass)を測定した。SLMはタンパク質量を加えて算出され、体脂肪量は体重からSLMおよびミネラル量を減じて算出されている。筋肉量、骨量、体脂肪量は身長の影響を排除するために、すべて身長に対する相対値とした。身長の測定は、タニタ制デジタル身長計を使用した。BMIは体重(kg)を身長(m)の2乗で除して算出した。

### 3、骨密度(SOS値)

骨密度 (Bone mineral density) は超音波測定器(CM-100.elk)を用いて左踵骨で測定した。測定値は超音波透過速度(SOS)で示した。この機器の測定値に対する臨床基準は、日本骨粗鬆学会によって規定されており、標準が1538±33 m/secであり、骨量減少値が1501 m/sec未満、骨粗鬆が1479 m/sec未満とされている。

### 4、解析手法

測定によって得られた20歳から30歳代女性の身長、体重、BMI、骨密度(SOS値)、体脂肪量、体脂肪率、筋肉量、骨量において、先ず加齢変化を検証するために、年齢に対して最小二乗法を適用し、1次の回帰多項式を構成する。基本的に、1次の回帰多項式において回帰の有意性が認められた項目については、2次、3次の回帰多項式を構成する。そして、

最適な次数の多項式を決定する。次に、加齢変化において妥当性が認められた項目については、加齢変化の影響を排除するための推定式を構成する。加齢変化の妥当性が認められなければ、そのままの20歳、30歳代女性の体格、身体組成、骨密度 (骨強度 : SOS値) 間の相関分析を実施する。さらに、女子高校生に関して、同様に身体組成間の相関分析を実施する。

## 結果

### 1、最小二乗法による成人女性の体格、身体組成、骨密度の加齢変化の検証

Fig 1からFig7は、成人女性の体格、身体組成、骨密度の加齢変化について、最小二乗近似により加齢変化傾向を解析した結果である。このグラフには一次の回帰多項式が示されているが、便宜的な目安として成人女性における年齢と各項目間の相関係数を算出してある。これによるとすべての項目間で有意性は認められなかった。このことはグラフにおける一次の回帰多項式の有効性が認められなかったことを意味する。ただ、Fig 7に示された骨密度(SOS)においては、有意性こそ認められなかったが、グラフの様子から若干の加齢変化傾向が伺える。さらに、Table 1は年齢と各項目間の決定係数を示したものだが、これから判断してもすべての項目について加齢変化傾向の妥当性は認められなかった。

これらのことから、成人以降40歳までは体格、身体組成はあまり大きな変化がないと考えられる。平成16年度体力・運動能力調査の身長、体重をみても、40歳を過ぎた50歳頃に変化を示す。恐らく40歳を過ぎて50歳頃に加齢変化が示されるのであろう。身体組成についても同様に考えられよう。しかし、骨密度(SOS)については若干加齢変化傾向が伺え、さらに40、50歳代のデータの解析が待たれるところである。

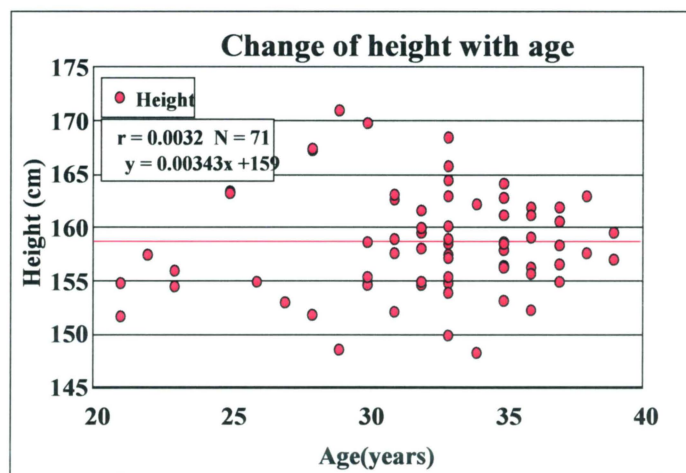


Fig 1 Change of height with age by least square approximation (linear polynomial)



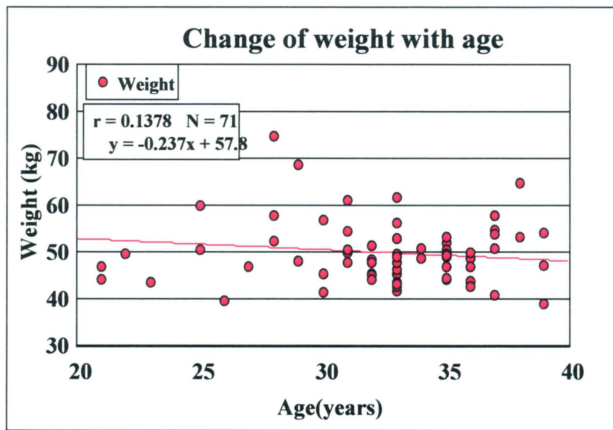


Fig 2 Change of weight with age by least square approximation (linear polynomial)

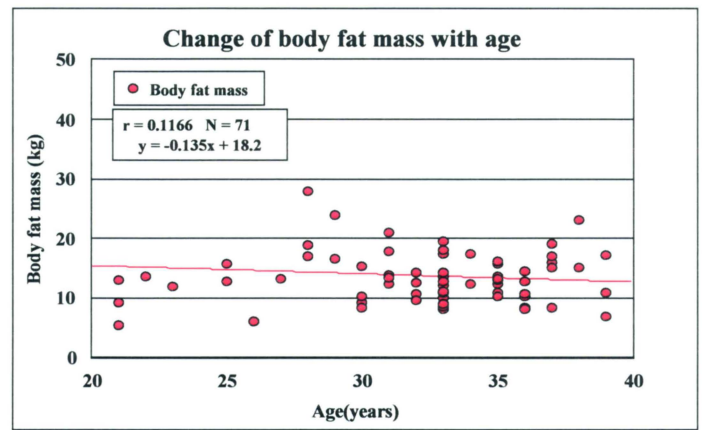


Fig 5 Change of body fat mass with age by least square approximation (linear polynomial)

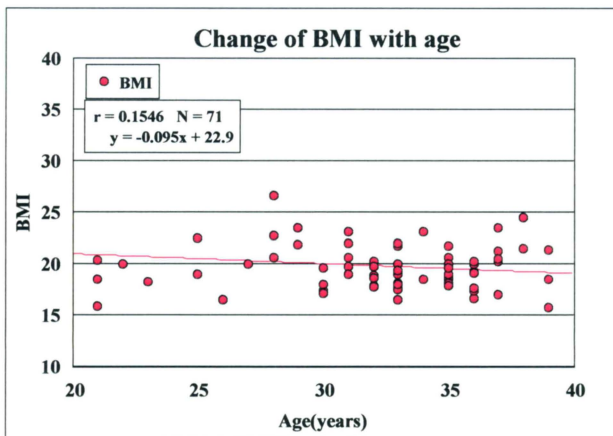


Fig 3 Change of BMI with age by least square approximation (linear polynomial)

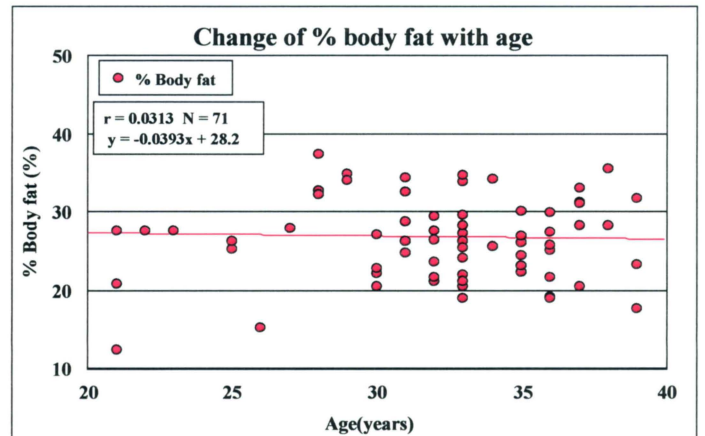


Fig 6 Change of %body fat with age by least square approximation (linear polynomial)

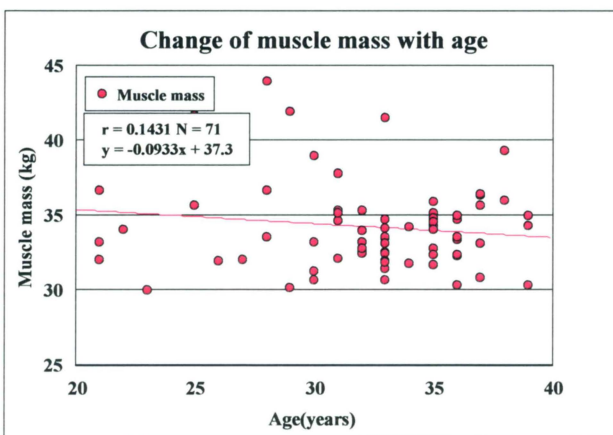


Fig 4 Change of muscle mass with age by least square approximation (linear polynomial)

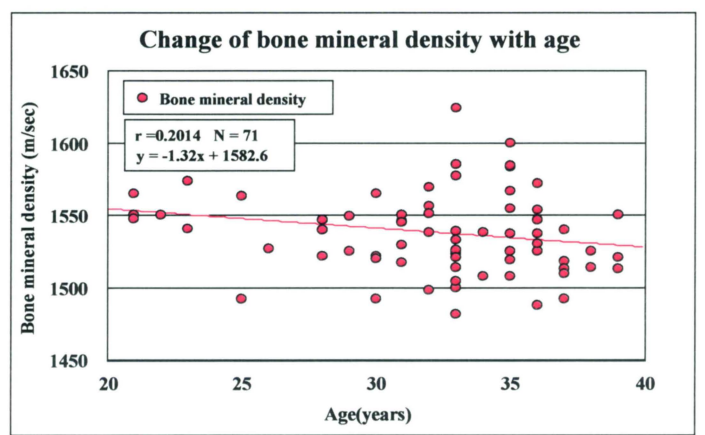


Fig 7 Change of bone mineral density with age by least square approximation (linear polynomial)

Table 1 成人女性と女子高校生の体格、身体組成と骨密度との相関

	全体	20代
<b>身長</b>		
体重	0.4241**	0.4297**
BMI	0.0116	0.0465
骨量	0.6915**	0.7362**
筋肉量	0.7091**	0.7591**
体脂肪量	0.1933	0.1889
体脂肪率	0.0184	0.0127
骨密度	0.1104	0.2286
<b>BMI</b>		
体脂肪量	0.9625**	0.974**
体脂肪率	0.8995**	0.903**
<b>骨密度</b>		
体重	0.0597	0.1388
体脂肪量	0.0641	0.1698
体脂肪率	0.0456	0.1579
骨量	0.0387	0.0435
筋肉量	0.0395	0.0525
	30代	高校女子
<b>身長</b>		
体重	0.4527**	0.4740**
BMI	0.0352	(-)0.0439
骨量	0.6863**	(-)
筋肉量	0.7049**	0.7518**
体脂肪量	0.2083	0.0841
体脂肪率	0.0386	(-)0.2204
骨密度	0.0696	(-)0.1018
<b>BMI</b>		
体脂肪量	0.9397**	0.8756**
体脂肪率	0.9108**	0.6544**
<b>骨密度</b>		
体重	0.0673	(-)0.1444
体脂肪量	0.0776	(-)0.2216
体脂肪率	0.0554	(-)0.2227
骨量	0.0297	(-)
筋肉量	0.0374	(-)0.0827

## 2、女子高校生、成人女性の体格、身体組成、骨密度間の相関分析

20、30歳代の成人女性の体格、身体組成、骨密度(SOS)における加齢変化の妥当性は認められなかったため、加齢変化の影響を考慮する必要がない。したがって、測定で得られたままの体格、身体組成、骨密度(SOS)間の相関分析を実施した結果、Table 1に示したとおりである。まず、身長と各項目間の相関をみると、体重、骨量、筋量との間に有意な相関が示されたが、BMI、体脂肪量、体脂肪率、骨密度(SOS)との間には有意な相関は示されなかった。次に、BMIと体脂肪量、体脂肪率との間には有意に高い相関が認められた。さらに、骨密度(SOS)と体重、体脂肪量、体脂肪率、骨量、筋量との間には全く有意な相関は認められなかった。これらのことから、身長と体重との有意な相関は当然であるが、しかし、 $r=0.4241$ はむしろ低いと考えられ、成人以降では体重に対して、あまり身長の影響がないことが推測される。身長と骨量、筋量との中程度の相関は妥当な結果と考えられる。身長と体脂肪量、体脂肪率、BMI、骨密度(SOS)との相関の有意性が認められなかった点については、当然妥当な見解であると考えられる。また、女子高校生についても身体組成間の相関分析を実施した結果、成人女性と同様の傾向が導かれた。

BMIと体脂肪量、体脂肪率との有意な相関について、特に体脂肪量との間で $r=0.9625$ は非常に高い相関を示していると考えられる。女子高校生においても、この両者の相関はそれほど高くなく、 $r=0.88$ 程度である。つまり、成人以降では体脂肪量をBMIで判断することが十分可能であることを意味する。最後に、骨密度(SOS)と体重、体脂肪量、体脂肪率、骨量、筋量との間に有意な相関が認められなかった点について、成人以降では骨密度(SOS)に対して体格や身体組成の影響はないことを示唆している。このような傾向は、女子高校生の年齢が17歳から18歳であることを考慮すれば、高校3年頃から身体組成の加齢変化はあまり認められないと推測される。そして、身体組成間の相互関係についても高校3年から40歳頃まではあまり変化がないと推測される。

## 考 察

20歳代から30歳代までの成人女性における身体組成および骨密度(SOS値)の加齢変化傾向を検討した結果、加齢変化の傾向は認められなかった。しかし骨密度について、斎藤ら(2006)によれば、加齢変化の概観としては骨密度(SOS値)の減少傾向が示されたと報告している。この減少傾向は年齢と骨密度(SOS値)との関係を一次の最小二乗近似多項式によって判断した結果である。これはデータに40歳代を含めている結果と考えられる。例えば中林ら<sup>12)</sup>は、腰椎、大腿骨頸部、全身の骨密度( $g/cm^2$ )の加齢変化を10歳から70歳まで示しており、大腿骨頸部は20歳を過ぎると明らかな減少傾向に転じるが、腰椎、全身では40歳頃までは停滞を示し、40歳を過ぎる



と減少に転じると報告している。よって本研究では、20歳代から30歳代までのスパンにおけるSOS値の加齢変化であるために、骨密度(SOS値)の加齢変化が示されなかったのではないかと推測される。身体組成が40歳まで加齢変化を示さなかったのは、まだそれほど形態や身体組成間の変化が現れていないことを意味すると考えられる。鈴木ら(1996)は、20歳から76歳までの健康な女性を運動群と非運動群に分けてその体重と身体組成の加齢変化を検討しているが、両群において加齢変化と運動習慣との有無の差は明確ではなかったと報告している。つまり身体組成の明確な加齢変化は示されていないといえる。しかし、松浦(2005)は、女子の身長は20歳以降一貫して減少傾向が見られ、体重は25歳まで減少傾向が見られ、以後50歳までは増加傾向が見られ、さらに、BMIは40、50歳をピークに漸次増加を示し、体脂肪量は45歳から50歳までかなりの増加を示すと述べている。ここで松浦(2005)の報告を含めて考えれば、20歳、30歳代では形態の顕著な変化は認められないと考えられ、身体組成については40歳を過ぎてから変化が認められるものと推測される。

このように、高校女子を含めた成人女性の骨密度(SOS値)については、若干の加齢変化傾向が示されたようであるが、身体組成の加齢変化は認められなかった。したがって、加齢の影響を考慮せずに骨密度を含めた体格、身体組成間の相関分析を行った結果、身長と他の身体組成との相関は体重、骨量、筋肉量との間に有意性が認められたが、BMI、体脂肪量、体脂肪率、骨密度との間には認められなかった。このような相関の傾向が身長と体重の相関においてあまり高い数値を示さなかった要因と考えられる。この傾向は高校女子も同様であった。次に、BMIと体脂肪量、体脂肪率との相関は、特に体脂肪量との間で成人女性では $r=0.96$ 程度で非常に高かったが、高校女子では $r=0.88$ 程度と若干低かった。体脂肪率では成人女性が $r=0.9$ 程度に対して、高校女子では $r=0.65$ 程度と幾分か低くなっているのが特徴である。このことは、成人女性においてはBMIによって体脂肪量のある程度推定できるわけで、BMIの指標が脂肪性の肥満を判定できる有効性を示すものと考えられる。しかし、服部(2006)も指摘しているように、発育期と成人以降のBMIの構図は異なるために、一概に高校女子と成人期女性のBMIの有効性を比較できない。最後に、骨密度と体重、骨量、筋肉量、体脂肪量、体脂肪率との相関については、高校女子、成人女性とも有意な相関は認められなかった。骨密度と身体組成との相関関係について多くの情報が得られないために、これ以上言及することは差し控えるが、恐らく骨密度と身体組成との因果関係は見いだされないと考えた方が妥当であろう。

## 参考文献

- 1)松浦義行(2005)：身体的発育発達論序説，不昧堂出版，東京。
- 2)原みずほ，広田孝子，木藤由紀子，城川法子，松田みどり，細川麻美，広田憲二(1999)：ユストエフェクティブネスを考えた女子生徒を対象とした骨粗鬆症の予防のための栄養および生活指導のあり方，*Osteoporosis Japan*, 7, 61-65.
- 3) 広田孝子，広田憲二(2001)：骨粗鬆症の一次予防—青少年に対する栄養・運動教育の重要性—，*Osteoporosis Japan*, 9, 53-56.
- 4)広田孝子，城谷万希子，木藤由紀子，藤木雅美，中林朋子，甲村弘子，広田憲二(1994)：思春期・青年期(女子)における腰椎ならびに大腿骨近位位置部の骨密度値に影響を及ぼす因子について，*Osteoporosis Japan*, 2, 51-52.
- 5)広田孝子，木藤由紀子，城川法子，山西佐智美，中林朋子，藤木雅美，安達綱三郎，広田憲二(1995)：思春期におけるlongitudinal studyによる骨量増加の検討，*Osteoporosis Japan*, 3, 632-636.
- 6)中林朋子，広田孝子，山西佐智美，城川法子，武田ひとみ，広田憲二(1997)：骨密度上昇期，維持期，減少期における腰椎・大腿骨近位部・全身骨への影響因子の相違，*Osteoporosis Japan*, 5, 115-120.
- 7)鈴木政登，清水桃子，河辺典子，高尾匡，町田勝彦，川上憲司(1996)健康女性の最大酸素摂取量，血清脂質，体組成，骨密度の加齢変化および習慣的運動の影響，*体力科学*, 45, 329-344.
- 8)斎藤由美，藤井勝紀，穉丸武臣，花井忠征(2006)成人女性における骨密度(SOS)の加齢変化傾向の模索的検証—最小二乗近似多項式による解析—，*教育医学*, 52, 75-76.
- 9)服部恒明(2006)発育期のBody Mass Indexと身体組成，*体育学研究*, 51, 435-446.

(受理 平成19年3月19日)