

高齢期における形態及び体力要因の加齢変化とその性差

南 雅 樹¹⁾ 出 村 慎 一²⁾ 佐 藤 進³⁾
春 日 晃 章⁴⁾ 松 沢 甚 三 郎⁵⁾ 郷 司 文 男⁶⁾

THE CHANGING OF PHYSIQUE AND PHYSICAL FITNESS WITH AGE AND ITS SEX-DIFFERENCE IN ELDERLY PEOPLE

MASAKI MINAMI, SHINICHI DEMURA, SUSUMU SATO, KOHSHO KASUGA,
JINZABURO MATSUZAWA and FUMIO GOSHI

Abstract

A study was performed to examine sex and age differences in physique and physical fitness and the sex differences in the change of these parameters with age, and to clarify the relationship between the amount of exercise and fundamental physical fitness in 326 healthy elderly individuals over 60 years of age.

A total of 22 variables consisting of 9 items concerning body linearity, quantitative growth, circumference growth and posture, and 13 items representing 4 domains (muscular, joint, neural, and cardiorespiratory functions) were selected. The exercise performance index (EPI) was calculated as the product of frequency and duration (yr) of exercise. The sex and age differences in physique and physical fitness were examined using two-way ANOVA (sex×age group). Post hoc tests using Ryan's procedure were carried out when the main effect of these factors proved significant. To examine the characteristics of changes in physique and physical fitness with age, Pearson's correlation coefficient was calculated, and linear regression analysis [test item was the dependent variable (X) and age was the independent variable (Y)] was applied. Then significant differences in the regression coefficient and intercept between males and females were examined. Furthermore, curved-line regression analysis was executed for the above variables. Applying principal component analysis for 13 physical fitness items, the first principal component was interpreted as fundamental physical fitness for performance, and the above analysis was applied to the fundamental physical fitness score (FPS). To examine the relationship between EPI and FPS, the difference in FPS among the three EPI groups was examined using analysis of co-variance (ANCOVA) with age as the co-variable.

The main findings of this study can be summarized as follows.

1. With regard to physique, males showed greater body linearity, and females had more skin-fold. Sex differences in circumference growth were not as significant as those in body linearity and quantitative growth. Changes in physique with age were greater in females than in males, the change becoming obvious in individuals over 80 years of age.

2. With regard to physical fitness, males had superior muscular function and vital capacity, while females outperformed males in standing-reach. However, there was little sex difference in

¹⁾ 金沢美術工芸大学
〒920-8656 石川県金沢市小立野5-11-1

²⁾ 金沢大学教育学部
〒920-1164 石川県金沢市角間町

³⁾ 金沢工業大学
〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘7-1

⁴⁾ 岐阜聖徳学園大学
〒500-8288 岐阜県岐阜市中鶉1-38

⁵⁾ 福井医科大学
〒910-1104 福井県吉田郡松岡町下合月

⁶⁾ 宮城学院女子短期大学
〒981-8557 宮城県仙台市青葉区桜ヶ丘9-1-1

Kanazawa College of Art, Kodatsuno 5-11-1, Kanazawa, Ishikawa, 920-8656

Kanazawa University, Faculty of Education, Kakuma, Kanazawa, Ishikawa, 920-1164

Kanazawa Institute of Technology, Ohgigaoka 7-1, Nonoichi, Ishikawa, 921-8501

Gifu Shotoku Gakuen University Nakauzura 1-38, Gifu, Gifu, 500-8288

Fukui Medical School, Shimoaizuki, Matsuoka, Yoshida, Fukui, 910-1104

Miyagi Gakuin Women's Junior College, Sakuragaoka 9-1-1, Aoba-ku, Sendai, Miyagi

neural function. The trend for deterioration in physical fitness with age differed between the sexes among 4 domains of physical fitness. For example, in males muscular, neural, and joint functions deteriorated significantly with age, while in females, all physical fitness variable did so. In addition, the age-related trends of deterioration in muscular function (grip strength and vertical jump), cardiorespiratory function (duration of breath-holding and vital capacity), and neural function (stepping) were differed between the sexes.

3. The FPS was higher in males than in females. However, FPS decreased significantly with age in both sexes.

4. It was inferred that among active and healthy elderly males and females who exercised regularly, FPS was not influenced by EPI.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 1998, 47: 601~616)

key words : elderly people, physical fitness, age, sex-differences, exercise-habit

I. 緒 言

わが国においては平均寿命が男性76.57歳, 女性82.98歳と報告され¹⁾, 一般に高齢者と呼ばれる65歳以上の老齢人口が確実に増加している。これにより, 高齢者やその家族が抱える扶養や介護といった問題は勿論のこと, 高齢者医療負担や保険制度など社会的, 経済的な影響も憂慮されている。このため, 単なる寿命の長さ(life span)よりも健康期間(healthy span)の増大や健康な長寿(healthy aging)といった積極的な健康観が推奨されている³⁾。加齢に伴う生理的諸機能の減衰, 即ち, 老化は万人に共通する不可逆的な現象であり⁴⁾, それが高齢者の生活や健康に直接影響を及ぼすため, 老化の遅延と健康の維持をいかに図るかが重要な課題となっている。健康, 体力及び身体活動は相互に密接な関係があり, 身体活動は健康や体力の維持・増進のための重要な要因と考えられる。つまり, 適度な身体活動の継続は体力を高い水準に保ち, 生活習慣病(運動不足病)の予防に有効であり, 自立した健康的な老後に貢献する重要な要因であるとの報告^{5,6)}も多く, 高齢者の体力や身体活動能力の測定, 評価にこれまで以上に関心が寄せられている。

近年, 高齢者の体力を評価する測定方法や組テストの開発, あるいは老化度の指標の作成に関する研究が数多く報告され^{4,7~9)}, 併せて高齢者の体力に及ぼす諸条件(加齢や生活習慣など)の影響が検討されている^{5,10~15)}。平均寿命は女性が長く, 老齢人口における男女の構成比も異なることが影響して, 健康・福祉政策の一環として実施さ

れている体力診断や医学的検査, 生涯学習(例えば健康教育講座やスポーツ・運動教室)への参加状況は女性に比べ男性が少ないと報告されている¹⁶⁾。これまで, 体力の加齢に伴う変化特性の性差を詳細に検討した研究は少なく¹³⁾, また, 体力構成要素ごとの変化特性(低下の程度や低下のピーク時期など)が如何なるものであるかについても具体的に明らかにされていない。さらに, 環境的要因である運動実施と体力の変化特性との関連についても, 種々の観点から検討が必要であろう。

本研究の目的は, 高齢期男女を対象として, 形態, 体力要因における加齢変化の特徴とその性差, 及び継続的な運動習慣が基礎行動体力の維持・低下遅延に及ぼす影響を明らかにすることである。

II. 方 法

A. 被験者

被験者は, G県及びI県に在住し, 県や市が主催する高年大学や長寿祭に参加している60~89歳の健康な高齢者326名(男性101名, 女性225名)であった。被験者は体力テストに参加できる活動能力を有しており, 樋口¹⁷⁾の提唱する要介護老人を除く一般在宅老人に該当する高齢者であった。なお, 本研究では, 60歳以上65歳未満を60歳代, 65歳以上70歳未満を65歳代, 70歳以上75歳未満を70歳代, 75歳以上80歳未満を75歳代, 及び80歳以上を80歳代と年代別に5群に分類した(表1)。平均年齢における二要因(性及び年代)分散分析の結果, 年代にのみ有意な主効果が認められ, 多重比較検定の結果, 男女ともに60歳, 65歳, 70歳, 75

Table 1. Mean age for each male and female age group.

age-group	male			female		
	n	X	(SD)	n	X	(SD)
60-64yrs	10	63.7	(1.07)	46	62.8	(1.36)
65-69yrs	21	67.6	(1.47)	50	67.8	(1.28)
70-74yrs	25	72.6	(1.39)	50	72.4	(1.49)
75-79yrs	34	77.5	(1.57)	50	77.1	(1.33)
80-85yrs	11	83.1	(1.87)	29	82.3	(2.77)

note: As a result of two-way ANOVA analysis, no sex difference was observed ($F=3.56$), while significant age group difference ($F=1074.06$) was.

歳, 80歳代の順に低い値であった。健康状態, 運動習慣及びその他の生活諸条件に関する調査結果から, 全体の2/3以上の者が現在の健康状態を肯定的に評価し, 運動・スポーツ以外にも体を動かす余暇活動や趣味を持っている者が半数を占めた。一方では, 全体の約2/3の者が現在通院していた。従って, 本研究の被験者は, 何らかの疾患(主に生活習慣病, 関節炎及び神経痛など)により医療機関に通院はしているものの, 健康状態は概ね良好と自覚し, 日頃から運動・スポーツを定期的に行っている者や運動・スポーツ以外に身体を動かす習慣を持つ者が比較的多い高齢者集団と判断された。

B. 形態, 体力変量

1) 形態変量: 長育, 量育及び周育を代表する身長, 指極, 体重, 胸囲, 上腕囲, 下腿囲, 皮下脂肪厚(上腕背部と肩甲骨下部)の8項目, 及び姿勢に関する背面傾斜角(以下, 背傾角)の計9項目を選択した。なお, 皮下脂肪厚の測定にはヤガミ社製皮下脂肪計(MK-60), 背傾角の測定にはヤガミ社製スコリオメーター(Y5-1)を用いた。

2) 体力変量: 本研究では, 行動体力を構成する筋機能, 関節機能, 神経機能, 心肺機能の4領域^{8,18)}より, 各領域を代表し, 安全性, 妥当性, 信頼性, 客観性の高い13項目を選択した^{7,13,19)}。すなわち, 筋機能より握力, 脚筋力, 肩腕力(押し), 垂直跳の5項目, 関節機能より立位体前屈, 体捻転の2項目, 神経機能よりタッピング, ステッピング, 閉眼片足立ち, 全身反応時間の4項目を

選択した。また, 呼吸, 循環, 代謝等を統合する心肺機能は, 健康度や疾患(主として生活習慣病)と密接な関わりを持つ重要な体力要因⁵⁾であるが, 現在のところ安全性に優れ, 且つ簡便で一度に多人数を測定できる高齢者のためのテストは開発されていない。そこで, 心肺機能に関しては, 呼吸機能を代表するテストとして肺活量と, 安静時血圧や心予備力の指標との関連が報告されている⁵⁾息こらえの2項目を選択した。これらは, 宮口¹⁴⁾や中ら¹³⁾によっても高齢者の心肺機能を評価するテストとして利用されている。肺活量の測定はミナト医科学社製(オートスパイロ AS-500)を用いた。また, タッピング及びステッピングの測定は, LED社製(TAPPING COUNTER MODEL AM3)を用いて利手と利足による10秒間の最大反復回数を記録した。全身反応時間の測定は, 竹井社製(WHOLE BODY REACTION TYPE II)を用い, 光刺激による跳躍反応時間を5試行測定し, 最大値と最小値を除く3試行の平均値を代表値とした。体捻転は角度法により測定し, 閉眼片足立ちは測定時間を最大120秒間と設定した。握力及び体捻転は左右の測定値の平均を代表値とした。

C. 運動実施頻度の評価

これまで, 日常の運動実施量は, 質問紙法から得られた情報に基づき, 運動の内容や実施頻度から得点化²⁰⁻²²⁾する, あるいはカロリーメーター等の簡便な機器を用いて推定する⁵⁾, 等の方法で算出されている。本研究では, Sallis²¹⁾, 手島²²⁾の方法に従い, 運動実施頻度とその運動の継続年数に関する調査結果に基づき, 被験者を分類する指数を算出した。具体的には, まず定期的な運動・スポーツの実施頻度とその継続年数を調査し, 各カテゴリーにおける実施頻度を1ヵ月当たりの値に換算した。すなわち, 「ほとんど実施していない」は0.2, 「月1~2日程度」は1, 「週1~2日程度」は4, 「週3~4日程度」は12, 及び「週5日以上」は20とした。次に, 継続年数を次のごとくそれぞれ年間実施月数に換算した。「数ヶ月~1年程度」は1, 「2年~3年」は24, 「4年~5年」は48, 「6年~8年」は72, 「8年~10年」は

96, 及び「10年以上」は120とし, 実施頻度と継続年数の積を運動実施指数 (Exercise Performance Index, 以下 EPI) と定義した. これまでの報告^{5, 21)}と EPI の分布を考慮し, EPI が100未満は G1, EPI が100以上500未満を G2, EPI が500以上を G3 に分類した. G1 は中年期から現在までほとんど継続的に運動を行っていない群, G2 は「週1~2日程度」の頻度の運動を2年~3年程度継続している群, G3 は「週3~4日程度」の頻度で少なくとも5年以上継続的に運動を行っている群にはほぼ該当する. つまり, これら3群は明らかに運動実施量の異なる群と考えられる.

D. 解析方法

1) 形態, 体力変量: 性及び年代別の平均値, 標準偏差を算出し, 二要因分散分析を実施した. 有意な主効果が認められた場合には, Ryan 法による多重比較検定を行った. 次に, 性別に各変量 (Y) と年齢 (X) のピアソン相関係数, 年齢と各変量との直線回帰式を求め, 回帰係数と切片の有意差を検定した. さらに, 性別に回帰式の曲線性の検討を行った.

2) 基礎行動体力得点: 13体力変量からなる相関行列に主成分分析法を適用し, 抽出された第一主成分を基礎行動体力の指標とした. 基礎行動体力得点に関しても, 1) と同様の解析を行った. EPI 群別の基礎行動体力得点について, 共分散分析法により年齢を調整して比較した. 本研究の有意水準は5%とした.

Ⅲ. 結 果

A. 形態, 体力変量の加齢変化特性と性差

表2は, 本研究で選択した形態及び体力22変量について性別・年代別平均値, 標準偏差, 及び二要因分散分析の結果を示している.

形態変量では, 皮脂厚(腕)にのみ有意な交互作用が認められた. 要因ごとの単純主効果を検討した結果, 性に関していずれの年代も女性が有意に高い値を示し, 年代に関して, 女性にのみ有意差が認められ, 60歳代及び70歳代が75歳代及び80歳代, 65歳代が80歳代より有意に高い値を示した.

その他の形態変量では, 性に関して, 上腕囲及び背傾角を除く全変量に有意な主効果が認められた. 多重比較検定の結果, 皮脂厚(背)は60, 65及び75歳代において女性が有意に高い値を示したが, 身長, 指極は全ての年代, 体重は60歳代を除く全年代, 胸囲は70及び75歳, 下腿囲は75歳代において有意に男性が高い値を示した. 年代に関して, 指極を除く6変量に有意な主効果が認められた. 多重比較検定の結果, 体重では男女ともに有意差が認められ, 男性において80歳代が60歳代を除く他の年代, 女性において80歳代が他の全ての年代よりも有意に低い値を示した. その他の5変量(身長, 胸囲, 下腿囲, 皮脂厚(背), 背傾角)では女性のみ有意差が認められ, 身長, 胸囲及び下腿囲では, 60, 65, 70歳代が80歳代より, 皮脂厚(背)では60歳代が75歳代及び80歳代, 65, 70, 75歳代が80歳代より, 背傾角では75歳代が60歳及び65歳代よりもそれぞれ有意に高い値を示した.

体力変量では, 垂直跳にのみ有意な交互作用が認められた. 要因ごとの単純主効果を検討した結果, 性に関して, 全ての年代で男性が有意に高い値を示し, 年代に関して, 男性において60及び65歳代が他の年代, 70歳代が75及び80歳代よりも有意に高い値を示し, 女性において, 60歳及び65歳代が他の年代, 70歳代が80歳代よりも有意に高い値を示した. 他の変量では, 性に関して, タッピング, 閉眼片足立ち, 全身反応時間及び体捻転を除く8変量に有意な主効果が認められ, 多重比較検定の結果, 筋機能に関する4変量(握力, 脚筋力, 肩腕力-押・引)及び肺活量では全ての年代において男性が, 立位体前屈では全ての年代において女性が有意に高い値を示した. 息こらえは80歳代, ステッピングは60歳及び65歳代において男性が有意に高い値を示した. 年代に関して, 立位体前屈を除く11変量に有意な主効果が認められた. 多重比較検定の結果, 筋機能に関する4変量(握力, 脚筋力, 肩腕力-押・引), 神経機能に関する3変量(タッピング, ステッピング及び閉眼片足立ち)及び体捻転では, 男女ともに有意差が認められ, 心肺機能の2変量(肺活量及び息こらえ)及び全身反応時間の3変量では女性にのみ有意差が認めら

Table 2. Mean scores and standard deviation for physique and amount of exercise among male and female in different age groups and 2-way ANOVA analysis results.

No.	domains of function	variables [unit]	1-way ANOVA					two-way ANOVA	post-hoc tests (age-differences, M: male, F: female)
			1(60-64)	2(65-69)	3(70-75)	4(75-79)	5(80-85)		
			\bar{X} (SD)	\bar{X} (SD)	\bar{X} (SD)	\bar{X} (SD)	\bar{X} (SD)		
1.	I	grip strength [kg]	33.9(4.75) ‡ 21.1(3.52)	34.8(4.83) ‡ 21.4(3.55)	31.1(5.37) ‡ 19.4(4.11)	28.5(5.43) ‡ 18.6(4.25)	26.8(3.85) ‡ 16.9(4.30)	$F_a = 407.54^{***}$ $F_b = 16.91^{***}$ $F_c = 1.60$	M: 2>3,4,5 1>4,5 F: 2>3,4,5 1>4,5 3>5
2.	I	leg strength [kg]	26.4(7.23) ‡ 18.5(6.03)	25.6(8.15) ‡ 15.6(5.85)	25.5(8.04) ‡ 14.0(5.20)	23.4(7.21) ‡ 12.2(4.30)	17.9(3.94) ‡ 11.2(4.28)	$F_a = 142.91^{***}$ $F_b = 11.58^{***}$ $F_c = 1.40$	M: 1,2,3,4>5 F: 1>2,3,4,5 2>4,5 3>5
3.	I	shoulder and arm strength (push) [kg]	18.8(4.81) ‡ 13.5(3.67)	20.8(5.85) ‡ 13.6(4.65)	19.0(6.76) ‡ 11.2(4.56)	16.3(3.95) ‡ 10.1(3.49)	15.8(5.61) ‡ 7.7(3.02)	$F_a = 135.48^{***}$ $F_b = 11.01^{***}$ $F_c = 0.76$	M: 2>4,5 3>4 F: 1,2>3,4,5
4.	I	shoulder and arm strength (pull) [kg]	23.2(6.19) ‡ 13.6(3.27)	22.6(4.23) ‡ 13.8(3.89)	19.6(4.65) ‡ 11.1(4.18)	18.1(3.75) ‡ 9.5(3.44)	14.6(4.94) ‡ 8.7(3.62)	$F_a = 228.88^{***}$ $F_b = 22.32^{***}$ $F_c = 1.30$	M: 1,2>3,4,5 F: 1,2>3,4,5 3>5
5.	I	vertical jump [cm]	33.0(7.20) ‡ 20.2(4.31)	29.0(7.73) ‡ 19.2(4.90)	23.1(5.66) ‡ 15.4(4.16)	18.9(6.47) ‡ 13.7(4.63)	16.0(7.03) ‡ 11.8(4.89)	$F_a =$ $F_b =$ $F_c = 4.89^{***}$	M: 1,2>3,4,5 F: 1,2>3,4,5 3>5
6.	II	vital capacity [ml]	3095.0(622.58) ‡ 2457.4(398.04)	2939.0(735.14) ‡ 2308.0(430.11)	2843.2(587.90) ‡ 2014.6(431.07)	2816.2(651.97) ‡ 1971.8(388.54)	2752.7(484.96) ‡ 1632.8(419.90)	$F_a = 154.49^{***}$ $F_b = 9.40^{***}$ $F_c = 1.86$	F: 1,2>3,4,5
7.	II	length of breath-holding [sec]	33.8(14.16) 35.6(14.08)	34.6(12.97) 30.8(13.20)	30.4(10.80) 25.5(11.62)	30.5(13.60) 26.1(15.34)	34.5(13.63) ‡ 22.9(10.52)	$F_a = 6.93^*$ $F_b = 2.45^*$ $F_c = 1.50$	F: 1>3,4,5 2>3,5
8.	III	tapping [times/10sec]	63.2(7.82) 59.5(7.45)	55.4(10.06) 56.8(7.70)	51.8(6.72) 52.9(8.88)	51.9(8.17) 49.5(10.00)	51.4(7.89) 48.0(7.00)	$F_a = 1.61$ $F_b = 14.85^{***}$ $F_c = 1.00$	M: 1>2,3,4,5 F: 1,2>3,4,5
9.	III	stepping [times/10sec]	49.7(7.77) ‡ 41.4(7.23)	44.7(7.91) ‡ 38.2(9.27)	38.5(8.40) 34.9(10.72)	36.6(9.47) 33.2(8.12)	33.0(10.45) 34.6(6.44)	$F_a = 12.19^{***}$ $F_b = 14.44^{***}$ $F_c = 2.11$	M: 1,2>3,4,5 F: 1>3,4,5 2>4
10.	III	foot balance with eyes closed [sec]	9.1(9.04) 13.7(13.47)	11.7(13.00) 11.8(12.55)	6.8(4.15) 5.9(5.43)	4.5(2.59) 3.3(2.27)	2.3(1.60) 3.7(2.69)	$F_a = 0.50$ $F_b = 10.54^{***}$ $F_c = 0.86$	M: 2>4,5 F: 1,2>3,4,5
11.	III	reaction time [msec]	365.3(54.12) 401.9(95.34)	430.0(144.49) 406.3(84.30)	478.6(139.49) 460.8(115.39)	456.4(100.48) 493.0(141.23)	417.3(60.67) 489.6(108.23)	$F_a = 2.19$ $F_b = 5.56^{***}$ $F_c = 1.55$	F: 3,4,5>1,2
12.	IV	standing-reach [cm]	4.1(8.17) 11.1(7.13) †	-1.1(7.49) 12.8(6.08) †	0.0(7.98) 9.8(6.19) †	2.5(9.05) 9.8(7.17) †	0.8(12.30) 8.5(6.28) †	$F_a = 87.89^{***}$ $F_b = 1.16$ $F_c = 1.74$	
13.	IV	trunk pronation [degree]	112.7(7.70) 103.0(15.85)	103.1(16.56) 100.8(17.87)	96.3(14.16) 97.4(13.13)	93.2(15.83) 87.9(17.33)	87.7(19.52) 87.1(15.21)	$F_a = 2.55$ $F_b = 12.47^{***}$ $F_c = 0.82$	M: 1>3,4,5 2>4,5 F: 1,2,3>4,5
14.	V	stature [cm]	159.0(4.68) ‡ 148.9(4.44)	162.2(5.77) ‡ 148.8(5.25)	159.6(5.76) ‡ 147.5(4.55)	160.4(6.20) ‡ 147.1(5.10)	159.2(6.12) ‡ 144.8(4.76)	$F_a = 339.25^{***}$ $F_b = 2.10$ $F_c = 1.09$	F: 1,2,3>5
15.	V	arm span [cm]	160.2(4.19) ‡ 150.3(5.11)	163.1(6.96) ‡ 150.3(6.58)	160.7(5.81) ‡ 148.1(5.26)	162.4(6.42) ‡ 149.3(6.24)	161.7(8.56) ‡ 148.0(6.53)	$F_a = 235.93^{***}$ $F_b = 0.98$ $F_c = 0.66$	
16.	V	body weight [kg]	54.5(4.44) 51.8(6.46)	58.4(6.16) ‡ 51.2(8.02)	58.7(6.78) ‡ 52.2(7.65)	57.7(6.89) ‡ 49.8(5.89)	52.1(5.73) ‡ 46.3(5.81)	$F_a = 45.32^{***}$ $F_b = 5.98^{***}$ $F_c = 1.01$	M: 2,3,4>5 F: 1,2,3,4>5
17.	V	chest girth [cm]	87.3(3.54) 87.0(6.13)	88.5(4.85) 85.6(6.48)	90.7(4.51) ‡ 86.6(6.65)	89.7(5.33) ‡ 84.8(5.62)	86.0(3.48) 83.3(5.79)	$F_a = 15.29^{***}$ $F_b = 2.87^*$ $F_c = 1.05$	F: 1,2,3>5
18.	V	upper arm girth [cm]	25.7(1.42) 26.9(2.81)	27.7(2.19) 26.5(2.60)	26.8(1.66) 26.4(2.35)	26.1(2.59) 26.1(2.16)	25.8(2.51) 25.2(2.43)	$F_a = 0.39$ $F_b = 2.08$ $F_c = 1.59$	
19.	V	calf girth [cm]	33.0(1.63) 32.7(2.13)	33.7(1.50) 32.9(2.62)	33.4(2.12) 32.5(2.27)	33.2(2.10) ‡ 32.1(3.08)	32.3(2.05) 31.1(1.83)	$F_a = 7.78^{***}$ $F_b = 3.04^{***}$ $F_c = 0.26$	F: 1,2,3>5
20.	V	skinfold fat (upper arm) [mm]	8.8(2.67) 21.9(4.81) †	9.5(3.25) 20.1(6.30) †	10.3(3.29) 21.3(6.52) †	10.2(4.31) 19.1(4.99) †	10.1(2.46) 16.9(4.38) †	$F_a =$ $F_b =$ $F_c = 2.51^*$	F: 1,3>4,5 2>5
21.	V	skinfold fat (back) [mm]	16.0(4.04) 22.8(6.12) †	16.9(6.00) 20.8(6.46) †	19.2(6.89) 21.0(7.06)	15.6(5.14) 19.8(6.30) †	14.6(3.03) 16.8(5.22)	$F_a = 21.72^{***}$ $F_b = 3.60^{***}$ $F_c = 1.19$	F: 1>4>5 2,3>5
22.	V	inclination of back [degree]	1.8(0.87) 2.0(1.33)	2.3(1.76) 1.9(1.36)	2.3(1.64) 2.4(1.55)	2.3(1.29) 2.8(2.18)	3.6(2.15) 2.5(1.59)	$F_a = 0.42$ $F_b = 3.42^*$ $F_c = 1.71$	F: 4>1,2

Note: * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, No. 1 ~ 5 : muscular function (I), No. 6 & 7 : cardiorespiratory function (II), No. 8 ~ 11 : neurotic function (III), No. 12 & 13 : joint function (IV), No. 14 ~ 22 : physique (V), Scores for grip strength and trunk pronation indicate averages of left and right, F_a : main effect of sex, F_b : main effect of age group, F_c : interaction. For results of post-hoc tests, ‡ indicates a significantly higher score for males and † indicates for females. 1, 2, 3, 4 > 5 shows that groups 1 (60 ~ 64 years of age), 2 (65 ~ 69), 3 (70 ~ 74), 4 (75 ~ 79) had significantly higher scores than group 5 (80 ~ 85 years of age).

Table 3. Correlation coefficient and correlation ratio between age (X) and change (Y) and linear regression equation.

male	r	(η)	regression equation	female	r	(η)	regression equation
vertical jump	-0.607**	(0.660)	$y = -0.887x + 88.29$	vertical jump	-0.574**	(0.609)	$y = -0.478x + 50.67$
shoulder and arm strength(pull)	-0.501**	(0.556)	$y = -0.442x + 51.99$	vital capacity	-0.539**	(0.560)	$y = -0.075x + 4984.98$
grip strength	-0.459**	(0.501)	$y = -0.453x + 64.09$	tapping	-0.453**	(0.478)	$y = -0.644x + 99.87$
stepping	-0.453**	(0.450)	$y = -0.779x + 96.96$	leg strength	-0.441**	(0.475)	$y = -0.388x + 42.32$
trunk pronation	-0.388**	(0.477)	$y = -1.114x + 179.18$	shoulder and arm strength(pull)	-0.423**	(0.486)	$y = -0.285x + 32.03$
foot balance with eyes closed	-0.338**	(0.368)	$y = -0.448x + 39.73$	shoulder and arm strength(push)	-0.422**	(0.450)	$y = -0.287x + 32.08$
tapping	-0.322**	(0.444)	$y = -0.489x + 89.64$	foot balance with eyes closed	-0.414**	(0.481)	$y = -0.624x + 52.74$
leg strength	-0.309**	(0.403)	$y = -0.407x + 54.01$	grip strength	-0.379**	(0.451)	$y = -0.243x + 37.12$
shoulder and arm strength(push)	-0.280**	(0.374)	$y = -0.273x + 38.16$	trunk pronation	-0.357**	(0.425)	$y = -0.934x + 162.87$
inclination of back	0.170	(0.287)	$y = 0.047x - 1.05$	reaction time	-0.331**	(0.415)	$y = 5.942x + 22.86$
vital capacity	-0.145	(0.227)	$y = -15.834x + 4032.20$	length of breath-holding	-0.325**	(0.377)	$y = -0.688x + 77.83$
upper arm girth	-0.143	(0.235)	$y = -0.056x + 30.62$	stepping	-0.275**	(0.321)	$y = -0.383x + 63.96$
skinfold fat(back)	-0.123	(0.234)	$y = -0.121x + 25.59$	stature	-0.268**	(0.301)	$y = -0.204x + 162.23$
body weight	-0.121	(0.246)	$y = -0.138x + 67.34$	skinfold(back)	-0.264**	(0.306)	$y = -0.264x + 39.43$
skinfold fat(upper arm)	0.109	(0.192)	$y = 0.066x + 5.05$	skinfold(upper arm)	-0.249**	(0.327)	$y = -0.219x + 35.80$
reaction time	-0.093	(0.264)	$y = 1.893x + 303.96$	body weight	-0.214**	(0.290)	$y = -0.233x + 67.31$
calf girth	-0.087	(0.273)	$y = -0.029x + 35.33$	upper arm girth	-0.199**	(0.242)	$y = -0.077x + 37.92$
stature	-0.072	(0.207)	$y = -0.073x + 165.66$	inclination of back	-0.190**	(0.245)	$y = -0.073x + 31.53$
length of breath holding	-0.026	(0.147)	$y = -0.058x + 36.36$	standing-reach	-0.163*	(0.251)	$y = 0.041x - 0.64$
standing-reach	0.017	(0.365)	$y = 0.026x + 0.81$	chest girth	-0.158*	(0.201)	$y = -0.167x + 22.57$
chest girth	-0.016	(0.284)	$y = -0.013x + 89.95$	arm span	-0.144*	(0.241)	$y = -0.151x + 96.43$
arm span	0.007	(0.212)	$y = 0.008x + 161.21$				$y = -0.131x + 158.69$

Note : * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, r : Pearson's correlation coefficient. η : correlation ratio. Following curved-line regression analysis, it was found that the regression was curved for female standing reach scores ($F = 2.05$, $p < 0.05$). Items are listed from those with largest correlation coefficient to smallest.

れた。有意差が認められた年代は変量によって若干異なるが、いずれの変量においても、加齢に伴って機能が低下する傾向が認められた(表2参照)。

B. 各変量における年齢との相関係数, 相関比及び回帰分析

表3は年齢と形態及び体力変量とのピアソンの相関係数, 相関比, 及び直線回帰式を性別に算出

し, 相関係数の大きい順に示している。男性では筋機能の5変量, 神経機能の3変量(タッピング, ステッピング及び閉眼片足立ち), 及び体捻転の計9変量において有意な相関係数が認められ, 女性では全ての変量において有意な相関係数が得られた。回帰係数における有意な性差は6変量に認められ(図1), 握力, 垂直跳, ステッピングは男性の方が, 息こらえ, 肺活量, 及び皮脂厚(腕)

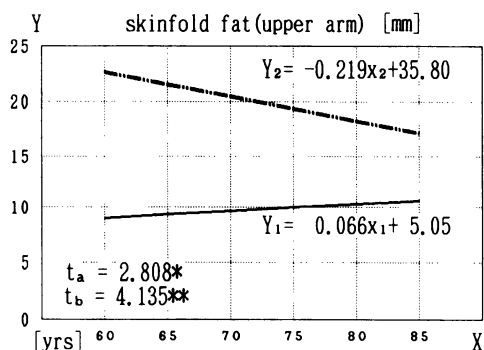
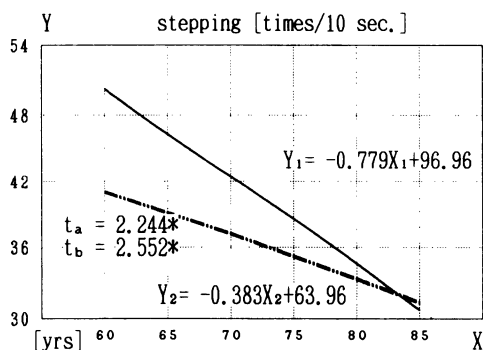
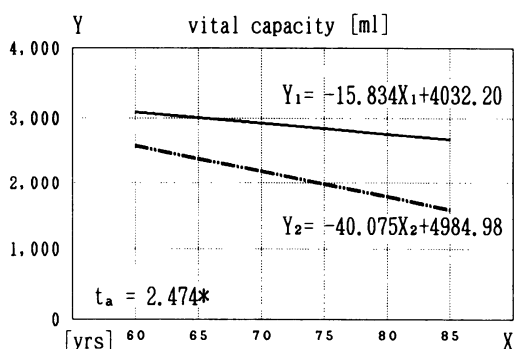
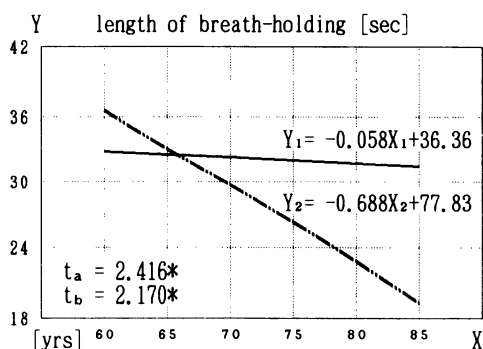
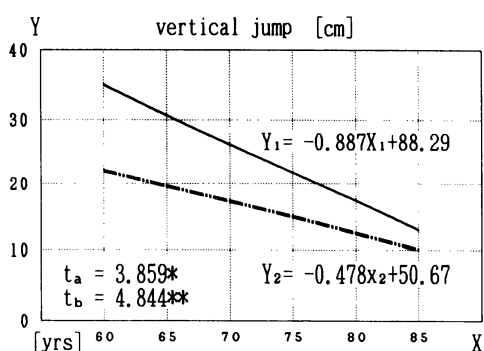
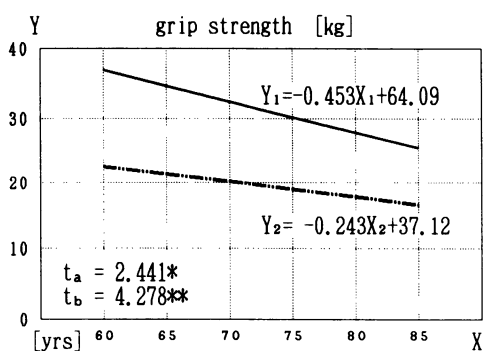


Fig. 1. Regression equation for age (X), physique, and physical fitness variable (Y)
(Only variables which sex difference for regression coefficient was significant).

Note: —: male, - - -: female. t_a indicates the result of sex difference analysis for each coefficient.
*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$.

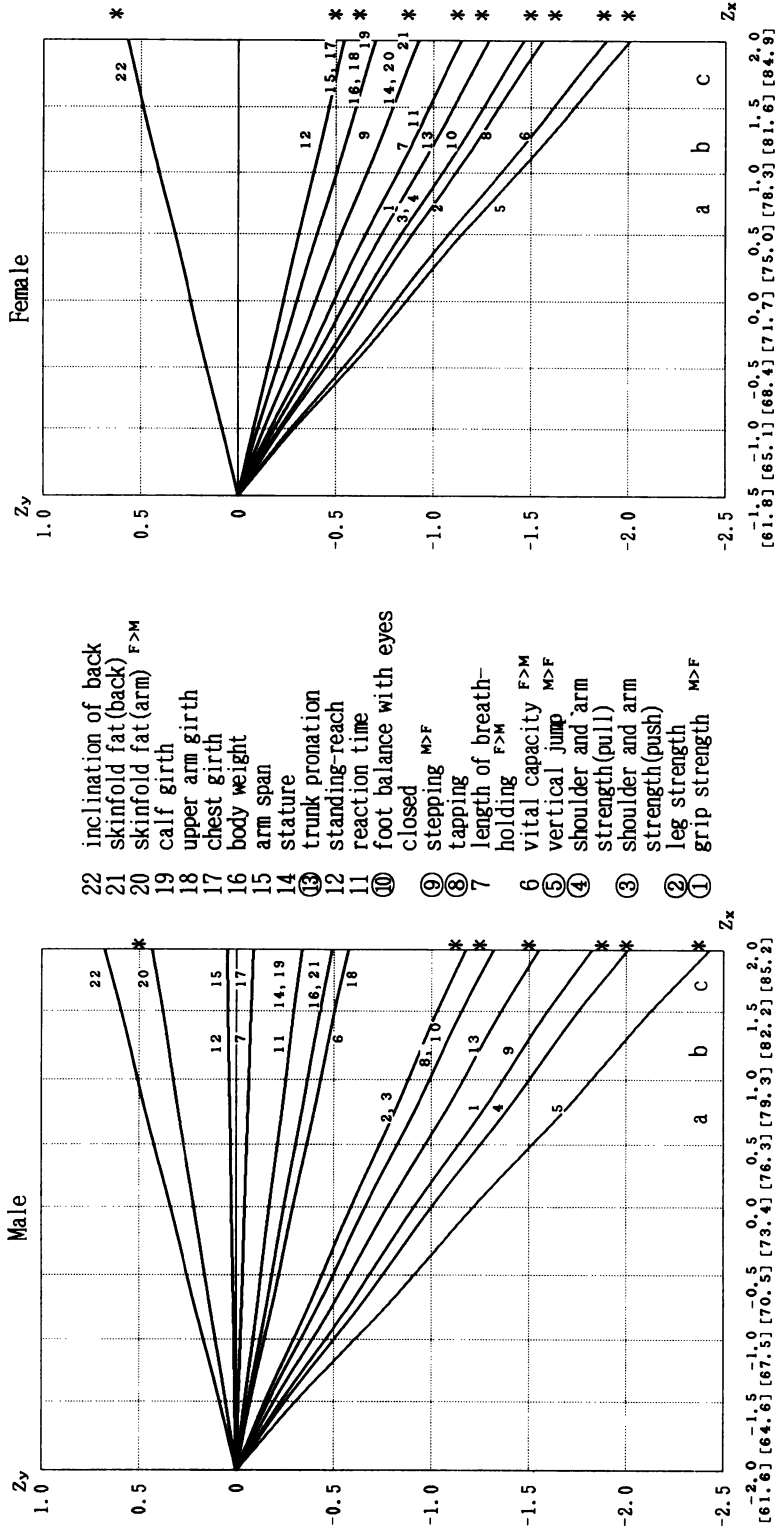


Fig. 2. A comparison of regression coefficient for age (z_x), physique and physical fitness variables (z_y).
 Note: variables (X, Y) for both males and females were standardized using the conversion equations. The conversion equation for males was $z_y = r_{xy}(z_x + 2.0)$, and $z_y = r_{xy}(z_x + 1.5)$ for females. *: significant regression coefficient ($p < 0.05$), circled variables indicate that regression coefficients for both males and females were significant. $F > M$: The score is higher for females than for males and vice versa for $M > F$ when sex difference is significant in regression coefficient. Numbers within the figures indicate variable number. a: change in muscular function (1~5), b: change in cardiorespiratory function (6 & 7), neurotic function (8~11), and joint function (12, 13), change in physique (14~22).

は女性の方が大きな値(傾斜)を示した。

これまで体力の加齢変化は、一般に体力水準が最も高い20歳代や、高齢期の初期段階である60歳を基準とし、その基準値に対する比率から比較されている^{2,11)}。図2は標準化(z変換)した年齢と各変量の値を変換式 [男性; $z_Y = r_{XY}(z_X + 2.0)$, 女性; $z_Y = r_{XY}(z_X + 1.5)$] により変換し、加齢変化の程度(回帰係数)を視覚的に示している。男性では、有意な回帰係数が認められた筋機能に関する5変量、全身反応時間を除く神経機能3変量及び体捻転は加齢による低下が大きい傾向を示した。一方、女性は全変量において回帰係数の有意性が認められ、全ての体力要因において有意な機能低下を示した。機能ごとの低下特性をみると、筋機能及び神経機能における機能低下が男女とも大きい傾向にあった。

一方、形態や体力の加齢に伴う低下は、必ずしも直線的ではなく、ある年齢段階から急激に低下、あるいは低下が停滞、緩和する可能性が考えられる^{11,23)}。そこで、回帰の曲線性を検討した結果、女性の立位体前屈にのみ曲線性が認められた。図3より、70歳までは緩やかに低下しているが、それ以降に著しい低下を示している。

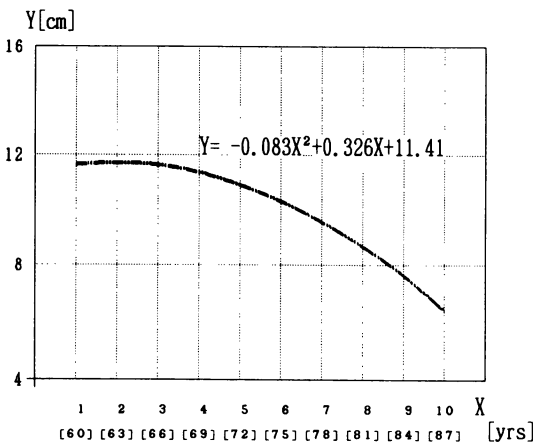


Fig. 3. Curved-line regression between age (X) and standing-reach (Y) among elderly females.

C. 基礎行動体力得点(第一主成分得点)の性別、年代別比較とその加齢変化

本研究では、13体力変量を用いて高齢者の基礎

行動体力総合指標を作成し、その性別・年代別比較及び加齢変化特性の検討を試みた。本研究では、高齢者の基礎行動体力を各体力変量の一次式で表せると仮定し、13体力変量からなる相関行列に主成分分析法を適用し、第一主成分を抽出した。表4の第一主成分の負荷量は全て有意であり、約37%の貢献度を有したことから、第一主成分を基礎行動体力因子と解釈し、完全推定法より基礎行動体力得点(FPS: Fundamental Physical-fitness Score)を算出した。次に、FPSの性別・年代別平

Table 4. Loading for principle components.

grip strength	0.835
leg strength	0.739
shoulder and arm strength(push)	0.774
shoulder and arm strength(pull)	0.833
vertical jump	0.768
vital capacity	0.757
length of breath-holding	0.463
tapping	0.477
stepping	0.449
foot balance with eyes closed	0.318
reaction time	-0.371
standing-reach	-0.179
trunk pronation	0.442
amount of contribution	4.81
percent of contribution(%)	37.00

Note: All loading scores were significant ($p < 0.05$).

Table 5. Male and female fundamental physical fitness scores (and first principle component score), age group mean scores, and two-way ANOVA results.

age-group	male		female		sex difference
	X	(SD)	X	(SD)	
60-64 yrs	75.1	(9.23)	54.0	(8.12)	M>F
65-69 yrs	70.7	(9.78)	50.7	(9.18)	M>F
70-74 yrs	62.0	(8.41)	42.5	(7.97)	M>F
75-79 yrs	57.1	(9.28)	37.8	(8.55)	M>F
80-85 yrs	50.5	(8.85)	33.7	(8.31)	M>F
total	62.1	(11.78)	44.4	(11.16)	M>F

Note: As a result of two-way ANOVA, the main effects of sex and age were both significant ($F_1 = 284.4$, $F_2 = 52.0$). Males and females between 60 and 69 had the highest scores followed by those in the 70 to 74 year-old group, 75 to 79-year-old, and the 80 to 85-year-old groups, and the greater than female score.

均値, 標準偏差を求め, 性差及び年代差を検討した. 二要因分散分析の結果(表5), 両要因に有意な主効果が認められ, 多重比較検定の結果, 性に関して, いずれの年代においても男性が女性より有意に高い値を示した. また, 年代に関して, 男女とも60歳代及び65歳代, 70歳代, 75歳代, 80歳代の順に有意に高い値を示した. 次に, 基礎行動体力の加齢変化を明らかにするため, FPSと年齢との相関係数, 直線回帰係数及び切片を算出した(図4). 男女とも中程度以上の有意な相関係数が得られ, 回帰式の切片は男性が女性よりも高値を示したが, 回帰係数に有意な性差は認められなかった. なお, 男女ともFPSの回帰の曲線性における有意性は認められなかった.

D. 運動実施指数群別の基礎行動体力得点の比較

継続的な運動習慣が基礎行動体力に及ぼす影響を検討するため, 運動実施指数(EPI)に基づき, 被験者を運動実施量の異なる3群に分類した. FPSに有意な性差及び年代差が認められ, 性及び年齢が影響すると考えられたことから, まず性の影響を取り除くために男女別に3群に分類した. さらに, 男女とも3群間の平均年齢に有意差(男性: $F=3.715$, 女性: $F=5.970$)が認められたため, 3群の回帰係数(男性: $F=0.277$, 女性: $F=0.109$)及び推定の誤差分散(男性: χ^2

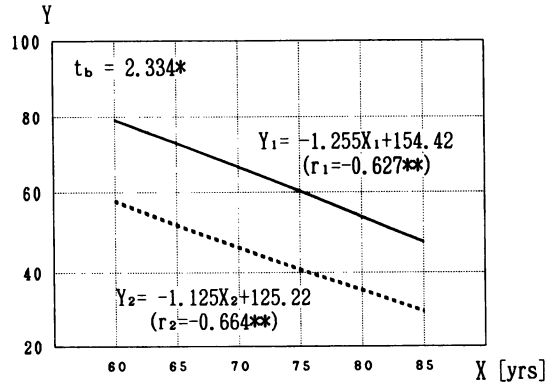


Fig. 4. A regression equation for fundamental physical fitness score (Y) and age (X). Note: * : $p < 0.05$, ** $p < 0.01$. t_b : sex difference in intercept. — : male, --- : female.

$= 2.785$, 女性: $\chi^2 = 1.948$)の同質性を確認した上で, 共分散分析法により年齢を調整し, 3群間のFPSの比較を行った. 男女ともに運動習慣の異なる3群のFPS間に有意差は認められなかった(表6).

IV. 考 察

A. 形態, 体力の性差, 加齢変化, 加齢変化特性における性差

生体の諸機能における老化現象は, 万人に共通な経年的変化であり, 体力や運動機能も同様に加齢に伴い低下することはよく知られている^{4,24}. 本研究では, 形態及び体力の性差, 加齢変化, 及

Table 6. ANCOVA analysis results of exercise performance index (EPI).

<male>						<female>							
G ₁ (n=36)		G ₂ (n=27)		G ₃ (n=34)		G ₁ (n=90)		G ₂ (n=67)		G ₃ (n=46)			
Y ₁	X ₁	Y ₂	X ₂	Y ₃	X ₃	Y ₁	X ₁	Y ₂	X ₂	Y ₃	X ₃		
62.3	71.7	63.8	74.1	60.6	75.3	44.2	69.9	45.0	73.1	44.9	73.2		
comparison of age(X)				F = 3.715*		G1 < G3		F = 5.970 *				G1 < G2, G3	
homogeneity of parametric				$\chi^2 = 2.785$		$\chi^2 = 1.948$							
homogeneity of regression				F = 0.277		F = 0.109							
coefficient													
comparison of FPF(Y)				F' = 0.722		F' = 1.093							

Note : n : number of subjects. Y : fundamental physical fitness score, X : mean age, F' : ANCOVA score with age(X) as the co-variable. * $p < 0.05$. G1 < G2, G3 : G2 and G3 are significantly greater than G1. G1 : EPI = less than 100, G2 : EPI = 100 ~ 499, G3 : EPI = 500 and above. 26 subjects who did not respond to questions about their exercise performance were omitted from analysis.

びその加齢変化特性における性差について検討した。

一般に、形態は男性の方が女性に比べて勝り^{5,19)}、女性は男性に比べて体脂肪量が多い²⁵⁾。また、身長や指極などの長育は遺伝的影響、体重や体脂肪などの量育と胸囲や上腕囲などの周育は環境的影響を受けやすく^{18,25)}、中ら¹³⁾は、周育の性差は長育や体重ほど顕著ではないと報告している。さらに、体重は体脂肪や周育と比べて身長と相関が高く¹⁹⁾、周育に関する上腕囲や下腿囲は筋タンパク量と皮脂厚(貯蔵エネルギー量)を併せた栄養状態を表す体質指標であり、男性では筋量、女性では皮脂厚が周径囲に影響を及ぼすことも報告されている²⁶⁾。出村ら²⁷⁾及び中ら¹³⁾は、体脂肪量は女性の方が男性より多く、男性では除脂肪体重が、女性では除脂肪体重と共に体脂肪量の減少が量育の減少に影響することを指摘している。本研究においても、身長、指極などの長育は男性が、皮脂厚は女性の方が高値を示し、長育及び量育と比較して周育における顕著な性差は見られなかった。上腕囲に有意な性差は認められなかったが、これは全ての年代において男性が筋力に優れる一方で、皮脂厚(腕)は女性が高値を示したことが理由の一つと考えられる。また、男女を込みにした場合に有意な年代差は認められなかったが、女性では皮脂厚(腕)が加齢と共に減少し、上腕囲と年齢との間に有意な負の相関関係が認められた。したがって、本研究においても、女性において体脂肪量の減少が量育の減少に影響することが示唆された。

加齢に伴う形態の変化に関して、花井ら¹⁹⁾、木村ら⁵⁾は身長と体重は年齢と有意な相関が認められたことを報告しているが、身長や体重以外の形態変量に関しては、加齢に伴う変化やその性差を検討した報告は殆ど見られない。本研究の結果では、体重は男女ともに、指極と上腕囲を除く形態変量は女性にのみ有意な年代差が認められ、その低下は80歳代において顕著であった。形態変量と年齢との回帰係数に有意な性差が認められたのは皮脂厚(腕)のみであったが、男性ではいずれの形態変量にも年齢との有意な相関関係が認められ

なかったのに対し、女性では全ての変量に認められた。これは小川ら²³⁾の報告と一致しており、加齢に伴う形態の変化は男性に比べて女性の方が大きく、80歳以降に顕著であると推測される。また、背傾角の有意な低下が女性において見られたが、骨塩量の低下は女性において顕著であるとの報告²⁸⁾も多く、骨密度の減少に伴う椎体の変形²⁸⁾などが老人性の円背に影響を及ぼしていると考えられ、このことが、身長の低下にも関連すると示唆される。

一方、体力に関して、青年期や壮年期では体力に性差が存在し、一般に柔軟性は女性が勝り、筋力、持久力、パワー等は男性が勝る^{13,18,19,25)}。本研究においても、筋力、パワーに関する変量、心肺機能の一つである肺活量において男性が、立位体前屈において女性が優れ、高齢期においても青年期や壮年期と同様な体力の性差が存在することが示唆される。木村ら²⁾や笠松ら¹¹⁾は、神経機能に関して、下肢の敏捷性には性差が存在し、全身及び手指の敏捷性には性差が認められないと報告している。本研究では神経機能に関して、ステップングの60歳代及び65歳代にのみ性差が認められ、タッピング、閉眼片足立ち及び全身反応時間ではいずれの年代にも有意な性差は認められなかった。これは前述の先行研究の報告を支持するものであり、高齢者において神経機能に関する性差は顕著ではないと推察される。

各体力要因は青年期以降、加齢と共に低下し、高齢期には低下が顕著になる^{17,18)}。出村ら⁴⁵⁾は、加齢に伴う低下の程度は身体機能により異なり、過去や現在の運動実施状況等にも影響を受けるとしている。家治川ら¹⁰⁾は60歳以上の一般高齢者を対象に本研究で用いた握力、垂直跳、ステップング、立位体前屈、閉眼片足立ち、及び息こらえの6項目を実施し、回帰係数より神経機能(平衡性)、筋機能及び関節機能の低下が著しいことを指摘している。また、古名ら¹²⁾も、都市及び農村地域の一般高齢者を対象に同様の体力、運動能力テストを実施した結果、全体的傾向として、加齢に伴う体力の低下が認められ、特に神経機能(平衡性)は年齢と負の高い関係を示し、75歳以降の

高齢後期に低下が著しいことを報告している。これまでの多くの研究^{11,13,19,27,29,30)}より、高齢者において、筋機能(握力, 脚筋力, 垂直跳)の中でも特に下肢の筋機能に関する変量(垂直跳)^{2,29,31,32)}や神経機能(四肢及び全身の敏捷性, 平衡性)^{33~35)}, 関節機能(体前屈)^{2,9,11,19)}は加齢に伴う低下が顕著であると推測される。

本研究の結果では、男女の立位体前屈, 男性の肺活量, 息こらえ及び全身反応時間を除く変量に有意な年代差が認められ, 男性における筋機能, 神経機能, 柔軟性, 及び女性の全変量に年齢との有意な相関関係が認められた。男女共に有意な年代差が認められ, 年齢との相関も有意であった変量は, 筋機能, パワー, 四肢の敏捷性, 平衡性, 及び柔軟性(体幹の捻転)に関する変量であり, 従来の報告を支持する結果と考えられる。体力の低下特性に関して体力要因ごとに特徴的な傾向はないが, 多くの体力要因において70歳代以降に有意な低下が生じると推測される。また, 女性では全ての体力変量において年齢との相関が有意であったのに対し, 男性では, 筋機能, 神経機能など一部の変量に限られたこと, 握力, 垂直跳, 息こらえ, 肺活量, ステッピングにおいて年齢との回帰係数に有意な性差が認められたことから, 加齢に伴う低下は, 体力要因間で異なるだけでなく, 男女間でも異なると推測される。

今回, 立位体前屈では有意な年代差はなく性差のみが認められ, 体捻転では有意な年代差のみが認められた。立位体前屈に関しては, 加齢に伴う低下がこれまでに報告されている¹⁰⁾。本研究では, 男女込みにした場合に有意な年代差は認められなかったが, 女性では, 有意な回帰の曲線性が認められ, 加齢に伴い低下する傾向にあると推察される。体捻転は, 立位体前屈や長座体前屈と比較して高齢者の体力測定変量としての利用頻度が低く, その加齢変化はあまり報告されていない。今回, 性差が認められず, 男女ともに年代差が認められたことから, 高齢者における柔軟性の評価変量としての有効性が示唆された。

B. 基礎行動体力における加齢変化とその性差
体力の各構成要素別の加齢変化の検討と共に, 日常生活に必要な基礎的体力の加齢変化の検討も重要と考えられる。Schmidt³⁶⁾や金⁸⁾は, 若年者に認められる運動能力(機能)の特異性は加齢に伴って変化し, 分化していた各運動能力の融合と考えられる一般運動能力(general motor ability)の各運動能力に対する寄与が相対的に増加すると報告している。本研究では, 上述した一般運動能力に該当するものとして, 全ての体力変量と有意な相関係数を示す第一主成分を基礎行動体力と解釈した。Nakamura^ら⁴⁾や田中^ら³⁾も同様な手順により「活力年齢」や「体力年齢」なる総合的な体力水準の指標を算出している。本研究の基礎行動体力得点(以下FPS)は13変量に共通する最大の分散を示し, 高齢者の体力を評価する上で有効な指標と判断した^{3,8)}。

形態及び体力変量と同様, 基礎行動体力における性差, 加齢変化, 及びその変化特性における性差を検討した結果, 男女とも基礎行動体力は加齢に伴い低下するが, 低下特性に性差はないと考えられる。また, 60歳代から80歳代までの高齢期においても男性は女性に比べて基礎行動体力に優れると推察される。一般に平均寿命は女性が男性に比べ長い¹⁾。基礎行動体力の指標としたFPSは, 行動体力を代表する13変量とその係数による一次式から算出されるため, 女性に比べて男性の方が優れる筋機能や心肺機能(肺活量)などが大きく影響する。また防衛体力を代表する変量は含まれていない。つまり, FPSは前述の「活力年齢」や「体力年齢」と共に, 寿命(life span)よりも, 活動性豊かな自立した日常生活を送るための健康度や老化度の指標と考えるべきであろう。

C. 継続的な運動実施が高齢者の基礎行動体力に及ぼす影響

身体機能の変化は, 遺伝的な素因と環境要因によって決定される¹⁸⁾が, 高齢者においては環境要因の影響が大きく, それが高齢者における体力, 健康状態の個人差を大きくする背景と考えられている³⁷⁾。環境要因の一つである運動習慣の影響

については、青年期から壮年期を対象に日常的に運動を実践している者が、運動習慣のない者に比べて健康や体力的に優れるとの報告も多い^{5,10,14,15,38}。Fiatarone ら⁶は、加齢に伴う体力低下が著しい高齢者においてもトレーニングの実施により、筋機能の改善がみられることを報告している。また、Voorrips ら³⁸、Baylor³³ら、Sprirduso ら^{34,39}は神経機能、柔軟性や筋力、筋持久力の機能低下と身体活動水準との関連を指摘し、高齢期からの健康・スポーツ教室参加が、諸機能の維持、低下遅延に十分な効果を認めたとの報告も多い^{16,40~43}。これに対して、青木⁴⁴は、日頃の運動実施内容に関してその強度や実施時間の点から、体力や自覚的健康度に必ずしも十分な影響を与えないことを報告し、小笠原ら⁴⁰も高齢者の体操教室参加前後における健康度自己評価の変化を調べた結果、その改善はわずかであったことを指摘している。Barry ら³⁵もバランス能力において、運動経験による差が認められなかったことを報告している。このように、継続的な運動実施が体力に及ぼす影響については、その実施内容(強度、時間)や対象の違いにより、必ずしも一致した見解が得られていない。さらに、多くの研究は運動の効果を体力要因ごとに検討しており^{6,16,33~35,38~43}、総合的な体力(基礎行動体力や一般運動能力)といった観点からは十分検討されていない。

本研究では、被験者の運動実施頻度とその運動の継続年数から、被験者の現時点までの運動習慣の推定値を算出し、継続的な運動実施状況の違いによる基礎行動体力の差異を検討したが、日頃の継続的な運動実施の多い者が必ずしも基礎行動体力に優れる傾向は認められなかった。この点について、本研究の被験者が地域自治体の主催する生涯学習講座(高年大学など)や長寿祭に参加している高齢者であり、全ての形態、体力変量の測定が可能な比較的健康な者であったこと、継続的な運動習慣を持たない者の割合は、男女ともに非常に少数であったこと、さらに、スポーツ・運動以外にも体を動かす余暇活動や仕事、奉仕活動を行っている者が半数を占めていることなどが影響した

と考えられる。つまり、運動習慣の有無が体力水準に及ぼす影響を検討した場合とは異なり、本研究の被験者のように、日頃から活動的で健常な高齢者の場合、体力水準が比較的高いために、運動実施の程度の違いが体力水準の差異として顕著には現れなかったと推測される。体力に及ぼす影響としては、運動実施の頻度や時間の条件よりも、運動実施の有無や行っている運動の内容・その強度が大きく関与するとの報告²⁰もあり、今後は、運動の内容や強度を考慮した検討が必要と考えられる。

V. ま と め

本研究の目的は、60歳以上の健康な高齢者を対象に形態及び体力における加齢変化の特徴とその性差を明らかにし、併せて継続的な運動習慣が基礎行動体力の維持・低下遅延に及ぼす影響を検討することであった。本研究における被験者、テスト変量及び解析方法のもとで以下のことが明らかにされた。

1. 形態に関して、長育は男性、皮脂厚は女性が高値を示し、長育及び量育と比較して周育の性差は顕著ではない。加齢に伴う形態の変化は男性に比べて女性の方が大きく、その変化は80歳以降に顕著である。

2. 体力に関して、男性は筋機能及び肺活量、女性は立位体前屈に優れ、神経機能に顕著な性差は認められない。加齢に伴う体力の低下は、体力要因間及び男女間で異なる。すなわち、男性は筋機能、神経機能、関節機能、女性は体力要因全般において年齢と有意な関係にあり、筋機能(握力、垂直跳)、心肺機能(息こらえ及び肺活量)、神経機能(ステップング)における加齢に伴う低下傾向は男女で異なる。

3. 基礎行動体力は男性が女性に勝り、男女共に加齢に伴い低下するが、その低下傾向に性差はない。

4. 継続的な運動習慣を有する活動的で健常な高齢者において、運動実施量の違いによる基礎行動体力の差異は見られない。

(受理日 平成10年8月17日)

VI. 文 献

- 1) 財団法人厚生統計協会: 国民衛生の動向. 厚生指
標(臨時増刊)(1996)43(9): 82.
- 2) 木村みさか・平川和文・奥野 直・小田慶喜・森
本武利・木谷輝夫・藤田大祐・永田久紀: 体力診断
バッテリーテストからみた高齢者の体力測定値の
分布および年齢との関連. 体力科学(1989)38: 175-
185.
- 3) 田中喜代次・李 美淑: 高齢社会における健康・体
力評価の意義. 筑波大学体育科学系紀要(1995)18:
27-36.
- 4) Nakamura, E. and Hatasa, Y: The physical fitness
ages of middle-aged and old people in relation to
motor fitness. In Broekhoff, J., Ellis, M. J. and
Tripps, D. G., Sport and Aging, Human Kinetic Pub.,
Champaign(1986)265-272.
- 5) 木村みさか・森本好子・寺田光世: 都市在住高齢者
の運動習慣と体力診断バッテリーテストによる体
力. 体力科学(1991)40: 455-464.
- 6) Fiatarone, M., O'Neill, E. F., Ryan, N. D., Clements,
K. M.: Exercise training and nutritional supple-
mentation for physical frailty in very elderly peo-
ple. N. Engl. J. Med.(1994)330: 1769-1775.
- 7) 李 美淑・松浦義行・田中喜代次: 中高年者の体力
年齢の評価. 体力科学(1993)42: 59-68.
- 8) 金禧植・田中喜代次: 高齢者の活動能力の評価モデ
ル. 体力科学(1994)43: 361-369.
- 9) 木村みさか・新井多聞・筒井康子・北村孝子・小
島俊昭・永田久紀: 高齢者を対象にした体力測定
の試み—65歳以上高齢者の体力の現状—. 日本公衛
誌(1987)34: 33-40.
- 10) 家政川豊・加納哲也・平川和文・岡田修一・小田
慶喜・高田義弘: 高齢者に必要な体力要素の研究.
大阪ガスグループ福祉財団研究調査報告集(1989)
2: 97-103.
- 11) 衣笠 隆・長崎 浩・伊東 元・橋詰 譲・古名
丈人・丸山仁司: 男性(18~83歳)を対象にした運動
能力の加齢変化の研究. 体力科学(1994)43: 343-
351.
- 12) 古名丈人・長崎 浩・伊東 元・橋詰 譲・衣笠
隆・丸山仁司: 都市および農村地域における高齢者
の運動能力. 体力科学(1995)44: 347-356.
- 13) 中比呂志・出村慎一・松沢甚三郎: 高齢者における
体格・体力の加齢に伴う変化及びその性差. 体育
学研究(1997)42: 84-96.
- 14) 宮口和義・出村慎一・宮口尚義: 高齢ゲートボール
愛好者の体力特性. 体力科学(1990)39: 262-269.
- 15) 山内武巳・小川勝之・松井 健・石河利寛・荻野
博子: 中高年女子の日常活動状況と体力の関係につ
いて. 中京大学体育研究所紀要(1993)7: 27-31.
- 16) 錦織美鈴・木原勇夫: 健康体操教室参加が高齢者の
体力に及ぼす影響. 島根医科大学 紀要(1996)19:
39-41.
- 17) 樋口 満: 高齢者の体力. 体育の科学(1990)40:
918-923.
- 18) 松浦義行: 体力の発達, 朝倉書店, 東京(1989).
- 19) 花井忠征・古田善伯・大森正英・井上広国・水野
敏明・森基要・岩田弘敏: 高齢者の体力水準と体力
評価基準の作成. 教育医学(1996)41: 331-341.
- 20) 岡本幹三・陶山昭彦・森尾真介・中山英明・能勢
隆之・小田清一: 健康体力指数に関する研究(第2
報)運動習慣の総合評価に関する研究—運動量点数
の設定について—. 日本公衛誌(1988)36: 783-789.
- 21) Sallis, JF: Physical activity assessment methodology
in the five-city project. Am.J.Epidemiol. (1985)121:
91-106.
- 22) 手島陸久・冷水 豊: 高齢者の余暇活動の測定に関
する研究. 社会老年学(1993)35: 19-31.
- 23) 小川清一・岡本幹三: 日本人の体力標準値の設定に
関する研究. 厚生指標(1989)40: 20-29.
- 24) Evans, WJ, CN Meredith: Exercise and nutrition in
the elderly. In: Nutrition, Aging, and the Elderly,
HN Munro, DE Danford (Eds), New York: Plenum
Press(1989)pp. 89-128.
- 25) 東京都立大学体育学研究室編: 日本人の体力標準
値・第4版, 不昧堂出版, 東京(1989).
- 26) 数間恵子・佐藤禮子・石黒義彦: 老人における栄養
状態評価指標としての上腕計測値の検討, 日本看
護学会誌(1988)8: 9-16.
- 27) 出村慎一・中比呂志・春日晃章・松沢甚三郎: 女性
高齢者における体力因子構造と基礎体力評価のた
めの組テストの作成. 体育学研究(1996)41: 115-
127.
- 28) 森 諭史・真 柴賛・乗松尋道: 骨の代謝メカニ
ズム—運動が骨動態に与える影響について—. 臨床
スポーツ医学(1994)11: 1233-1238.
- 29) 永田 晟: 高齢者の神経・筋機能からみた体力. 臨
床スポーツ医学(1992)9: 556-562.
- 30) 宮崎義憲・栗原三保子・大山恵美子: 中高年女性の
運動習慣がバランス能力に及ぼす影響について.
デサントスポーツ科学(1995)14: 267-273.
- 31) Aniansson, A., Grimby, G. Hedberg, M.: Compensa-
tory muscle fiber hypertrophy in elderly men. J.
Appl. Physiol.(1992)73: 812-816.
- 32) Frontera, WA, Hughes, VA, Lutz, KJ, Evans, WJ: A
cross-sectional study of muscle strength and mass
in 45- to 78-yr-old men and women. J. Appl. Phy-
siol.(1991)71: 644-650.
- 33) Baylor AM, WW Sprirduso: Sytematic aerobic exer-
cise and components of reaction time in older
women. J. Gerontol.(1988)43: 121-126.
- 34) Sprirduso, WW: Reaction time and movement time
as a function of age and Physical activity level. J.
Gerontol.(1975)30: 435-440.
- 35) Barry, AJ, JR Steinmentz, HF Page, K Rodahl: The
effects of physical conditioning on older individuals.
II. motor performance and cognitive function. J.
Gerontol.(1996)21: 192-199.
- 36) Schmidt, R. A: Motor control and Learning. 2nd ed.,
Human Kinetics, Illinois(1988)312-320.
- 37) Paffenbarger, R. S. Jr., Hyde, R. Tand Wing AL:
Physical activity and physical fitnessas determi-

- nants of health and longevity (1995). [in] Exercise, Fitness, and Health, [Ed] Boucard, C., Shephard, R. J., Stephens, T., Sutton, J. R., Mepheron, B. D., Champaign, Illinois, Human Kinetics. pp.33-48.
- 38) Voorrips, I. E., K. A. P. M. Lemmink, M. J. G. Van Heuvelen, P. Bult and W. A. Van Staveren: The physical condition of elderly women differing in habitual physical activity. *Med. Sci. Sports. Exerc.* (1993) **25**: 1152-1157.
- 39) Sprirduso, WW, P. Clifford: Replication of age and physical activity effects on reaction and movement time. *J. Gerontol.* (1978) **33**: 435-440.
- 40) 小笠原悦子・佐藤久夫・日高 登・村澤裕啓・山本茂夫: 高齢者の体操教室—その健康・体力・医療費への影響—. *社会老年学*(1993) **18**: 80-89.
- 41) Dustman, RE, RO Ruhling, EM Russell, DE Shearer, HW Bonekat, JW Shigeoka, JS Wood, DC Bradford: Aerobic exercise training and improved neuropsychological function of older individuals. *Neurobiol. Aging*(1984) **5**: 35-42.
- 42) Rikli, RE, DJ Edwards: Effects of a three-year exercise program on motor function and cognitive processing speed in older women. *Res. Quart. Exerc., Sport*(1991) **62**: 61-67.
- 43) Welford, AT: Reaction time, speed of performance, and age. *Ann. N. Y. Academy. Sci.*(1988) **515**: 1-17.
- 44) 青木邦男: 高齢者の自覚的健康度に関連する要因. *体育学研究*(1994) **38**: 375-386.
- 45) 出村慎一・春日晃章・松沢基三郎・郷司文男: 女性高齢者の基礎体力と健康状態, 日常生活活動, および食生活の関係. *体力科学*(1998) **47**, 231-244.