

## 身体組成の加齢に伴う推移 : DXA 法による検討

金 憲 経<sup>1)</sup> 田中喜代次<sup>2)</sup>  
天 貝 均<sup>3)</sup> 鈴木隆雄<sup>1)</sup>

### Age-related changes of body composition by dual-energy X-ray absorptiometry in Japanese men and women

Hunkyung Kim<sup>1</sup>, Kiyoji Tanaka<sup>2</sup>,  
Hitoshi Amagai<sup>3</sup> and Takao Suzuki<sup>1</sup>

#### Abstract

Age-related changes in body composition, namely a decrease in fat-free mass (FFM) and bone mineral content (BMC) and a reciprocal increase in fat mass, are often observed in general populations. Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) makes it possible to analyze BMC, bone-free lean tissue mass (LTM), and fat mass more precisely and easily. To examine the changes in body composition with advancing age, percent body fat (%fat), BMC, LTM, and fat mass were measured in 79 adult men (48.8±19.9 yr) and 134 adult women (50.8±19.3 yr) using DXA (Lunar DPX-L). The subjects were divided into 7 subgroups according to chronological age. The highest %fat was 22.3±5.4% (70-79 yr) in men, and 32.4±7.1% (60-69 yr) in women. The mean peak BMC was observed at the age of 20-29 years in both men and women, being 3.3±0.5 kg and 2.6±0.3 kg respectively. Fat mass and %fat increased significantly ( $P<0.05$ ) from age 20 (21.7±3.9%) to age 60 (32.4±7.1%), and then decreased in women. Fat mass and %fat gradually increased ( $P<0.05$ ) with advancing age, but not to a significant extent in men. BMC and LTM decreased significantly with advancing age in both sexes. The cumulative loss of mean BMC was greater in women than in men, but LTM showed an inverse trend. Characteristic changes in body composition associated with age in the region of the arms, legs and trunk varied considerably among body components. The mean fat mass of the arms and trunk was significantly larger at age 50-60 than at age 20 in women. The mean LTM of the legs decreased significantly with advancing age, but not in the arms and trunk. The fat mass and LTM of the trunk were higher than those of the arms and legs. However, BMC of the legs was higher than that of the trunk and arms in men, but similar in women. These results suggest that age- and gender-related differences in body components do exist in Japanese men and women.

**Key words:** body composition, bone mineral content, age-related changes, dual-energy X-ray absorptiometry

(Japan J. Phys. Educ. 44: 500-509, November, 1999)

- 1) 東京都老人総合研究所疫学部門  
〒173-0015 東京都板橋区栄町35-2
- 2) 筑波大学体育科学系  
〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1
- 3) 筑波技術短期大学理学療法学科  
〒305-0821 茨城県つくば市春日 4-12-7

1. Department of Epidemiology, Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology, 35-2 Sakaecho, Itabashi, Tokyo 173-0015, Japan
2. Institute of Health and Sport Sciences, and Center for Tsukuba Advanced Research Alliance (TARA), University of Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8574
3. Department of Physical Therapy, Tsukuba College of Technology, 4-12-7 Kasuga, Tsukuba, Ibaraki 305-0821

キーワード：身体組成，骨塩量，加齢，DXA 法

## I. 緒 言

人間の諸機能は環境との相互作用を効率よく行い個体に属する潜在能力が最大限に発揮できる方向に変化していく。しかし，中年期を過ぎると適応能力の低下ないしは喪失が増える。身体組成は，多くの生物学的ベクトルの集結として変化する生体の動的平衡を反映するものとして重要であるといえよう。身体組成の構成要素である体脂肪や除脂肪組織量 (fat-free mass: FFM) は，各種生理学的指標の基になるのみではなくて骨密度との関連も高いことが指摘されている (Aloia et al., 1995; Reid et al., 1992)。過剰脂肪は冠動脈疾患，糖尿病，高血圧などの生活習慣病の危険因子として健康を害する要素になる (Banerji et al., 1999; Mark et al., 1999)。したがって，身体組成は個々人の健康の維持や増進に欠かせない重要な要因として挙げられる。生体における重要な役目を担っている脂肪や FFM は，加齢や発育，成熟，疾病によって変化する (Bemben et al., 1995; Wang et al., 1994) と同時に，身体活動や栄養摂取状態などのライフスタイルの影響を強く受けている (Brown & Jones, 1977; Gazzaniga & Burns, 1993; Kohrt et al., 1992)。この観点から，身体組成の変化に影響する生活要因の検討も非常に重要な研究領域であろう。しかし，本研究では加齢とともに変化する身体組成の特徴を明らかにすることに焦点を当てて分析した。

身体組成の加齢変化について検討した先行研究によると，中年期における体重が増加するケースでは体脂肪の増加が大きく関与する (Hassager et al., 1986; 福永・金久, 1990; 北川, 1985) とともに体脂肪が体幹部に集中する中心化傾向が見られる (Borkan et al., 1977; Poehlman et al., 1995; Schwartz et al., 1990)。高齢期で体重が減少するケースでは体脂肪よりも FFM の減少によるものである (Frontera et al., 1991; Flynn et al., 1989) との指摘，FFM は変化しないが体脂肪が変化する (Bemben et al., 1995) との結果が報告

されている。とくに，Forbes ら (1976) は加齢に伴う FFM の変化について縦断的な資料に基づいて分析したところ，男性は 0.34 kg/yr，女性では 0.22 kg/yr 減少することを見出し，加齢に伴う FFM の変化が真の老化現象を表す指標になると強調した。

これらの先行研究は，体脂肪と FFM の変化を中心に検討したものが主である。体を支える柱として運動器官，内蔵の保護，カルシウムの貯蔵などの役目を有する骨は安全かつ円滑な日常生活の営為と密接な関連があるので，加齢とともに変化する骨情報を加えることは重要であろう。しかし，身体組成の研究で骨塩量 (bone mineral content: BMC) の情報を入れて総合的に検討した研究が十分とは言えない。また，先行研究のほとんどは諸外国人に関する結果であり (Aloia et al., 1995; Nuti et al., 1995; Worsfold et al., 1999)，日本人に対する検討は限られている (Tsunenari et al., 1993)。Tsunenari et al. (1993) は，男女の対象者を若者，中年，高齢の 3 群に分けて，BMC, FFM, 体脂肪を比較した。その結果，中年期の体重の増加には体脂肪の増加が大きく関与すると報告した。これに加えてより詳細な検討が必要であるといえよう。

以上のことを踏まえて，日本人成人男女の加齢に伴う身体組成の変化推移を詳細に検討するために，次の 2 点を目的とした。体脂肪率，BMC, LTM, 体脂肪の推移について男女別に検討する。腕，体幹，脚における BMC, LTM, 体脂肪の推移を男女別に検討する。

## II. 方 法

### 1. 対象者

対象者を募集するために，研究の趣旨や目的，測定方法などを詳細に説明した印刷物を広範囲の地域住民に配った。この趣旨に応じて茨城県つくば市，土浦市，牛久市，水戸市，取手市，北相馬郡，稲敷郡，筑波郡などの地域から自発的に参加した 20～88 歳の成人男性 79 名，女性 134 名 (合計 213 名) の無作為集団が本研究の対象者である。参加者は測定前に本人の同意を得て医者が測定を

認めた者のみである。待ち時間を利用して参加者の運動習慣、既往病歴、月経の有無などについての質問調査を行った。女性の場合、月経がある者が63名、閉経した者が62名、月経があつたりなかった者が9名であった。

## 2. 測定項目

### ① 形態

身長は、身長計を利用した。被験者ははだして踵、臀部、背部、後頭部を尺柱につけ、自然な直立姿勢をとらせ、0.1 cm 単位で計測した。

体重は、体重計を利用して計測した。しかし、体重計による体重値と二重エネルギー X 線吸収法 (dual energy X-ray absorptiometry: DXA) に基づく装置 (ルナ社製 DPX-L) を利用して求めた「骨塩量 (bone mineral content: BMC), 体脂肪 (fat mass: FM), 全体より BMC と FM を除いた組織量 (bone-free lean tissue mass: LTM)」の合計値 (体重と等しい) との間に若干の差が生じた。男性「体重計:  $65.7 \pm 8.2$  kg, DXA 法:  $65.8 \pm 8.5$  kg」, 女性「体重計:  $54.2 \pm 8.2$  kg, DXA 法:  $54.0 \pm 8.2$  kg」であった。そこで、体重計による体重値を利用した場合、 $\text{体重} = \text{BMC} + \text{Fat mass} + \text{LTM}$  (図 2) の関係が完全には成立しないことから、DXA 法による体重値を採用した。DXA 法による体重と体重計による体重との相関は、本研究の場合、男性で  $r=0.98$ , 女性で  $r=0.99$  であった。Going et al. (1993) は、両者の間に  $r=0.99$  の高い相関であると報告した。

### ② 身体組成

身体組成の測定は、高エネルギー (80–100 keV) と低エネルギー (40–50 keV) の線質の異なる 2 つの X 線が組織を透過するとき、吸収と散乱による減衰の特性が 2 つの X 線間で異なることを利用する DXA 法を利用して、BMC, FM, LTM を測定した。本研究で採用したルナ社製の DPX-L は、骨塩量の測定機の中で代表的な機種としてその妥当性が認められている (Mazess et al., 1990)。身体組成を評価する DXA 法の精度については、動物実験から得られた成果が報告されている。DXA 法による測定値と動物の死体分

析値を比較した結果、脂肪と FFM で  $r=0.98-0.99$  の相関が見られ、その精度の高いことが認められている (Pintauro et al., 1996; Svendsen et al., 1993)。測定に際しては被験者が身につけている金属類を全て外させ、被験者を測定ベッドに横たわらせた。測定は、全身スキンの Fast Mode で行った。

## 3. 資料処理

① 各変数の平均値と標準偏差を求めた。

② 年齢群間の有意差を検定するために、二元配置分散分析を行い、有意差が認められた項目についての多重比較は Tukey 法より検定した。

③ 統計学的な有意水準は 5% とした。

## Ⅲ. 結 果

成人男女における各年代別の測定項目の平均値と標準偏差を Table 1 に示した。男性の場合、体脂肪率と体脂肪の 2 項目では各年代間で有意差が見られなかったが、身長、体重、BMC, LTM, FFM の差は有意 ( $P < 0.05$ ) であった。女性では、全項目の差が有意 ( $P < 0.05$ ) であった。

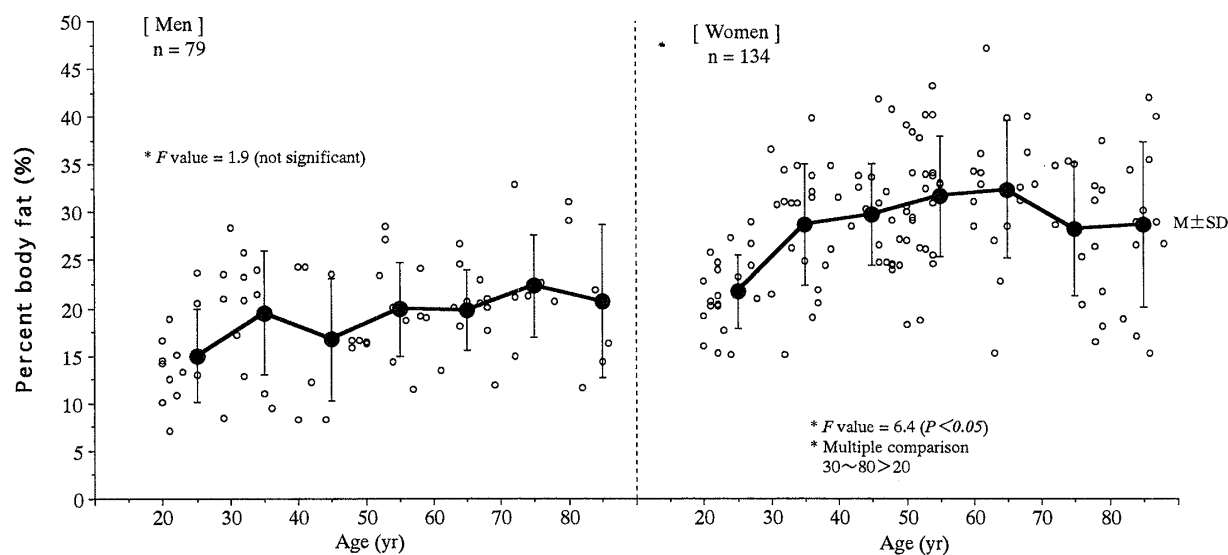
体脂肪率の加齢に伴う推移を検討するために、Fig. 1 に年齢に対する各個人の値および各年代別の平均値を示した。男性では緩やかに増加する傾向であるが、有意な変化ではなかった。女性では 20 歳代から 60 歳代で増加、60 歳代から 70 歳代にかけて減少、70 歳代と 80 歳代ではほぼ一定の値を示した。女性における 20 歳代から 30 歳代にかけての変化は統計学的に有意 ( $P < 0.05$ ) であり、30 歳代–80 歳代の体脂肪率は 20 歳代の値より有意に高水準であった。

男女別に体重およびそれを構成する LTM, BMC, 体脂肪の加齢に伴う推移を検討したのが Fig. 2 である。男性における体重は 20 歳代から 70 歳代では緩やかに低下するが、80 歳で顕著に低下し、20 歳代で  $71.9 \pm 7.2$  kg と最高値を、80 歳代で  $54.5 \pm 5.9$  kg と最低値を示した。LTM は、30 歳代 ( $51.9 \pm 5.1$  kg)–40 歳代 ( $52.7 \pm 6.4$  kg) で変化が少ないものの 20 歳代 ( $57.8 \pm 6.2$  kg) から 80 歳代 ( $41.1 \pm 4.9$  kg) にかけて低下し

**Table 1** Descriptive statistics for 8 variables in men and women

Sex	Variable	Age group (yr)							F value
		20~29	30~39	40~49	50~59	60~69	70~79	80~	
Men	Number of subjects	18	11	10	14	13	7	6	
	Age (yr)	23.2±3.2	33.1±2.0	44.1± 3.4	54.2±3.1	65.8±2.5	74.3±2.4	82.8±2.6	621.1*
	Height (cm)	171.9±6.2	170.6±4.9	171.0± 5.6	165.3±4.4	162.5±3.8	161.5±5.9	159.7±4.5	9.9*
	Weight (kg)	71.9±7.2	68.4±7.6	67.0±11.1	64.3±6.4	63.8±6.7	61.6±4.6	54.5±5.9	5.3*
	%fat (%)	15.0±4.9	19.5±6.5	16.7± 6.4	19.9±4.9	19.8±4.2	22.3±5.4	20.7±8.0	1.9
	Fat mass (kg)	10.8±3.8	13.5±5.1	11.6± 6.0	13.0±4.0	12.8±3.8	13.9±4.2	11.4±4.7	0.8
	BMC (kg)	3.3±0.5	3.0±0.5	2.7± 0.5	2.7±0.3	2.8±0.4	2.5±0.5	2.0±0.7	6.6*
	LTM (kg)	57.8±6.2	51.9±5.1	52.7± 6.4	48.6±4.0	48.2±3.6	45.2±2.9	41.1±4.9	12.2*
FFM (kg)	61.1±6.7	54.9±5.5	55.4± 6.9	51.3±4.1	51.0±3.8	47.7±3.4	43.1±5.5	12.0*	
Women	Number of subjects	21	22	20	27	18	14	12	
	Age (yr)	22.9±2.5	34.6±2.7	45.7± 2.8	52.3±1.7	63.6±3.2	76.6±2.5	85.2±1.8	1312.9*
	Height (cm)	160.0±6.1	157.4±5.4	156.3± 4.9	154.3±4.5	151.5±4.2	145.8±2.6	141.9±5.0	27.4*
	Weight (kg)	53.0±5.7	55.7±8.9	57.4± 8.0	58.1±7.1	55.2±6.4	46.5±7.0	45.1±6.1	8.1*
	%fat (%)	21.7±3.9	28.7±6.4	29.8± 5.3	31.7±6.3	32.4±7.1	28.3±6.9	28.7±8.6	6.4*
	Fat mass (kg)	11.5±2.3	16.3±5.8	17.4± 5.1	18.7±5.5	18.2±5.7	13.5±4.9	13.4±5.5	5.8*
	BMC (kg)	2.6±0.3	2.4±0.3	2.5± 0.3	2.3±0.3	1.9±0.3	1.5±0.2	1.5±0.3	37.4*
	LTM (kg)	38.9±4.8	36.9±4.3	37.6± 4.2	37.2±3.9	35.1±2.8	31.5±2.9	30.2±2.2	11.0*
FFM (kg)	41.5±5.1	39.3±4.5	40.1± 4.5	39.5±4.1	37.0±3.1	33.0±3.1	31.7±2.3	12.8*	

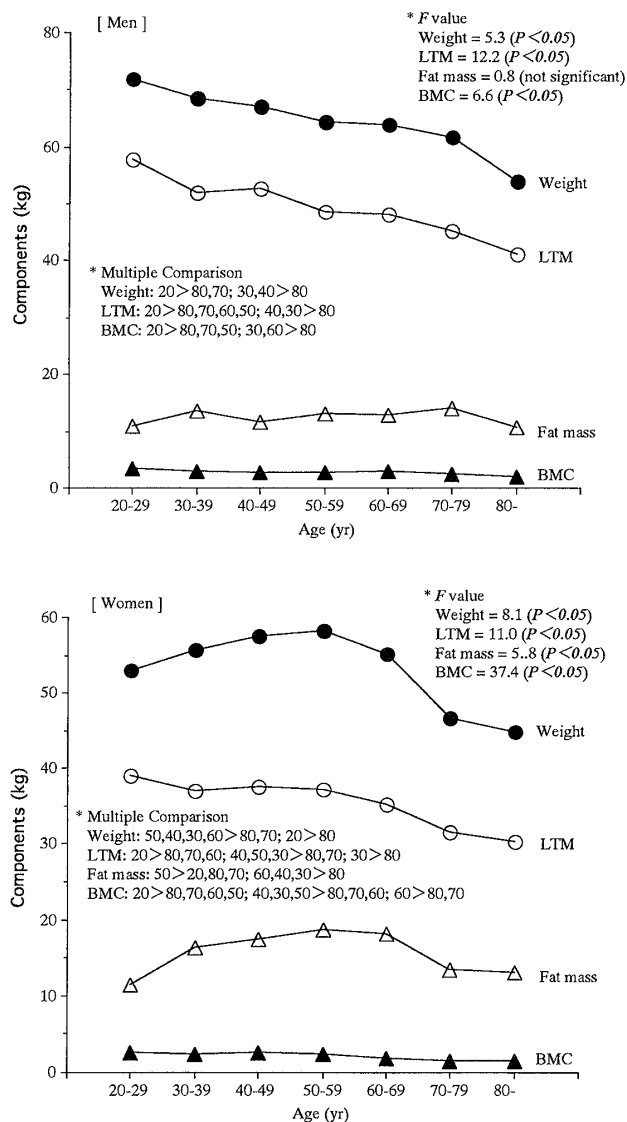
BMC=bone mineral content, LTM=bone-free lean tissue mass, FFM=fat-free mass

\* $P < 0.05$ **Fig. 1** Individual values and  $M \pm SD$  of percent body fat in Japanese men and women.

た．体脂肪は $11.4 \pm 4.7$  kg (80歳代)– $13.9 \pm 4.2$  kg (70歳代)の範囲であるが，年齢群間で有意差はなかった．BMCは20歳代 ( $3.3 \pm 0.5$  kg)–80

歳代 ( $2.0 \pm 0.7$  kg) で有意 ( $P < 0.05$ ) に低下した．

女性における体重は20歳代 ( $53.0 \pm 5.7$  kg) か



**Fig. 2** Changes of body composition components with advancing age in Japanese men and women.

ら50歳代 ( $58.1 \pm 7.1$  kg) で増加するが、それ以降で低下し、50歳代で最高値を、80歳代で  $45.1 \pm 6.1$  kg と最低値であった。LTM と BMC は20歳代から80歳代にかけて低下が見られた。体脂肪は、20歳代 ( $11.5 \pm 2.3$  kg) から50歳代 ( $18.7 \pm 5.5$  kg) で増加するが、50歳代と60歳代 ( $18.2 \pm 5.7$  kg) の間、70歳代 ( $13.5 \pm 4.9$  kg) と80歳代 ( $13.4 \pm 5.5$  kg) の間でそれぞれ類似する値であった。20歳代から30歳代では平均値で4.8 kg 増加、60歳代から70歳代では平均値で4.7 kg 減

少した。

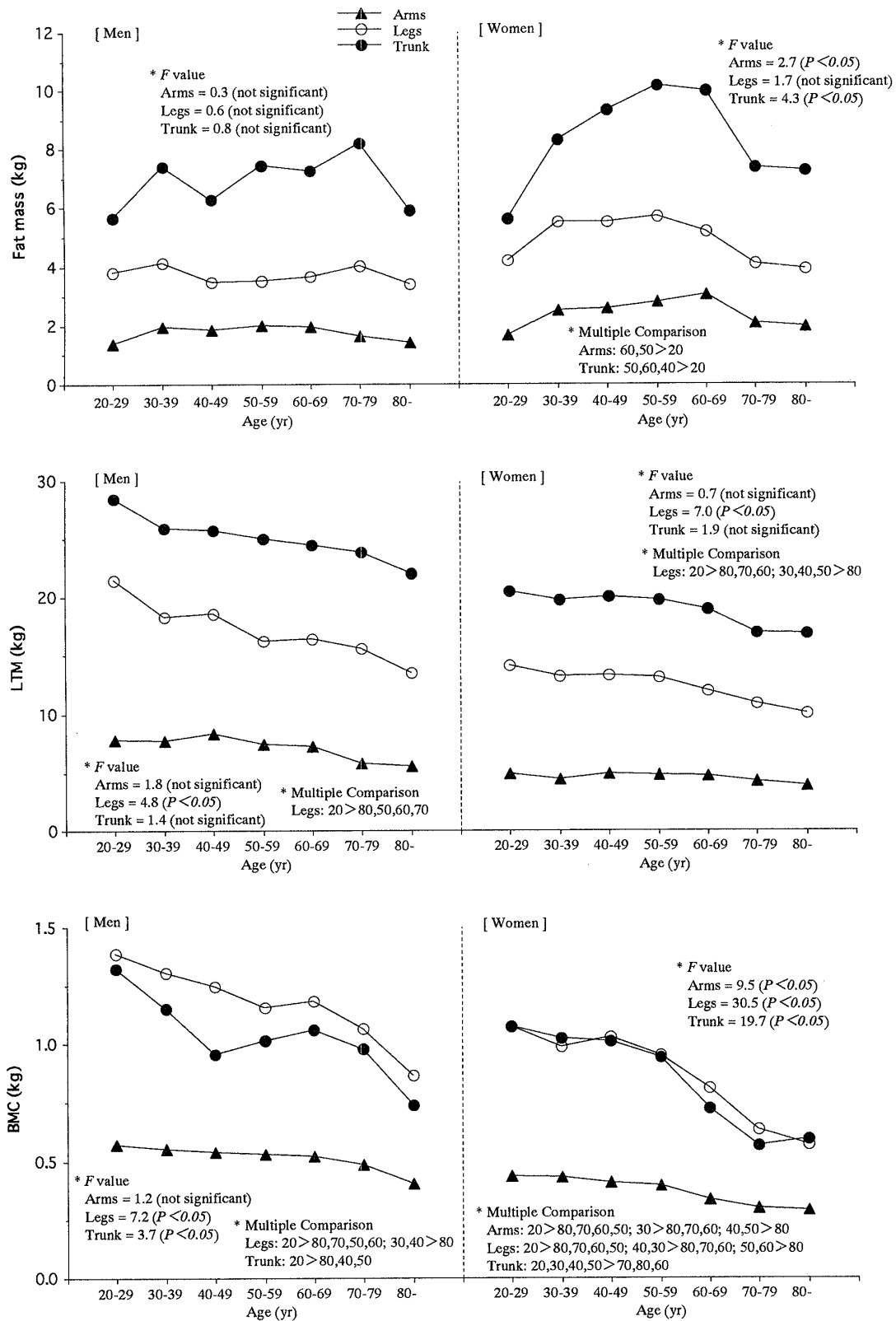
身体組成の各要素（体脂肪、LTM、BMC）について腕、体幹、脚に分けて各年代間の変化を男女別に検討した (Fig. 3)。体脂肪は、男性では腕、体幹、脚ともに年代間で有意な差が見られなかった。女性の場合、脚では有意な差が見られなかったが、体幹では40・50・60歳代が20歳代より、腕では50・60歳代が20歳代より有意 ( $P < 0.05$ ) な高値を示した。LTM は、男女ともに脚で有意差 ( $P < 0.05$ ) が見られ、男性では20歳代が50-80歳代より、女性では20歳代が60-80歳代より、30-50歳代が80歳代より高値であった。BMC は、男性では脚と体幹で、女性では腕、体幹、脚で有意差 ( $P < 0.05$ ) が見られた。男性の場合、脚で20歳代が50-80歳代より、30・40歳代が80歳代より高値を、体幹で20歳代が40・50・80歳代より高値を示した。女性の場合、腕で20歳代が50-80歳代より、30歳代が60-80歳代より、40・50歳代が80歳代より高値を、脚で20歳代が50-80歳代、30・40歳代が60-80歳代、50・60歳代が80歳代より高値を、体幹で20-50歳代が60-80歳代より高値を示した。

#### IV. 考 察

横断的資料に基づいて身体組成の加齢に伴う変化パターンについて検討した本研究の成果は、次の2点に集約できると思われる。まずは体重の変化に対するLTM、体脂肪、BMCの変化がどのように関わっているかに関する分析結果である。2番目は、身体組成の各要素の変化について腕、体幹、脚に分けて検討した点であろう。

加齢に伴う成人の身体組成の変化については、多くの研究者によって報告されている。Fig. 4には本研究で得た体脂肪率の変化と先行研究の結果をまとめて示した。

体脂肪率の加齢に伴う変化推移に関する男性の報告をまとめると必ずしも一致した見解ではなかった。同一アメリカ人を対象と、1960年代に報告した Norris et al. (希釈法, 1963) は50歳代に最大値を示すものの年齢間に大きな差がみられなかったとの結果を、Myher & Kessler (カリウム



**Fig. 3** Changes of arms, legs and trunk at each body composition component with advancing age in Japanese men and women.

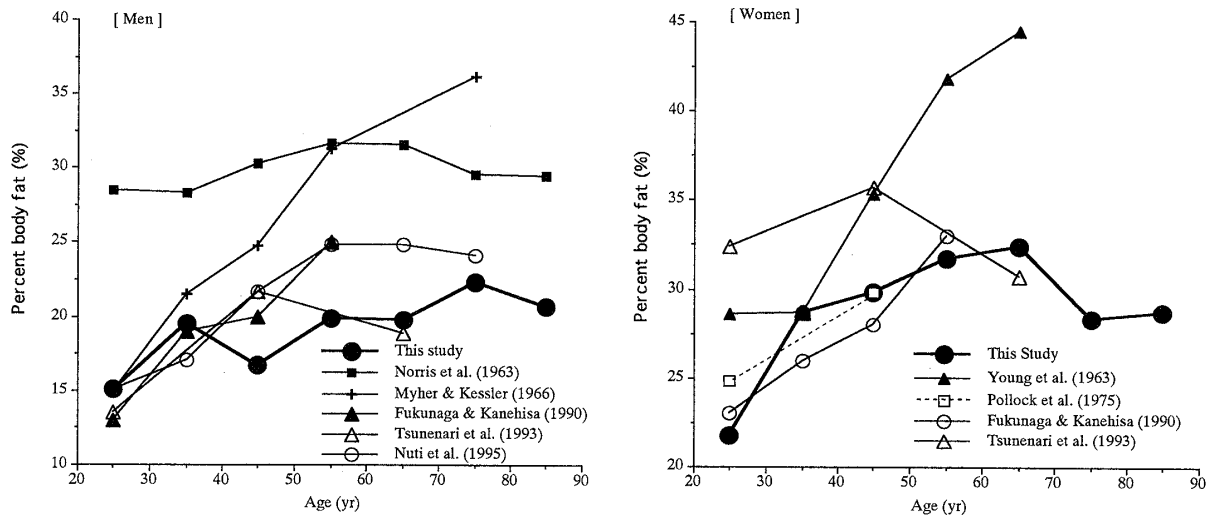


Fig. 4 Comparison of %fat with advancing age between this study and previously reported study.

法, 1966) は20歳代から70歳で大きく増加する傾向にあるとの異なる結果を報告した. Nuti et al. (DXA-Lunar DPX: イタリア人, 1995) は50歳代までは増加するが, その後では一定値を保つ傾向であると指摘した. 福永・金久 (密度法: 日本人, 1990) も Nuti et al. (1995) と同様に50歳代まで増加すると報告しているがその後の傾向についての推測はできない資料であった. 本研究では, 全体的には70歳代まで増加する傾向にあると見えるがその増加は統計学的に有意なものではなかった. 先行研究の結果を総合すると, 加齢とともに有意に増加する傾向, 変化は見えるがその量が有意ではないとの異なる結果である. このように相違する結果は, 分析に用いた被験者の特性や採用した分析法の違いによるものであろう. つまり, 母集団を代表する標本から得た結果よりも集団特異性が強い標本から得た結果からであると推測できる. 本研究の結果も制限の多い被験者から得た傾向であることを認めたいうえで解釈すると, Norris et al. (1963) や Tsunenari et al. (DXA法-Norland XR-26: 日本人, 1993) の報告と同様に変化は見えるがその変化は有意なものではないといえよう.

女性に対する検討をまとめると, Young et al. (密度法: アメリカ人, 1963) は20歳代から60歳代までの変化, Pollock et al. (密度法: アメリカ

人, 1975) は若者と中年の比較, 福永・金久 (密度法: 日本人, 1990) は20歳代から50歳代までの変化, Tsunenari et al. (DXA-Norland XR-26: 日本人, 1993) は若者・中年・高年を比較した研究がある. このように分析に用いた方法や対象者が異なることから絶対値の大小あるいは傾向にある程度の差は見られるが, 概ね一致する傾向も観察された. 先行研究と本研究の結果における類似する傾向は, 20歳代から50-60歳代まで増加することである. 20歳代-60歳代まで検討したこれらの結果に基づくと体脂肪率は加齢とともに増加する傾向にあるという結論に達する. しかし, その後で体脂肪率が低下する傾向にあることが, 本研究の結果から推測できた.

次に, 体脂肪の変化量について検討したところ, 男性の場合70歳代で13.9 kgと最大値, 20歳代で10.8 kgと最小値を示し, 両者の差は3.1 kgであった. この差は福永・金久 (1990) が報告した11.6 kgより著しく低い. 女性の場合, 50歳代の18.7 kgの最大値と20歳代の11.5 kgの7.2 kgの差は, 福永・金久 (1990) が同じ年代で検討した6.0 kgより高値であった.

先行研究で論議しているFFMの傾向と比較するために, FFM (LTM+BMC) を求めて考察した. 本研究の結果では, 男女ともに40歳代で若干増加するものの, 全体的には低下する傾向が

観察された。男女ともに20歳代で最大値を、80歳代で最低値を示した。男性では平均値で18.0 kgの大幅な低下、女性では9.8 kgの低下が見られた。このFFMの減少傾向をBMCとLTMに分けて検討すると、その特徴がより鮮明に見える。男性のBMCは、20歳代3.3 kgから80歳代2.0 kgへと平均値で1.3 kg減少するが、20歳代から30歳代、30歳代から40歳代でそれぞれ0.3 kgずつ減少し、40-60歳代ではほぼ一定値を保つが、60歳代から70歳代で再び0.3 kg減少、70歳代から80歳代にかけて0.5 kgの最大減少が観察された。一方、LTMは20歳代から30歳代で5.9 kg、40歳代から50歳代で4.1 kg、60歳代から70歳代で3.0 kg、70歳代から80歳代で4.1 kgの顕著な減少が見られた。女性の場合、BMCは20~40歳代では大きな変化が見られなく、50歳代から60歳代、60歳代から70歳代にそれぞれ0.4 kgの顕著な減少が観察された。LTMは20歳代から30歳代で2.0 kg、50歳代から60歳代で2.1 kg、60歳代から70歳代で3.6 kgの減少が見られた。このように、FFMをBMCとLTMに分けて検討することにより有効な情報がより多く得られる。Tsunenari et al. (1993)がDXA法より求めたBMC、LTM、脂肪について性別、年代別に検討した結果によると、男性の体脂肪率は中年が若年より有意に高値を示すが、高齢群との間には有意差が見られなかった。とくに、女性では若年、中年、高齢の3群間で有意差が見られなくて、加齢に伴う体脂肪率の変化が観察されなかったと報告し、先行研究の結果とは異なる傾向であると論議した。Nutti et al. (1995)は、DXA法による身体組成と骨量の変化について検討したところ、体脂肪は加齢とともに増加、FFMは低下、体脂肪率は50歳代までは増加し、その後一定値を維持すると報告した。

体重の変化に対するLTM、BMC、体脂肪との関連性を総合すると、女性の場合、20歳代から30歳代にかけてLTMは2.0 kg、BMCは0.2 kg減少するにも関わらず体脂肪が4.8 kg増加したことにより体重が2.7 kg増加する結果となった。この時期における体重の増加は主に体脂肪の増加

によるものであると推測できる。このような傾向は40歳代まで続いた。50歳代から60歳代にかけて体重が2.9 kg低下した背景には、LTMで2.1 kgの減少、BMCで0.4 kgの減少、体脂肪で0.5 kgの減少が関与している。この時期における体重の低下は、体脂肪の変化よりもLTMの低下によるものであると判断できた。しかし、60歳代から70歳代にかけて体重が8.7 kgの顕著な低下にはLTMの3.6 kg減少、BMCの0.4 kg減少、体脂肪の4.7 kg減少から理解できるように、この時期に生じる体重の減少には体脂肪とLTMの両方の減少が深く関連することが明らかになった。このように、女性では体重の変動に対する体脂肪、LTM、BMC変動の関係からの説明が可能であるが、男性では一定の傾向が見られなかった。

さらに、横断的に得た資料に基づく身体組成の加齢に伴う変化推移をより詳細に分析するために、腕、体幹、脚の各部位における体脂肪、LTM、BMCのそれぞれの変化について検討した。体脂肪の場合、男性では、腕、体幹、脚ともに年齢群間で有意差が見られなかった。女性は、脚では有意差が見られなかったが、腕と体幹で有意差( $P < 0.05$ )が見られ、加齢に伴う体脂肪の変化には腕と体幹の脂肪、つまり上体部の脂肪の変化が深く関連すると推測できた。LTMの減少は、男女ともに腕と体幹では有意差が見られなく、脚のみが有意であった。このことは60歳以上になると日常生活の中での運動量が減少していることを反映する結果であると考えられる。BMCにおいて年齢群間の差は、男性では脚と体幹における差が大きく関与し、女性では脚、体幹、腕が関与していると推測できる。もう一つの特徴は脚、体幹、腕におけるBMCである。脂肪とLTMは、体幹が最も多く、次に脚、腕の順である。しかし、BMCは、男性で脚が体幹より多く、女性ではほぼ同量である。このことから、日常生活における身体運動を中心とする活発な生活習慣を形成し、脚を鍛えることはBMCの維持につながる可能性を示唆する知見であろう。

本研究で得られた結果の解釈には、対象者が茨



域内に在住する者に限っていると地域的な制限があることを認識しなければならないと思われる。得られた結果の一般化には、広範囲の対象に対するより詳細な検討が必要であろう。

## V. ま と め

20歳から88歳の男女213名を対象者に DXA 法により求めた体脂肪率, 体脂肪, LTM, BMC の年代に伴う変化の推移を中心に検討した。得られた主な結果は次の通りである。

1. 体脂肪率は, 男性の場合, 年齢群間で有意な変化が見られなかった。女性では20歳代から60歳代で有意に増加し, その後で低下した。

2. 体脂肪は, 男性では有意な変化が見られなかった。女性では50歳代で18.7 kg の最大値を20歳代で11.5 kg の最小値であった

3. LTM は, 男性では20歳代から30歳代, 40歳代から50歳代, 70歳代から80歳代で顕著な減少が観察された。女性では, 20歳代から30歳代で, 50歳代から60歳代で, 60歳代から70歳代で減少が見られた。

4. BMC は, 男性は20歳代から30歳代, 30歳代から40歳代でそれぞれ0.3 kg ずつ減少し, 40-60歳代ではほぼ一定値を保つが, 60歳代から70歳代で0.3 kg 減少, 70歳代から80歳代で0.5 kg の最大減少が観察された。女性の場合, 20・30・40歳代では大きな変化が見られなく, 60・70歳代で顕著に減少した。

5. 体脂肪は, 男性で, 腕, 体幹, 脚ともに年齢群間で有意差が見られなかった。女性の場合, 脚では有意差が見られなく, 腕と体幹では差が有意 ( $P < 0.05$ ) であった。LTM は, 男女ともに腕と体幹で有意差が見られなく, 脚で有意差 ( $P < 0.05$ ) が見られた。BMC は, 男性で脚と体幹, 女性では脚, 体幹, 腕で有意差 ( $P < 0.05$ ) を示した。

6. 体脂肪と LTM は, 体幹が最も多く, 脚, 腕の順であるが, BMC は, 男性で脚が体幹より多く, 女性では両方がほぼ同量であった。

謝辞: 本研究の一部は, 筑波大学 TARA 研究プ

ロジェクト (代表者: 田中喜代次) および平成10年度文部省科学研究費補助金「基盤研究 (C) (課題番号10680012)」の支援を受けて実施されたものである。

## 文 献

- Aloia, J. F., Vaswani, A., Ma, R., and Flaster, E. (1995) To what extent is bone mass determined by fat-free or fat mass? *Am. J. Clin. Nutr.* 61: 1110-1114.
- Banerji, M. A., Faridi, N., Atluri, R., Chaiken, R. L., and Lebovitz, H. Z. (1999) Body composition, visceral fat, leptin, and insulin resistance in Asian Indian men. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 84: 137-144.
- Bemben, M. G., Massey, B. H., Bemben, D. A., Boileau, R. A., and Minser, J. E. (1995) Age-related patterns in body composition for men aged 20-79 years. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27: 264-269.
- Brown, W. J. and Jones, P. R. M. (1977) The distribution of body fat in relation to habitual activity. *Ann. Hum. Biol.* 4: 537-550.
- Borcan, G. A. and Norris, A. H. (1977) Fat redistribution and the changing body dimensions of the adult male. *Hum. Biol.* 49: 495-514.
- Flynn, M. A., Nolph, G. B., Baker, A. S., Martin, W. M., and Krause, G. (1989) Total body potassium in aging humans: A longitudinal study. *Am. J. Clin. Nutr.* 50: 713-717.
- Forbes, G. B. (1976) The adult decline in lean body mass. *Hum. Biol.* 48: 161-173.
- 福永哲夫・金久博昭 (1990) 日本人の体肢組成. 中高年者の体肢組成. 朝倉書店: 東京, pp. 102-118.
- Frontera, W. R., Hughes, V. A., Lutz, K. J., and Evans, W. J. (1991) A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45 to 78-year-old men and women. *Am. J. Appl. Physiol.* 644-650.
- Gazzaniga, J. M. and Burns, T. L. (1993) Relationship between diet composition and body fatness, with adjustment for resting energy expenditure and physical activity, in preadolescent children. *Am. J. Clin. Nutr.* 58: 21-28.
- Going, S. B., Massett, M. P., Hall, M. C., Bare, L. A., Root, P. A., Williams, D. P., and Lohman, T. G. (1993) Detection of small changes in body composition by dual-energy x-ray absorptiometry. *Am. J. Clin. Nutr.* 57: 845-850.
- Hassager, C., Gotfredsen, A., Jensen, J., and Christian-

- sen, C. (1986) Prediction of body composition by age, height, weight, and skinfold thickness in normal adults. *Metabolism*. 35: 1081-1084.
- 北川 薫 (1985) 肥満者の脂肪量と体力. 日本人の身体組成. 杏林書院: 東京, pp. 33-46.
- Kohrt, W. M., Malley, M. T., Dalsky, G. P., and Holloszy, J. O. (1992) Body composition of healthy sedentary and trained, young and older men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24: 832-837.
- Mark, A. L., Correia, M., Morgan, D. A., Shaffer, R. A., and Haynes, W. G. (1999) Obesity-induced hypertension: New concepts from the emerging biology of obesity. *Hypertension* 33: 537-541.
- Mazess, R. B., Peppler, W. W., Chesney, R. W., Lange, T. A., Lindgren, U., and Smith, E. (1990) Dual-energy x-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *Am. J. Clin. Nutr.* 51: 1106-1112.
- Myher, L. G. and Kessler, W. V. (1966) Body density and potassium 40 measurements of body composition as related to age. *J. Appl. Physiol.* 21: 1251-1255.
- Norris, A. H., Lundy, T., and Shock, N. W. (1963) Trends in selected indices of body composition in men between the ages 30 and 80 years. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 110: 623-639.
- Nuti, R., Martini, G., and Gennari, C. (1995) Age-related changes of whole skeleton and body composition in healthy men. *Calcif. Tissue Int.* 57: 336-339.
- Pintauro, S. J., Nagy, T. R., Duthie, C. M., and Goran, M. I. (1996) Cross-calibration of fat and lean measurements by dual-energy X-ray absorptiometry to pig carcass analysis in the pediatric body weight range. *Am. J. Clin. Nutr.* 63: 293-298.
- Poehlman, E. T., Toth, M. J., Bunyard, L. B., Gardner, A. W., Donaldson, K. E., Colman, E., Fonong, T., and Ades, P. (1995) Physiological predictors of increasing total and central adiposity in aging men and women. *Arch. Intern. Med.* 155: 2443-2448.
- Pollock, M. L., Laughridge, E. E., Coleman, B., Linerud, A. G., and Jackson, A. (1975) Prediction of body density in young and middle-aged women. *J. Appl. Physiol.* 38: 745-749.
- Reid, I. R., Ames, R., Evans, M. C., Sharpe, S., Gamble, G., France, J. T., Lim, T. M. T., and Cundy, T. F. (1992) Determinants of total body and regional bone mineral density in normal postmenopausal women—A key role for fat mass. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 75: 45-51.
- Schwartz, R. S., Shuman, W. P., Bradbury, V. L., Cain, K. C., Fellingham, G. W., Beard, J. C., Kahn, S. E., Stratton, J. R., Cerqueira, M. D., and Abrass, I. B. (1990) Body fat distribution in healthy young and older men. *J. Gerontol.* 45: M181-M185.
- Svendsen, O. L., Haarbo, J., Hassager, C., and Christiansen, C. (1993) Accuracy of measurements of body composition by dual-energy x-ray absorptiometry in vivo. *Am. J. Clin. Nutr.* 57: 605-608.
- Tsunenari, T., Tsutsumi, M., Ohno, K., Yamamoto, Y., Kawakatsu, M., Shimogaki, K., Negishi, H., Sugimoto, T., Fukase, M., and Fujita, T. (1993) Age- and gender-related changes in body composition in Japanese subjects. *J. Bone Miner. Res.* 8: 397-402.
- Wang, Q., Hassager, C., Ravn, P., Wang, S., and Christiansen, C. (1994) Total and regional body-composition changes in early postmenopausal women: Age-related or menopause-related. *Am. J. Clin. Nutr.* 60: 843-848.
- Worsfold, M., Davis, M. W., and Haddaway, M. J. (1999) Age-related changes in body composition, hydroxyproline, and creatinine excretion in normal women. *Calcif. Tissue Int.* 64: 40-44.
- Young, C. M., Blondin, J., Tensuan, R., and Fryer, J. H. (1963) Body composition studies of "older" women, thirty to seventy years of age. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 110: 589-607.

(平成11年 3月15日受付)  
 (平成11年 7月17日受理)