

中高年齢者の 100 m 走中間疾走局面における最高速度、 歩数頻度および歩幅の加齢にともなう低下の性差

奥村浩司¹⁾ 田中秀一²⁾ 印牧司人³⁾ 窪田範子¹⁾

1) 福井大学大学院教育学研究科 2) 福井大学教育地域科学部
3) 福井市立豊小学校

Gender differences in the age-related decrease in peak velocity, stride frequency and stride length at full speed phase during a 100-m race in middle-aged and elderly runners.

Koji OKUMURA¹⁾ Shuichi TANAKA²⁾ Morito KANEMAKI³⁾ Noriko KUBOTA¹⁾

1) Graduate School of Education, Fukui University
2) Faculty of Education and Regional Studies, Fukui University
3) Minori Elementary School, Fukui-City

Abstract

This study was undertaken to clarify the gender differences in sprint parameters (peak velocity, stride frequency and stride length) that decrease with aging. The subjects were 133 (males 64 and females 69) middle-aged and elderly master and recreational runners aged from 35 to 69 yrs. They were divided into 7 age groups (35-39, 40-44, 45-49, 50-54, 55-59, 60-64 and 65-69 yrs) based on the age of the runners for both males and females. The running performances during the peak velocity phase (30-60m at 10-m intervals) were recorded with digital video cameras. Velocity, stride frequency (SF), stride length (SL), contact time (CT) and flight time (FT) during peak velocity phases were measured.

The results were as follows:

- 1) The peak velocity correlated negatively and significantly with 100-m running time. Both the peak velocity and the 100-m running time decreased significantly in the 50-54 age group in males and females, respectively.
- 2) Neither SF nor SF index decreased all the way through from the 35-39 to 65-69 age groups.
- 3) Both SL and SL index decreased significantly in the 50-54 age group in males and females, respectively.
- 4) Neither stride time (CT+FT) nor CT decreased all the way through from the 35-39 to 65-69 age groups in males and females, respectively. However, FT decreased in the 45-49 age group in males and in the 60-64 age group in females.

Our findings indicated that there were no gender differences in age-related decrease of sprint parameters, except FT.

I. はじめに

短距離走は神経-筋系の能力に大きく依存する複雑な全身運動であり、筋群は伸張-短縮を繰り返すことによって大きな筋パワーを発生させる(Mero

ら, 1981; Mero and Komi, 1986)。加齢とともに起こる筋量と筋力の低下は、筋線維の萎縮、筋線維タイプ分布の変化および運動単位の数が減少するため(Frischknecht, 1998; Vandervoort, 2002, 久野ら, 2003)であり、運動パフォーマンスを漸減させるこ

とになる。我々はこれまでに、中高年齢者を対象にした短距離走について報告(田中と印牧, 2004 ; 2005 ; 田中ら, 2006)しており、Moore(1975)を初めとした先行研究(有川, 1992 ; Hamilton, 1993 ; Korhonenら, 2003)と同様に、加齢にともなって短距離走パフォーマンスは低下することを明らかにしてきた。

エリート男女マスターズ競技者を対象にしたKorhonenら(2003)、男女の中高年齢者を対象にした田中と印牧(2004, 2005)は、いずれも100m走における中間疾走局面の最高速度が加齢とともに低下し、疾走速度を決定する歩幅と歩数頻度について、加齢とともに歩幅は減少するが歩数頻度はほとんど変化しないことを報告している。短距離走記録と加齢の関係についてMoore(1975)は、例えば200m走の年齢別記録は20歳から30歳の間でほぼ最高になった後は漸減して、60歳では最高値の74%にまで低下する指数関数的モデルに表した。また、このモデルを用いて、45歳の女性の100m走記録は女性の世界記録の85%であるのに対して、男性では男性の世界記録の90%に相当することを示し、30歳を超えると女性は男性よりも低下率が大きいように思えると述べている。Hamilton(1993)は10歳毎の年齢群に分けたマスターズ競技者の最高速度が、加齢とともに低下する原因は主として歩幅が減少するためであり、30歳代を基準にすると男性では歩幅の最も大きな低下が60歳代で起こるのに対して、女性では20歳遅く起こると報告した。さらに、男性の最高速度は50歳代まで有意な低下はなく60歳代で有意な低下に達したが、女性は男性よりもわずかに遅く最高速度の低下が起こったと、Moore(1975)とは逆の結果を示した。

以上のごとく、加齢とともに明らかに疾走能力は低下するが、低下傾向の性差については明らかになっていないと言えないであろう。本研究の目的は、100m走における最高速度、歩数頻度および歩幅の加齢にともなう低下に性差があるのかを、マスターズ競技者を含むスポーツを愛好している中高年齢者を対象にして検討することである。

II. 方法

1. 対象

対象にしたのは、これまでに蓄積したデータ(田中と印牧, 2004 ; 2005 ; 田中ら, 2006)に、第23回北陸マスターズ陸上競技選手権大会(2006年9月)100m走に出場した選手を加えた、男性64名と女

性69名の合計133名であった。選手の年齢を5歳毎に、35~39歳の男性はM35と女性はF35のごとく65~69歳まで、それぞれ7つの年齢群に分けた。男性と女性ともに、34歳以下と70歳以上については、データ数が少なく除外した。表1に各年齢群の人数、年齢および身長の平均値±標準偏差を示した。

Table 1 Subjects of different age groups (Mean ±SD).

Age (yrs)	Male		Female	
	N	Height (m)	N	Height (m)
35-39	9	1.71±0.06	7	1.61±0.05
40-44	16	1.72±0.05	17	1.62±0.05
45-49	6	1.73±0.04	13	1.59±0.04
50-54	8	1.70±0.04	10	1.59±0.05
55-59	6	1.70±0.05	9	1.54±0.05
60-64	10	1.66±0.06	5	1.57±0.06
65-69	9	1.64±0.06	8	1.52±0.04

2. VTR撮影

通過タイムを計測するために、走路内側の縁石と8レーンの外側(スタートラインから30m、40m、50mおよび60m地点)にマークを貼り付け、走路両側のマークを結ぶ延長線上の観客席から、3脚に固定した4台のデジタルビデオカメラで撮影録画(30フレーム/sec)した。ビデオカメラには、映像を同期させるためにLED型光呈示器(PH-106; ディケイエイチ)を取り付けた。

3. 算出したデータ

録画したビデオ映像をパソコンに取り込み60フィールド/secで再生(Dual Stream; ディケイエイチ)して、各10m区間の所要時間およびその区間における4歩に要した時間と4歩の接地時間を読み取った。これらの時間を用いて、以下のデータを算出した。各区間の疾走速度のうち、最も高い疾走速度(以下、最高速度とする)とその区間における歩数と歩幅に関するデータについて検討した。身長は選手の承諾を得て、選手招集所にて計測した。

- 各区間の疾走速度(m/sec) = 10m ÷ 10m区間の所要時間
- 歩数(歩/10m) = 10m区間の所要時間 ÷ 4歩に要した時間 × 4歩
- 歩数頻度(歩/sec) = 歩数 ÷ 10m区間の所要時間
- 歩幅(m/歩) = 10m ÷ 歩数
- 歩数指数 = 歩数 × (身長/g)^{1/2}

- ・歩幅指数=歩幅÷身長
- ・滞空時間(sec)=1歩時間-接地時間

4. 統計処理

年齢群毎に算出した各項目の値は、平均値±標準偏差で示した。各算出項目における7つの年齢群比較には一要因分散分析を行い、有意なF値が得られなかった場合はTukeyの多重比較を行った。相関係数は、Pearsonの相関係数を算出した。有意水準は5%以内とした。

III. 結果

男性(●)と女性(○)それぞれ対象者全員を含めた最高速度と100m走記録の関係(図1)は、ともに最高速度が高いほど100m走記録は速くなった($p < 0.01$)。5歳毎に7つの年齢群に分けた各項目の平均値と標準偏差および、各年齢群間の比較結果を男性(表2)と女性(表3)にそれぞれ示した。図2は表2と表3をもとに、各年齢群の最高速度、歩数頻度および歩幅を示した。100m走記録(表2と表3)は、男性では 12.24 ± 0.26 (M35)から 14.66 ± 1.17 sec(M65)へ、女性では 15.27 ± 1.41 (F35)から 17.95 ± 1.81 sec(F65)へそれぞれ低下($p < 0.05$)した。35-39歳を基準にすると、M50とF55で低下($p < 0.05$)して、女性は男性よりも5歳遅い低下を示した。最高速度(図2、表2、表3)は、男性では 9.30 ± 0.26 (M35)から 7.90 ± 0.52 m/sec(M65)へ、女性では 7.53 ± 0.65 (F35)から 6.47 ± 0.58 m/sec(F65)へそれぞれ低下($p < 0.05$)した。35-39歳を基準にすると、M50とF55で低下($p < 0.05$)して、女性は男性よりも5歳遅い低下を示した。しかし、女性ではF35とF40に差はなかったが高い最高速度であったF40を基準にすると、F50で100m走記録とともに低下し男性と同じ年齢群であった。

歩数頻度(図2、表2、表3)は、男性と女性ともに7つの年齢群の間に差はなかった。歩幅(図2、表2、表3)は、男性では 2.03 ± 0.12 (M35)から 1.78 ± 0.15 m/stride(M65)へ、女性では 1.84 ± 0.12 (F35)から 1.51 ± 0.13 m/stride(F65)へそれぞれ減少($p < 0.05$)した。35-39歳を基準にすると、M35よりもM40は大きかった($p < 0.05$)が、その後は減少してM50はM35とM40よりも、またF50はF35とF40よりもそれぞれ狭い歩幅であった($p < 0.05$)。身長を考慮した歩数指数と歩幅指数について、歩数指数は男性と女性ともに7つの年齢群の間に差はなかった。歩幅指数は、男性では 1.19 ± 0.05 (M35)から $1.08 \pm$

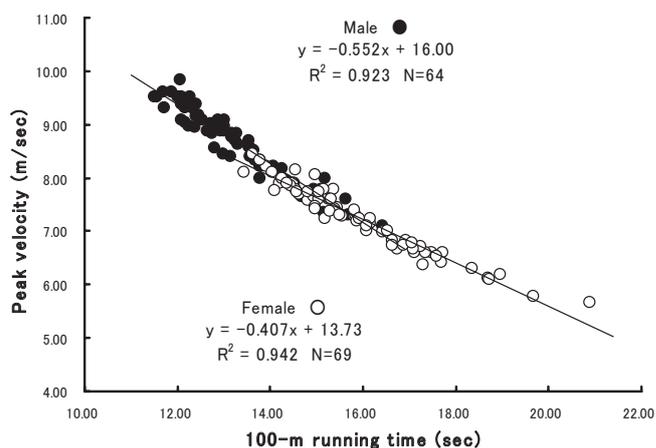


Fig.1 Relationship between peak velocity and 100-m running time.

0.08(M65)へ、女性では 1.14 ± 0.05 (F35)から 1.01 ± 0.08 (F65)へそれぞれ減少($p < 0.05$)した。男性と女性ともに50-54歳代は、35-39歳代と40-44歳代よりも減少($p < 0.05$)した。

表2と表3をもとに、各年齢群の1歩時間、接地時間および滞空時間を図3に示した。1歩時間と接地時間は男性と女性ともに7つの年齢群の間に差はなかった。滞空時間は、男性では 0.113 ± 0.007 (M35)から 0.103 ± 0.014 /sec(M65)へ、女性では 0.119 ± 0.008 (F35)から 0.104 ± 0.014 /sec(F65)へそれぞれ短縮($p < 0.05$)した。35-39歳を基準にすると、男性ではM65で短縮した($p < 0.05$)だけであるが、最も滞空時間が長かったM40を基準にすると、すべてのクラスは短縮した($p < 0.05$)。女性ではF35からF55までは、F45がF55よりも短縮した($p < 0.05$)のを除いて差はなく、F60で明らかに短縮した($p < 0.01$)。女性は男性よりも、高い年齢群で低下を示した。

IV. 考察

35歳から69歳までの中高年齢男性と女性の全員について、最高速度と100m走記録の関係を図示すると、それぞれに高い相関関係(図1)があった。このような関係は、一流短距離選手(阿江, 1991; 阿江ら, 1994; 小林, 2001; 太田と有川, 1998)と小学5・6年生の男女児童(加藤ら, 2002)についても高い相関関係があり、最高速度を高めることが100m走記録を向上させるために重要であると明らかにされているごとく、これまでの中高年齢者(田中と印牧, 2004; 2005)についての結果と同様であった。5歳毎に分けた7つの年齢群の100m走記録は、最も若い35-39歳を基準にするとM50とF55で低下し、女性は男性よりも5歳遅く低下した。しかし、F35

Table 2 Comparison of selected performance parameters of the 100-m running in 5-yr age groups of male runners (mean, SD).

	Age Group						
	M35	M40	M45	M50	M55	M60	M65
100m Running Time (sec)	12.24 ^{d,e,f,g} (0.26)	12.47 ^{d,e,f,g} (0.62)	12.73 ^{e,f,g} (0.98)	13.16 ^{a,b,f,g} (0.57)	13.70 ^{a,b,c,g} (0.94)	14.12 ^{a,b,c,d,g} (0.90)	14.66 ^{a,b,c,d,e,f} (1.17)
Peak Velocity (m/sec)	9.30 ^{d,e,f,g} (0.26)	9.14 ^{d,e,f,g} (0.35)	8.95 ^{e,f,g} (0.59)	8.82 ^{a,b,e,f,g} (0.33)	8.31 ^{a,b,c,d,g} (0.60)	8.17 ^{a,b,c,d} (0.52)	7.90 ^{a,b,c,d,e} (0.52)
Stride Frequency (strides/sec)	4.59 (0.22)	4.38 (0.22)	4.47 (0.27)	4.55 (0.15)	4.44 (0.23)	4.50 (0.29)	4.46 (0.29)
Stride Length (m/stride)	2.03 ^{b,d,e,f,g} (0.12)	2.09 ^{a,c,d,e,f,g} (0.11)	2.00 ^{b,e,f,g} (0.09)	1.94 ^{a,b,f,g} (0.07)	1.87 ^{a,b,c,g} (0.12)	1.82 ^{a,b,c,d} (0.06)	1.78 ^{a,b,c,d,e} (0.15)
Stride Frequency Index	1.92 (0.07)	1.83 (0.07)	1.88 (0.12)	1.90 (0.07)	1.85 (0.09)	1.86 (0.11)	1.83 (0.10)
Stride Length Index	1.19 ^{b,d,e,f,g} (0.05)	1.21 ^{a,c,d,e,f,g} (0.04)	1.16 ^{b,e,f,g} (0.04)	1.14 ^{a,b,f,g} (0.03)	1.10 ^{a,b,c} (0.05)	1.09 ^{a,b,c,d} (0.05)	1.08 ^{a,b,c,d} (0.08)
Stride Time (sec)	0.219 (0.010)	0.229 (0.011)	0.224 (0.013)	0.220 (0.007)	0.226 (0.010)	0.223 (0.014)	0.225 (0.014)
Contact Time (sec)	0.106 (0.006)	0.109 (0.010)	0.112 (0.011)	0.112 (0.005)	0.120 (0.011)	0.115 (0.007)	0.122 (0.020)
Flight Time (sec)	0.113 ^{b,g} (0.007)	0.120 ^{a,c,d,e,f,g} (0.012)	0.113 ^{b,g} (0.010)	0.107 ^b (0.008)	0.106 ^b (0.005)	0.108 ^b (0.007)	0.103 ^{a,b,c} (0.014)

^{a, b, c, d, e, f, g} Group is significantly different ($p < 0.05$) from the M35, M40, M45, M50, M55, M60 and M65 age group, respectively.

Table 3 Comparison of selected performance parameters of the 100-m running in 5-yr age groups of female runners (mean, SD).

	Age Group						
	F35	F40	F45	F50	F55	F60	F65
100m Running Time (sec)	15.27 ^{e,f,g} (1.41)	14.78 ^{d,e,f,g} (0.87)	15.41 ^{e,f,g} (1.12)	15.87 ^{b,f,g} (0.95)	16.78 ^{a,b,c,g} (0.92)	17.17 ^{a,b,d,e,f,g} (1.02)	17.95 ^{a,b,c,d,e,f} (1.81)
Peak Velocity (m/sec)	7.53 ^{e,f,g} (0.65)	7.76 ^{d,e,f,g} (0.41)	7.44 ^{e,f,g} (0.47)	7.26 ^{b,e,f,g} (0.41)	6.75 ^{a,b,c,d} (0.37)	6.72 ^{a,b,c,d} (0.44)	6.47 ^{a,b,c,d} (0.58)
Stride Frequency (strides/sec)	4.10 (0.24)	4.23 (0.16)	4.22 (0.20)	4.20 (0.21)	4.13 (0.14)	4.30 (0.10)	4.29 (0.21)
Stride Length (m/stride)	1.84 ^{d,e,f,g} (0.12)	1.84 ^{d,e,f,g} (0.08)	1.76 ^{e,f,g} (0.13)	1.73 ^{a,b,f,g} (0.09)	1.64 ^{a,b,c,g} (0.11)	1.56 ^{a,b,c,d} (0.11)	1.51 ^{a,b,c,d,e} (0.13)
Stride Frequency Index	1.66 (0.10)	1.72 (0.07)	1.70 (0.08)	1.69 (0.09)	1.64 (0.05)	1.72 (0.02)	1.69 (0.07)
Stride Length Index	1.14 ^{d,e,f,g} (0.05)	1.14 ^{d,e,f,g} (0.04)	1.11 ^{f,g} (0.07)	1.09 ^{a,b,f,g} (0.05)	1.06 ^{a,b,f,g} (0.06)	1.00 ^{a,b,c,d,e} (0.08)	1.01 ^{a,b,c,d,e} (0.08)
Stride Time (sec)	0.245 (0.014)	0.237 (0.009)	0.237 (0.011)	0.238 (0.011)	0.243 (0.008)	0.233 (0.005)	0.233 (0.011)
Contact Time (sec)	0.126 (0.008)	0.120 (0.008)	0.122 (0.009)	0.122 (0.009)	0.125 (0.011)	0.132 (0.010)	0.130 (0.017)
Flight Time (sec)	0.119 ^{f,g} (0.008)	0.117 ^{f,g} (0.009)	0.115 ^{e,f,g} (0.009)	0.116 ^{f,g} (0.010)	0.117 ^{c,f,g} (0.013)	0.101 ^{a,b,c,d,e} (0.007)	0.104 ^{a,b,c,d,e} (0.014)

^{a, b, c, d, e, f, g} Group is significantly different ($p < 0.05$) from the F35, F40, F45, F50, F55, F60 and F65 age group, respectively.

とF40の100m走記録に有意差は認められなかった(表3)が、わずかに高かったF40を基準にすると、F50で低下し男性と同じ年齢群であった。また、最高速度もF35とF40に有意差は認められなかった(表3)が、わずかに高かったF40を基準にすると同様にF50で低下し、100m走記録と最高速度ともに50-54歳代で低下すると言えよう。F40の100m

走記録と最高速度が、F35よりもわずかに高かった(表3と図2)ことについては、競技歴や日常のトレーニング方法と量に関する調査を行っていないために考察できない。しかし、考えられるひとつの可能性は、F40の100m走への出場者数がF35の約2倍(表1)であったことである。すなわち、トレーニングを含めた日常の身体活動量が多く、このこ

とが競技への参加を促してパフォーマンスがわずかに高かったのではないかと考える。短距離走パフォーマンスの低下は65-70歳代で、より明らかになるとの報告(Korhonenら, 2003)よりも早かった。Korhonenら(2003)はヨーロッパベテランズ選手権の決勝進出者を対象にしており、本研究の対象者よりも高い競技力水準を維持していたためであろう。また、女性は男性よりも遅く最高速度が低下した報告(Hamilton, 1993)と異なるが、Hamiltonは30-39歳をひとつの年齢群として対象者を10歳毎に分類しており、本研究では35-39歳を基準にして5歳毎に分類した相違によるものではないかと考える。

歩数頻度と歩幅の積によって疾走速度は決定されることから、男性ではM35を女性ではF40を基準にした最高速度が低下した50-54歳代以降では、歩数頻度と歩幅のどちらかが減少したためであるか、またはその両方が減少したためである。しかし、歩数頻度と歩数指数は、男性と女性ともに35-39歳から

65-69歳まで減少を示さなかった(表2、表3、図2)。歩数頻度と年齢の関係については、幼児から成人あるいは一流選手(宮丸, 2002; 斉藤と伊藤, 1995)まで、歩数頻度は経年的に増加しないとされている。Hamilton(1993)とKorhonenら(2003)は、マスターズ競技者の最高速度局面を分析した結果、歩数頻度は80歳まで著しい変化はなかった。田中と印牧(2004; 2005)も中高年齢者について、同様な結果を報告している。対象にした年齢範囲のマスターズ選手とスポーツ愛好者は、全身的な循環運動である100m走の中間疾走局面において、歩数頻度が減少しない神経-筋系能力を維持していると推察できる。一方、歩幅と歩幅指数は、男性ではM40が最も大きいM35とM40よりもM50で減少し、女性も同様にF35とF40よりもF50で減少を示し、最高速度が低下した年齢群と一致した(表2、表3、図2)。斉藤と伊藤(1995)は6歳以降の加齢に対して、歩幅の絶対値が増加あるいは歩幅指数が一定に保たれた

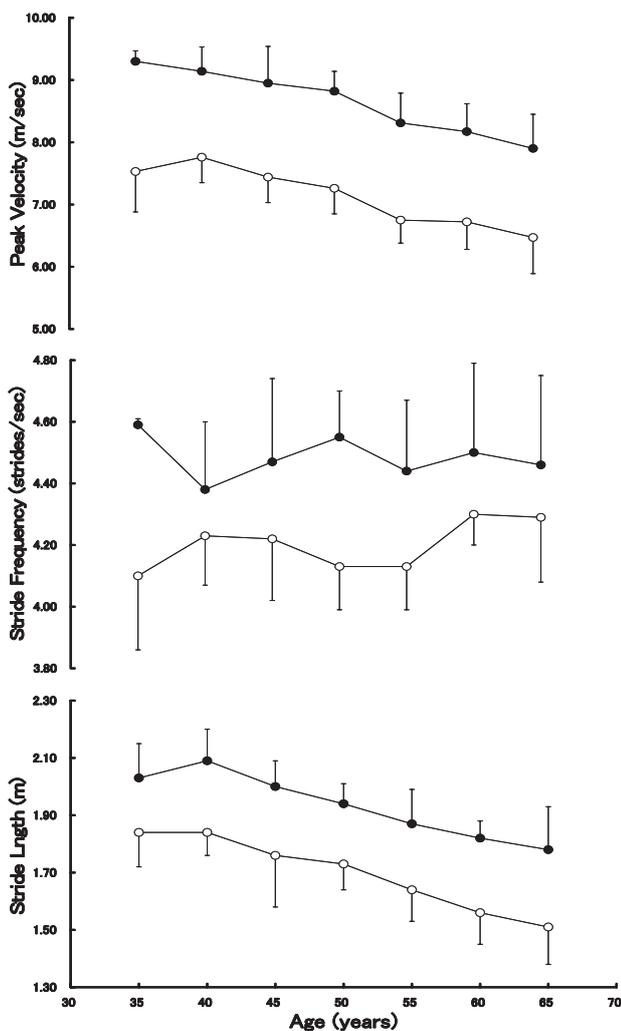


Fig. 2 Changes in peak velocity, stride frequency and stride length with age for both males (●) and females (○).

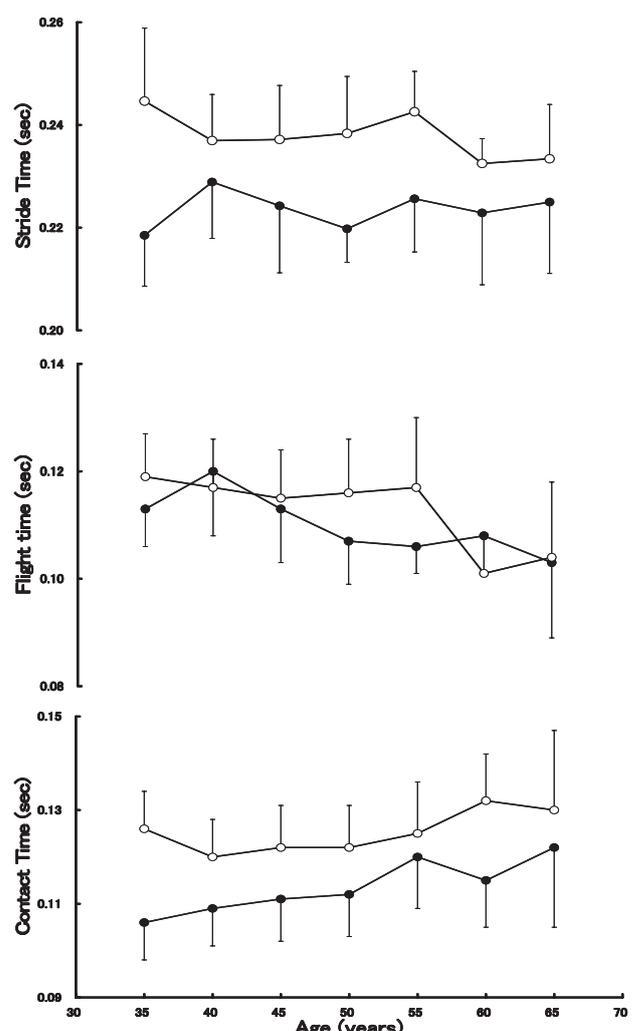


Fig. 3 Changes in stride time, flight time and contact time with age for both males (●) and females (○).

のは、増加した身体質量による物理的な負荷に対応した脚筋力や脚筋パワーの機能的な発達があったと示唆している。男性と女性ともに50-54歳代からの歩幅指数減少は、脚筋力や脚筋パワーの機能的な低下を示していると考えられる。本研究では疾走フォームを検討していないが、加齢にともない大腿部筋量が減少しているために、着地時の衝撃を膝の屈曲によって吸収したり、転倒を避けたるためにキック力を小さくして歩幅を減少させていた(Bus, 2003)とも考えられる。身長の影響を取り除いて歩数頻度を発揮する機能を示す歩数指数(伊藤ら, 1998)が、加齢とともに変化しなかったことと関連して、これまでの報告と同様(Hamilton, 1993; Korhonenら, 2003; 田中と印牧, 2004; 2005)に、最高速度の加齢にともなう低下は、歩数頻度ではなく歩幅の減少と結びつけられる。

1歩時間と接地時間には、男性と女性ともに35-39歳から65-69歳まで変化を示さなかった(表2、表3、図3)。一方、滞空時間は加齢にともなう短縮を示し、男性ではM40がすべての年齢群よりも大きく、女性はF60で明らかに短縮した。1歩時間に差が生じなかったのは、対象者間の接地時間と滞空時間に変動が大きかったことが原因ではないかと考える。歩幅を大きくする、換言すると前方への滞空時間を増大させるためには、より大きな地面反力が必要である。Weyandら(2000)は疾走速度が高い走者ほど、短時間に大きな力を地面に加えることで大きな地面反力を獲得して、滞空時間を増大させ疾走速度を高めていると報告している。さらに、より大きな力を地面に加えるだけでなく、着地時に加わる垂直方向への力を支える力も必要であるとも報告している。

男性と女性(20歳代~80歳代)の大腿部筋量は、加齢にともない屈筋群と伸筋群ともに減少するものの、伸筋群に比べて屈筋群は加齢による影響を受けにくい(久野ら, 1998; 宮谷ら, 2003)。20歳代を基準にすると伸筋群は、男性では50歳代で女性では40歳代で、それぞれ統計的に有意な低値を示し、さらに屈筋群は男性が50歳代で有意な低値を示したのに対して、女性は有意な低下がなかったと報告(久野ら, 1998)されている。また、走動作に重要な働きをする大腰筋の横断面積低下率は、20歳代を基準にすると男性と女性ともに50歳代で有意に減少したことも報告(久野ら, 1997)されている。走パワーと歩幅には高い正の相関関係があり、そして加齢にともない低下する走パワーは、大腿四頭筋の筋量および膝伸展パワーと高い正の相関関係が、さらに加齢

にともなう膝伸展パワーの低下と大腿四頭筋の筋量には高い正の相関関係がある(福永, 2003)。筋力は筋の横断面積と比例関係にあると知られていることから、筋量の減少は筋力が低下することになる。20-39歳を20歳代、70-84歳を70歳代として、日本人男性と女性の膝伸筋群と屈筋群のピークトルクを比較したAkimaら(2001)の報告では、加齢にともなういずれも直線的に低下した。また、20歳代を基準として年代別に比較すると、男性と女性ともに伸筋群のピークトルクは40歳代で、屈筋群のそれは60歳代でそれぞれ有意な低下を示したことから、筋量の低下が主要な要因であるとしている。大腿部の筋量が減少する年代(久野ら, 1998)よりも機能的な低下が起こる年代は、男性では伸筋群と屈筋群ともに10歳早かったのに対して、女性では伸筋群については同じ年代であったが、屈筋群については筋量の減少が認められなかった久野ら(1998)の報告とは異なった。これらの結果と歩幅の減少傾向を考慮すると、加齢にともなう機能的な低下傾向は、男性と女性ともに同様であると考えられる。

スティフネスの重要性もまた指摘されており、Kuitunenら(2002)の報告では最大の70%に相当する速度から最大まで異なる4種類の速度で疾走中に、速度が増加しても足関節スティフネスは変化しなかった。しかし、膝関節スティフネスは直線的に増加したことから、短距離疾走におけるバネのような脚の働きは、膝関節スティフネスによって調節されるであろうとした。走速度が高まるにしたがって、伸筋群と屈筋群の活動による脚スティフネスの増加が必要であることも報告(Kyröläinenら, 1999)されている。関節スティフネスは主動筋群と拮抗筋群の共同収縮によって調節され、脚スティフネスは足関節、膝関節および股関節スティフネスによって決定する(Hortobagyi and DeVita, 2000)。高さが身長20%(0.328m)に設定された台からの片脚降りでは、高年齢女性(60-80歳)は衰えた神経-筋機能の代償作用として、若年女性(18-25歳)よりも高い脚スティフネスを示した(Hortobagyi and DeVita, 2000)。これらのことを循環運動である疾走に必ずしも適用できないであろうが、歩数頻度が増加すると脚スティフネスも増加する(Farley and Gonzalez, 1996)こと、加齢にともない歩幅は減少したものの歩数頻度は男性と女性ともに維持されていたことから、高年齢男性にも高年齢女性と同様に脚スティフネスの高まりが起こっているのではないかと推察でき、加齢にともない神経-筋機能が衰える傾向に性差はないと考える。

V. まとめ

本報告は、35歳から69歳の中高齢男性64名と女性69名の合計133名を、5歳毎に7つの年齢群に分けて100m走中間疾走局面における最高速度、歩数頻度および歩幅の加齢にともなう低下の性差を検討した。

その結果は以下の通りである。

- 1) 最高速度と100m走記録には、男性と女性ともに有意な負の相関関係があった。最高速度と100m走記録は、男性と女性ともに50-54歳代で有意に低下した。
- 2) 歩数頻度と歩数指数は、男性と女性ともに35-39歳代から65-69歳代まで低下しなかった。
- 3) 歩幅と歩幅指数は、男性と女性ともに50-54歳代で有意に減少した。
- 4) 1歩時間と接地時間は、男性と女性ともに35-39歳代から65-69歳代まで変化しなかったが、滞空時間は男性では45-49歳代で、女性では60-64歳代で有意に低下した。

以上のことから、中高齢男性と女性の100m走中間疾走局面における最高速度、歩数頻度および歩幅の加齢にともなう低下が起こる年代に、接地時間を除いて性差はないと結論づける。

【謝辞】

データ収集に快く協力していただきました選手の皆様、並びに、ビデオ撮影を許可していただきました梅田善彦会長と鴻池清司理事長(日本マスターズ陸上競技連合)、南後千秋会長と藤井弘事務局長(福井マスターズ陸上競技連盟)、遠藤鉄雄理事長と土田久秋氏(福井陸上競技協会)には、ここに記して厚く感謝いたします。

参考文献

- 阿江通良 (1991) 陸上競技におけるトップアスリー
トの技術—一流短距離選手の疾走フォーム—. 体
育の科学, 41 : 279-284.
- 阿江通良, 鈴木美佐緒, 宮西智久, 岡田英孝, 平野
敬靖 (1994) 世界一流スプリンターの100mレー
スパターンの分析—男子を中心に—. 世界一流陸
上競技者の技術. 日本陸上競技連盟強化本部バイ
オメカニクス研究班編, ベースボールマガジン
社, 14-28.
- Akima H, Kano Y, Enomoto Y, Ishizu M, Okada
M, Oishi Y, Katsuta S, and Kuno S (2001)

Muscle function in 164 men and women aged
20-84 yr. Med. Sci. Sports Exerc., 33 : 220-
226.

- 有川秀之 (1992) マスターズ陸上競技会100m走の
分析. 埼玉大学紀要体育学編, 25 : 1-11.
- Bus S A (2003) Ground reaction forces and
kine-matics in distance running in older-
aged men. Med. Sci. Sports Exerc., 35 : 1167-
1175.
- Farley C T, and Gonzalez O (1996) Leg
stiffness and stride frequency in human
running. J. Biomechanics 29 : 181-186.
- Frischknecht R (1998) Effect of training on
muscle strength and motor function in the
elderly. Reprod. Nutr. Dev., 38 : 167-174.
- 福永哲夫 (2003) 「生活フィットネス」の性年齢別
変化. 体力科学, 52 : 9-16.
- Hamilton N (1993) Changes in sprint stride
kine-matics with age in master' s athletes.
J. Appl. Biomech., 9 : 15-26.
- Hortobagyi T, and DeVita P (2000) Muscle pre-
and coactivity during downward stepping are
associated with leg stiffness in aging.
J. Electromyogr. Kinesiol., 10 : 117-126.
- 伊藤 章, 市川博啓, 斉藤昌久, 佐川和則, 伊藤道
郎, 小林寛道 (1998) 100m中間疾走局面におけ
る疾走動作と速度との関係. 体育学研究, 43 :
206-273.
- 加藤謙一, 佐藤里枝, 内原登志子, 杉田正明, 小林
寛道, 岡野 進 (2002) 小学生スプリンターにお
ける短距離走の適正距離の検討. 体育学研究,
47 : 231-241.
- 小林寛道 (2001) ランニングパフォーマンスを高め
るスポーツ動作の創造. 杏林書院, 16-24.
- Korhonen M T, Mero A, and Suominen H (2003)
Age-related differences in 100-m sprint
performance in male and female master
runners. Med. Sci. Sports Exerc., 35 : 1419-
1428.
- Kuitunen S, Komi P V, and Kyröläinen H
(2002) Knee and ankle joint stiffness in
sprint running. Med. Sci. Sports Exerc., 34 :
166-173.
- Kyröläinen H, Komi P V, and Belli A
(1999) Changes in muscle activity patterns
and kinetics with increasing running speed.
J. Strength Con. Research. 13 : 400-406.

- 久野譜也, 石津政雄, 岡田守彦, 西嶋尚彦, 松田光生, 勝田 茂 (1997) 加齢にともなう筋萎縮における個人差と活動量との関係. 小野スポーツ科学, 5 : 47-55.
- 久野譜也, 勝田 茂, 石津政雄, 秋間 広 (1998) 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? デザントスポーツ科学, 19 : 175-182.
- 久野譜也, 村上晴香, 馬場紫乃, 金 俊東, 上岡方士 (2003) 高齢者の筋特性と筋力トレーニング. 体力科学, 52 : 17-30.
- Mero A, Luhtanen P, Viitasalo J T, and Komi P V (1981) Relationships between the maximal running velocity, muscle fiber characteristics, force production and force relaxation of sprinters. Scand. J. Sports Sci., 3 : 16-22.
- Mero A, and Komi P V (1986) Force-, EMG-, and elasticity-velocity relationships at sub-maximal, maximal and supramaximal running speeds in sprinters. Eur. J. Appl. Physiol., 55 : 553-561.
- 宮谷昌枝, 東 香寿美, 金久博昭, 久野譜也, 福永哲夫 (2003) 下肢筋厚における加齢変化の部位差および性差—20歳代と70歳代の比較—. 体力科学, 52 : 133-140.
- Moore D H (1975) A study of age group track and field records to relate age and running speed. Nature, 253 : 264-265.
- 太田 涼, 有川秀之 (1998) 日本女子一流選手の100mレース分析—世界女子一流選手(マリオン・ジョーンズ)との比較—. 運動とスポーツの科学, 4 : 15-21.
- 斉藤昌久, 伊藤 章 (1995) 2歳児から世界一流短距離選手までの疾走能力の変化. 体育学研究, 40 : 104-111.
- 田中秀一, 印牧司人 (2004) 中高年齢者の100m走中間疾走局面における最高速度、歩数頻度および歩幅の加齢にともなう変化. 陸上競技紀要, 17 : 12-19.
- 田中秀一, 印牧司人 (2005) 中高年齢女性の100m走中間疾走局面における最高速度、歩数頻度および歩幅の加齢にともなう変化. 陸上競技研究紀要, 1 : 8-15.
- 田中秀一, 印牧司人, 奥村浩司 (2006) 中高年齢女性の100m走競技における疾走速度遞減率. 陸上競技研究紀要, 2 : 13-19.
- Vandervoort A A (2002) Aging of the human neuromuscular system. Muscle & Nerve, 25 : 17-25.
- Weyand P G, Sternlight D B, Bellizzi MJ, and Wright S (2000) Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. J. Appl. Physiol., 89 : 1991-1999.