

## 中高齢者の歩行の特徴

富田大輔\* 伊藤 聖\*\* 湯浅景元\*\*\*

### Characteristics of walking in middle and old age

Daisuke TOMITA, Hijiri ITO and Kagemoto YUASA

#### Abstract

The purpose of this study was to analyze walking in middle age, old age and youth and explain characteristics of each through a comparison by age. The subjects were 107 middle-age and elderly people (47 male and 60 female) and 17 university students (9 male and 8 female) in the physical education course. Experiment was to film walking from side with digital video camera. We then measured pace and pitch, and obtained the following results.

- (1) Pitch was fastest in those in their twenties, and slowed more and more with age. Females were faster than males. Especially, in their seventies were faster than males in their sixties.
- (2) Pace was widest in these in their twenties. Pace was longer in males than females, and narrowed with age
- (3) Pace and step frequency showed negative correlations with age

#### I. 緒言

これから高齢化社会を迎えるであろう日本では、高齢化社会に向けての様々な取り組みがなされている。特に重要視されているのが健康問題である。その中で注目を浴びているのがウォーキングである<sup>1)</sup>。ウォーキングはエアロビックエクササイズであり、様々な効果が期待できる上に、誰にでも、手軽に、安全に行うことができるといった様々な長所があるので幅広く取り入れられている。しかし、近年、中高齢者を中心にウォーキング中の転倒事故も増加している。さらに、ウォーキング中だけではなく、日常生活の中の高齢者の転倒事故が増加して

おり、今現在、高齢者の転倒事故は問題となっている。高齢者の場合、転倒により大腿骨を骨折してしまい寝たきりになったり、死亡事故につながったりとその問題は深刻である<sup>2)</sup>。

高齢者の転倒の原因は加齢に伴う身体の諸機能、特に下肢の機能の衰えによるものである<sup>3)</sup>。近年、高齢者の歩行について様々な研究が行われてきた<sup>4),5),6)</sup>。しかし、それらは多くは少人数での研究で、多人数の高齢者を対照に研究をした文献は少ない。

そこで、本研究は107名の高齢者の歩行を分析し、その結果を青年の歩行と比較し、高齢者の歩行の特徴を明らかにすることにした。さらに、被験者を年代別に分け、加齢との関係につ

\*体育学部研究生, \*\*春日井市社会・スポーツ振興協会, \*\*\*体育学部教授

いて明らかにすることも行った。

## Ⅱ. 方法

### 1) 実験

本研究の被験者は35歳以上の107名の男女(年齢65.0歳±7.4歳、身長157.9 cm±8.3 cm、体重57.7 ±10.9 kg)であった。内訳は男性が47名(年齢68.7歳±4.8歳、身長165.1 cm±5.3 cm、体重63.2±9.6 kg)、女性が60名(年齢62.3歳±7.8歳、身長152.4 cm±5.6 cm、体重53.5±9.9 kg)であった。これらの被験者は春日井市福祉の里レインボープラザにおいて健康管理のため日頃から運動を行っており、本実験に随意的に参加してくれた。被験者には事前に本実験で行う内容を説明した上で、同意した者たちに参加してもらった。実験は床に幅5 cm、長さ5 mの布テープを1 m間隔で2本貼り、2本のテープの間を歩行してもらった。歩行は「普通歩き」「早歩き」の二つで、それぞれ被験者の任意の速さで歩行してもらった。歩行中のフォームを真横からデジタルビデオカメラで撮影し、映像から歩幅とピッチを測定した。さらにC大学体育学部所属で21~23歳までの17名の男女(21.3±0.6歳、身長165.8±9.7 cm、体重59.4±9.2 kg)にも同じ方法で実験を行った。なお、男子9名(年齢21.4±0.7歳、身長

172.4±5.2 cm、体重59.4±9.2 kg)、女子8名(年齢21.1±0.4歳、身長158.3±8.1 cm、体重52.0±7.3 kg)であった。各年代の被験者のデータは表1に示した(表1)。

### 2) 撮影

歩行動作の撮影は1台のデジタルビデオカメラ(DCR-PC105K SONY社製)を用いて、毎秒30コマ、シャッタースピード1/1000秒で行った。カメラは被験者に歩いてもらう幅1メートル、長さ5 mの歩行スペースの中心から、床に貼ったテープに対して垂直方向に、被験者が進行方向に向かって右側5 m、高さ0.9 mに設置した(図1)。

### 3) データ分析

1台のデジタルビデオカメラから得た歩行動作の映像をVTR(HV-SX200 MITSUBISHI社製)からPC(Power Macintosh, Apple社製)のディスプレイモニター(iiyama社製)上で、ビデオプレーヤ(Appleビデオプレーヤ Version J1-1.6.3)を用い、再生、停止し左右の踏み出しのピッチを求め、ソフトウェア「マックドロー Pro1.5v1」を用いて画面中の身長、歩幅を求めた。ピッチは足が地面から離れる2コマ前から、離れた足が地面に接地し再び離れる2コマ前を1ストロークとして、その間のコマ数を

表1 年代別 被験者データ

年代	被験者数	年齢	身長	体重
20代	17	21.3±0.6	165.8±9.7	59.4±9.2
男性	9	21.4±0.7	172.4±5.2	65.9±4.7
女性	8	21.1±0.4	158.5±8.7	52.6±7.7
30代、40代	3	40.0±4.4	160.3±4.8	55.7±0.6
50代	9	52.7±1.6	154.8±4.2	52.7±7.9
60代	67	64.4±2.7	156.9±8.4	57.7±11.1
男性	27	65.3±2.5	164.7±5.5	64.1±9.3
女性	40	63.9±2.7	151.7±5.4	53.5±10.2
70代	28	73.1±2.5	161.0±8.8	59.8±11.6
男性	20	73.5±2.6	165.2±5.2	62.0±10.0
女性	8	72.3±2.1	150.5±6.7	54.3±14.2

(単位：人)

(単位：歳)

(単位：cm)

(単位：kg)

\*30代、40代、50代の被験者は女性のみ。

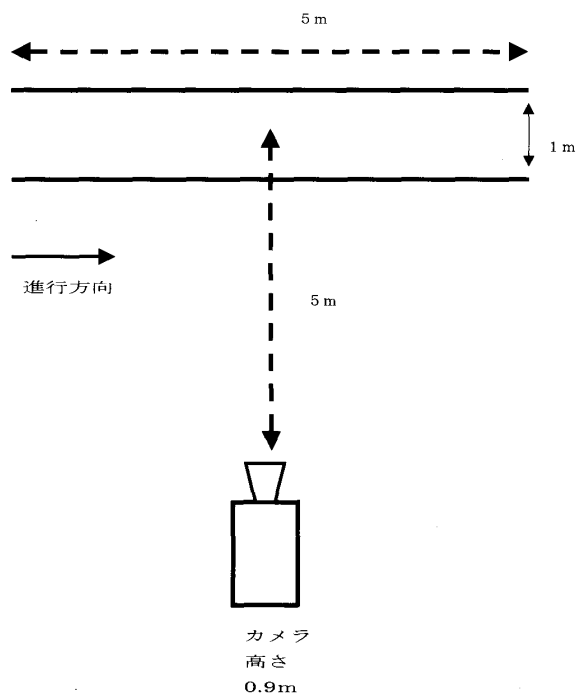


図1 カメラ配置

求めた。歩幅は踏み出した足が地面に接地し、重心が後方から前方に移動する瞬間の静止画像から踏み出し足の踵から支持足の踵までの距離を測定した。また、画像と実際の大きさを較正するため、最初に進行方向を向いて立位で静止してもらい、被験者の実際の身長と立位静止時の画面上の身長との比率を求め、測定した。また、ステップ頻度は左右の脚の平均ピッチから、歩行速度はステップ頻度と歩幅の積から決定されることにより<sup>3)</sup>、ステップ頻度と歩幅の

左右の足の平均から求めた。

### Ⅲ. 結果と考察

全被験者では、ピッチは普通歩きでは、右足と左足ともに $0.55 \pm 0.07$  sec、早歩きでは右足 $0.48 \pm 0.08$  sec、左足 $0.48 \pm 0.07$  secであった。歩幅は普通歩きでは右足 $70.5 \pm 8.8$  cm、左足 $71.2 \pm 8.2$  cmであった。早歩きでは右足 $82.0 \pm 10.5$  cm、左足 $82.3 \pm 10.9$  cmであった。全男性の平均は、ピッチは普通歩きでは右足 $0.58 \pm 0.07$  sec、左足 $0.58 \pm 0.08$  sec、早歩きでは、右足 $0.51 \pm 0.09$  sec、左足 $0.50 \pm 0.07$  secであった。歩幅は普通歩きでは右足 $73.1 \pm 9.0$  cm、左足 $73.9 \pm 7.9$  cm、早歩きでは右足 $86.3 \pm 10.7$  cm、左足 $87.5 \pm 11.4$  cmであった。全女性平均では、ピッチは普通歩きでは右足、左足ともに $0.53 \pm 0.05$  sec、早歩きでは右足、左足ともに $0.45 \pm 0.05$  secであった。歩幅は普通歩きは右足 $68.2 \pm 8.5$  cm、左足 $68.9 \pm 8.0$  cm、早歩きでは右足 $78.4 \pm 9.1$  cm、左足 $78.1 \pm 8.6$  cmであった。結果から、ステップ頻度は、全被験者では $1.83 \pm 0.20$  steps/s、全男性平均では $1.75 \pm 0.19$  steps/s、全女性平均では $1.90 \pm 0.17$  steps/s。歩行速度は、全被験者では $1.30 \pm 0.21$  m/s、全男性平均では、 $1.29 \pm 0.23$  m/s、女性平均は $1.30 \pm 0.20$  m/sであった。各年代別の結果は表2～5に示した。(表

表2 年代別 ピッチとステップ頻度の平均 (普通歩き)

年代	被験者数	右足 (標準偏差)	左足 (標準偏差)	左右差 (標準偏差)	ステップ頻度 (標準偏差)
20代	17	0.52 (0.06)	0.52 (0.06)	0.02 (0.03)	1.95 (0.19)
男性	9	0.53 (0.04)	0.53 (0.03)	0.02 (0.02)	1.90 (0.12)
女性	8	0.50 (0.02)	0.50 (0.03)	0.01 (0.02)	2.03 (0.14)
30代、40代	3	0.53 (0.03)	0.54 (0.08)	0.03 (0.03)	1.87 (0.17)
50代	9	0.54 (0.06)	0.55 (0.06)	0.02 (0.02)	1.86 (0.19)
60代	67	0.55 (0.05)	0.55 (0.05)	0.02 (0.02)	1.85 (0.17)
男性	27	0.57 (0.04)	0.57 (0.04)	0.03 (0.02)	1.77 (0.12)
女性	40	0.53 (0.06)	0.53 (0.05)	0.02 (0.02)	1.89 (0.19)
70代	28	0.60 (0.09)	0.60 (0.10)	0.02 (0.02)	1.70 (0.23)
男性	20	0.63 (0.09)	0.62 (0.11)	0.02 (0.03)	1.64 (0.23)
女性	8	0.55 (0.05)	0.55 (0.05)	0.02 (0.02)	1.84 (0.16)

(単位: 人)

(単位: 秒)

(単位: steps/s)

\*30、40、50代の被験者は女性のみ。

表3 年代別 ピッチとステップ頻度の平均（早歩き）

年代	被験者数	右足 (標準偏差)	左足 (標準偏差)	左右差 (標準偏差)	ステップ頻度 (標準偏差)
20代	17	0.43 (0.05)	0.43 (0.05)	0.02 (0.03)	2.36 (0.31)
男性	9	0.46 (0.03)	0.45 (0.03)	0.01 (0.02)	2.21 (0.15)
女性	8	0.40 (0.06)	0.40 (0.06)	0.03 (0.04)	2.55 (0.40)
30代、40代	3	0.44 (0.07)	0.46 (0.08)	0.01 (0.02)	2.27 (0.41)
50代	9	0.45 (0.06)	0.45 (0.06)	0.01 (0.02)	2.27 (0.34)
60代	67	0.48 (0.05)	0.48 (0.05)	0.02 (0.02)	2.13 (0.21)
男性	27	0.50 (0.05)	0.50 (0.05)	0.02 (0.03)	2.03 (0.21)
女性	40	0.46 (0.04)	0.46 (0.05)	0.02 (0.02)	2.19 (0.19)
70代	28	0.52 (0.12)	0.50 (0.09)	0.03 (0.04)	2.02 (0.29)
男性	20	0.54 (0.13)	0.52 (0.10)	0.03 (0.05)	1.95 (0.29)
女性	8	0.46 (0.05)	0.47 (0.05)	0.02 (0.02)	2.19 (0.25)

(単位：人)

(単位：秒)

(単位：steps/s)

\*30、40、50代の被験者は女性のみ。

表4 年代別 歩幅と歩行速度の平均（普通歩き）

年代	被験者数	右足 (標準偏差)	左足 (標準偏差)	左右差 (標準偏差)	歩行速度 (標準偏差)
20代	17	76.1 (5.3)	77.2 (7.4)	3.2 (2.3)	1.49 (0.13)
男性	9	76.3 (8.2)	78.7 (6.7)	2.4 (3.1)	1.47 (0.19)
女性	8	76.0 (4.2)	75.6 (6.0)	4.2 (3.1)	1.52 (0.09)
30代、40代	3	72.2 (3.3)	73.4 (5.2)	1.2 (2.1)	1.36 (0.06)
50代	9	65.7 (5.1)	64.6 (4.8)	4.3 (3.0)	1.21 (0.14)
60代	67	70.7 (8.9)	71.9 (8.4)	3.3 (3.3)	1.32 (0.20)
男性	27	74.3 (8.0)	75.4 (7.3)	2.7 (3.1)	1.33 (0.19)
女性	40	68.5 (8.7)	69.6 (8.5)	3.7 (3.4)	1.31 (0.21)
70代	28	68.1 (9.8)	67.6 (6.9)	5.1 (2.7)	1.15 (0.23)
男性	20	70.0 (9.9)	69.2 (7.3)	5.0 (2.4)	1.15 (0.25)
女性	8	63.4 (8.3)	63.4 (8.3)	5.3 (3.3)	1.17 (0.17)

(単位：人)

(単位：cm)

(単位：m/s)

\*30、40、50代の被験者は女性のみ。

表5 年代別 歩幅と歩行速度の平均（早歩き）

年代	被験者数	右足 (標準偏差)	左足 (標準偏差)	左右差 (標準偏差)	歩行速度 (標準偏差)
20代	17	90.2 (8.1)	91.1 (10.3)	3.4 (4.0)	2.13 (0.27)
男性	9	95.0 (6.5)	97.5 (7.8)	3.2 (3.4)	2.13 (0.22)
女性	8	84.0 (6.3)	83.0 (8.1)	4.2 (5.0)	2.13 (0.22)
30代、40代	3	83.2 (6.9)	82.0 (12.4)	3.6 (3.6)	1.87 (0.04)
50代	9	76.2 (7.8)	77.4 (6.3)	5.2 (3.6)	1.74 (0.02)
60代	67	81.8 (10.3)	82.0 (10.4)	3.7 (4.6)	1.74 (0.02)
男性	27	86.9 (8.5)	88.4 (8.9)	4.5 (5.8)	1.78 (0.02)
女性	40	78.7 (9.9)	77.8 (9.2)	3.1 (3.6)	1.71 (0.02)
70代	28	79.3 (10.9)	79.3 (11.1)	3.8 (3.5)	1.60 (0.03)
男性	20	81.4 (12.1)	81.2 (12.3)	4.5 (3.3)	1.59 (0.03)
女性	8	74.0 (3.7)	74.5 (4.9)	2.2 (3.8)	1.62 (0.01)

(単位：人)

(単位：cm)

(単位：m/s)

\*30、40、50代の被験者は女性のみ。

2、3、4、5) ピッチにおいては普通歩き、早歩きともに20代が最も短かった。また男女間での比較ではどの年代も男性よりも女性の方がピッチは短かった。歩幅においては、普通歩き、早歩きともに20代の平均が最も大きかった。男女で比較すると、どの年代においても男性の方が大きかった。ピッチ、歩幅どちらにおいても70代の女性の記録が60代の男性の記録を上回った。ステップ頻度、歩行速度においても、20代がどちらの歩き方でも大きい結果であった。

さらに、加齢での歩行への影響を考えると、年齢の増加とともにピッチは増加し、歩幅は減少した。(図2、3) 図2、3のような加齢に伴う速度低下は Himann ら<sup>7)</sup>などにより報告され

ている。歩行速度はステップ頻度と歩幅の積で決定されることから<sup>3)</sup>、速度低下の原因として、ステップ頻度と歩幅にどのような関係があるか様々な説が言われている<sup>3)</sup>。そこで、歩行に関係してくるであろう、年齢とステップ頻度、年齢と歩幅において相関を出した。その結果は図4～7に示した。(図4～7) 年齢とのそれぞれの相関係数は普通歩きにおいては、ステップ頻度 (-0.33)、歩幅 (-0.26)。早歩きにおいては、ステップ頻度 (-0.39)、歩幅 (-0.30) だった。それぞれも相関係数に対してt検定を行った結果、それぞれは相関があると思われる ( $p < 0.05$ )。最近では歩幅の影響が大きいとの見方が強い<sup>3)</sup>が、今研究ではステップ頻度のほうが大きな相関が出た。しかし、さほ

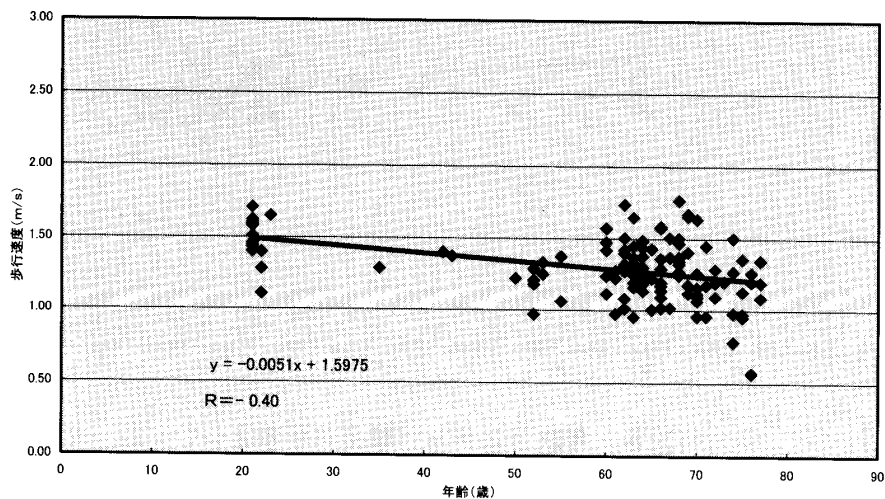


図2 年齢と歩行速度 (普通歩き)

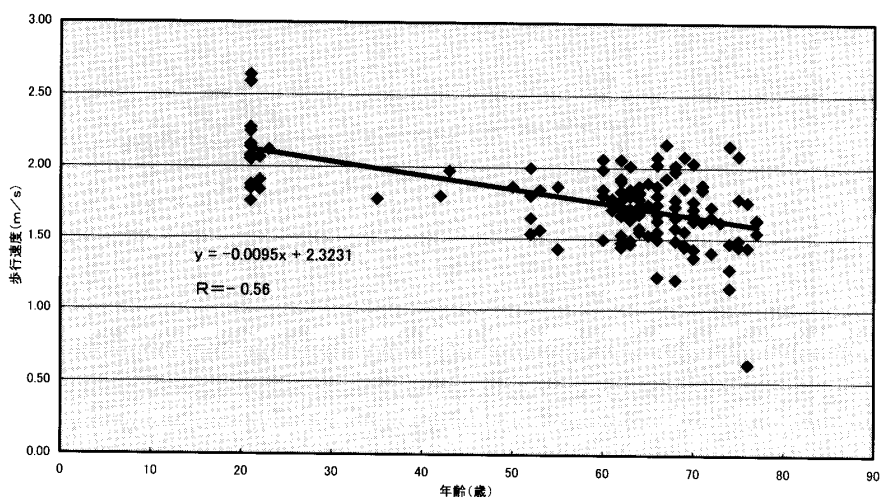


図3 年齢と歩行速度 (早歩き)

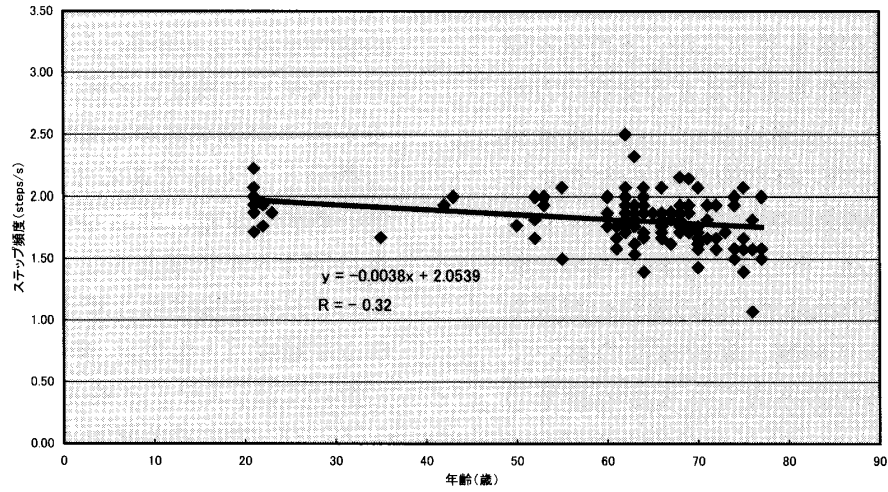


図4 年齢とステップ頻度 (普通歩き)

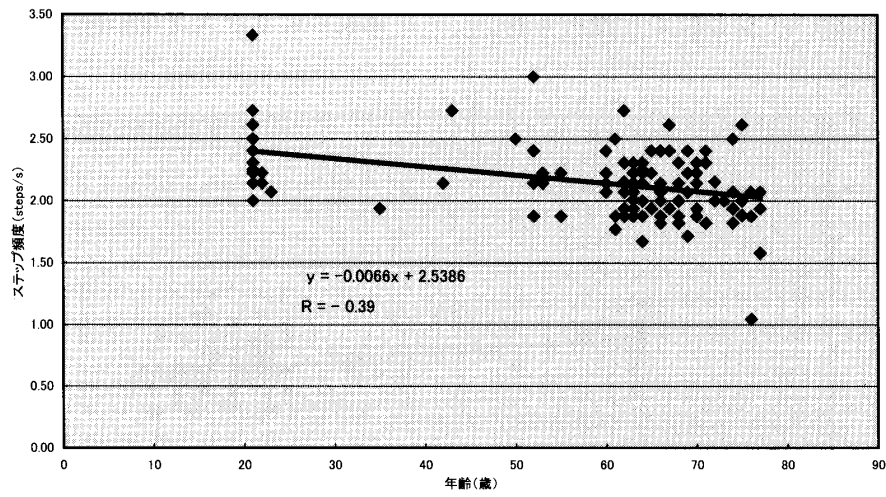


図5 年齢とステップ頻度 (早歩き)

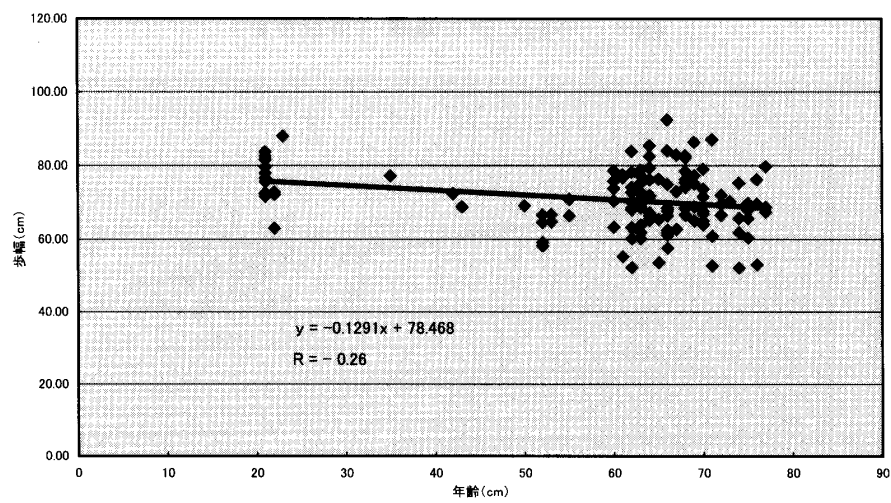


図6 年齢と歩幅 (普通歩き)

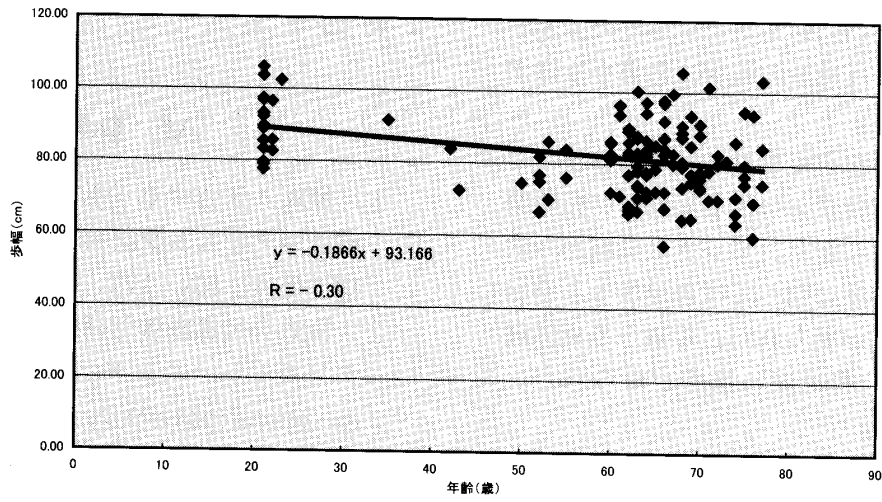


図7 年齢と歩幅 (早歩き)

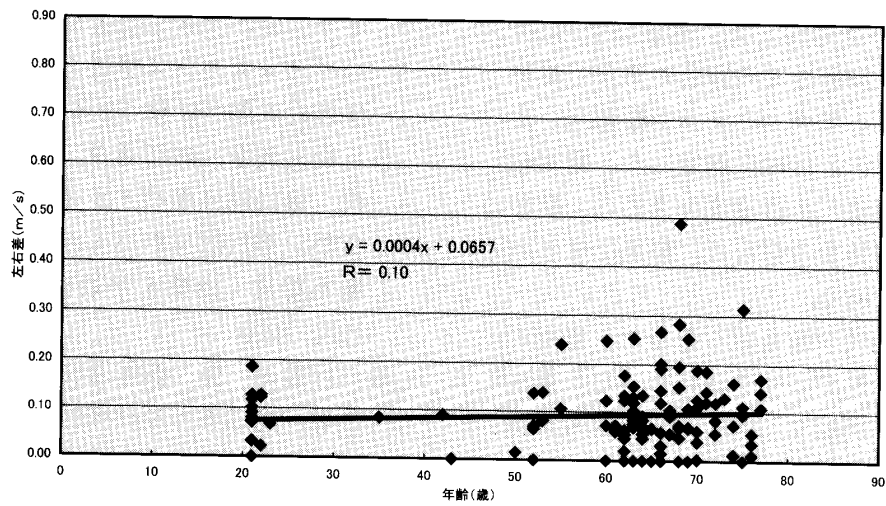


図8 年齢と脚スイング速度左右差 (普通歩き)

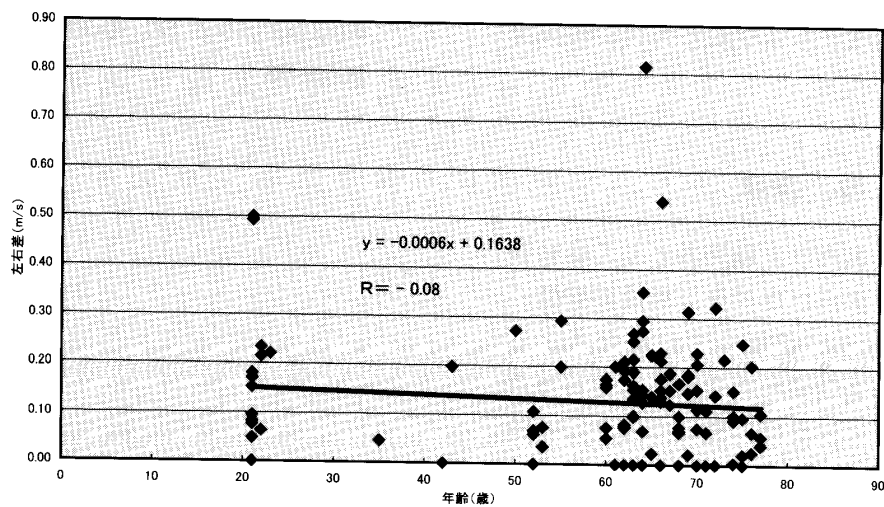


図9 年齢と脚スイング速度左右差 (早歩き)

ど大きな差ではないためステップ頻度の方が年齢の増加にともなう速度の減少に影響を及ぼすとは言い切れない。

次に左右の足の左右差を見た。普通歩き、早歩きともにどの項目においても年齢との相関関係が出なかった。しかし、ピッチと歩幅から求めた脚スイング速度に関しては普通歩きと早歩きの間に逆の関係が見られた。年齢との相関関係はないのだが、興味深い結果が得られた。(図8、9 図8、9)

#### IV. まとめ

本研究では中高齢者の歩行においてのどのような特徴があるかを考察した。35歳以上の107名の男女と21歳～23歳までの17名の男女の歩行を真横からデジタルビデオカメラで撮影し、歩行の際の足のピッチと歩幅を測定した。測定結果からステップ頻度と歩行速度を求めた。求めた値と年齢との関係を考察した。結果をまとめると以下の通りである。

- 1) ピッチでは20代が最も短くなった。年齢が増加するにつれてピッチは長かった。男性より女性の方が短く、特に70代女性の記録は60代男性の記録より短かった。
- 2) 歩幅では20代が最も大きかった。女性より男性の方が大きかった。年齢が増加するにつれて、歩幅は減少した。
- 3) 普通歩き、早歩きともに、歩幅、ステップ頻度、歩行速度ともに年齢との負の相関関係を表した。

#### V. 謝辞

本論文の作成にあたり、被験者として春日井市福祉の里レインボープラザをご利用の皆様、湯浅景元ゼミの方々に参加していただきました。実験の補助および場所の提供には春日井市福祉の里レインボープラザの職員の方々にご協力いただきました。

これら多くの方々から受けたご指導、ご助言、ご協力に対して、ここに改めて感謝の意を

表します。

#### VI. 参考文献

- 1) 健康・体力づくり事業団. 健康運動実践指導者用テキスト改訂第3版. ウォーキングの指導要点: 162-175、南江堂、2001
- 2) 株式会社健康体力研究所. 高齢者のレジスタンストレーニング: <http://www.kentai.co.jp/column/physiology/p024.html>
- 3) 岡田英孝. 高齢者の歩行とランニング. 体育の科学 vol.501月号: 6-12, 2000
- 4) 星川 保, 豊島進太郎, 湯 海鵬. 加齢による動作の退行に関する研究. 第14回日本バイオメカニクス学会大会論文集. 第14回日本バイオメカニクス学会大会編集委員 山梨大学教育人間科学部: 104-109, 1999
- 5) 岡田英孝, 阿江通良. 高齢者の歩行動作特性. 第14回日本バイオメカニクス学会大会論文集. 第14回日本バイオメカニクス学会大会編集委員 山梨大学教育人間科学部: 121-126, 1999
- 6) 長谷川 淳, 淵本隆文, 木村みさか, 金子公宥. 高齢者の歩行動作. 第14回日本バイオメカニクス学会大会論文集. 第14回日本バイオメカニクス学会大会編集委員 山梨大学教育人間科学部: 127-131, 1999
- 7) Himann JE, Cunningham DA, Rechnitzer PA, et al: Age-related changes in speed of walking. Med Sci sports Exerc 20(2) : 161-166, 1998