

短距離走における分析的研究

—歩幅を短縮した場合の疾走フォームについて—

荒川 勝彦

An Analytical Study of Sprint Running

—A Running form when a stride is shortened in sprint running—

Katuhiko ARAKAWA

Abstract

The purpose of this study was to examine the change of a running form in the case of sprint running by shortening a stride. In this case the stride was shortened by 95% of a normal sprint running stride. The subjects for this study were four athletes. Two were track sprinters and two were middle-distance runners. A high speed 16 mm cinecamera was placed perpendicular to the center of the filming zone with the 30 m distance of the subjects and 1 m above the ground. The operating speed of the camera was 100 frames per second. A motion analyzer was used to analyze the films. The following results were obtained.

- 1) It was recognized that sprint running by shortening a stride produced significant increase in the stride rate.
- 2) The velocity in the case of running at full speed by shortening a stride produced a lower speed than the normal sprint running.
- 3) The thigh lifting during sprint running by shortening a stride slightly increased.
- 4) The knee flexion during the leg recovery phase in the case of sprint running by shortening a stride was slightly less than the normal sprint running.

I. 緒言

人間の疾走能力として、特に 100m 走の疾走速度曲線を取り扱った研究は数多い¹⁾²⁾³⁾。

疾走速度曲線の変化から、100m は大きく加速区間、最高速度区間、減速区間の三区間に分けられるようである。

これまで、ゴール前の減速区間では、走速度の低下とともに、歩数の低下が認められている⁴⁾⁵⁾。

この減速区間は、ジョーダン、スペンサー⁶⁾によれば、ギャザーと言われる区間である。

陸上競技方法論の観点からは、この区間をいかに走るかということが、より速く走るための大きな課題であると言える。そこで筆者は、疾走フォームの切り換えといった技術的な面から、減速区間の走り方について検討して行こうと考えた。

走速度を構成する歩幅と歩数のうち、歩数は先天的資質に起因する要素とされている。そのため、歩幅をのばすことに對し、歩数を増加させることについての関心は、比較的低いようである。

減速区間の疾走方法を検討するうえでの基礎的段階として、本研究では、特に歩数の改善という点に着目し、全力疾走の歩幅よりも短い歩幅で全力疾走した場合、疾走フォームにどのような変化が生じるかを検討しようとした。

II. 研究方法

1) 被検者

被検者は、陸上競技の短距離選手 2 名、中距離選手 2 名の合計 4 名であった。被検者の身体的特徴を表 1 に示した。

2) 実験歩幅の決定

被検者は、クラウチングスタートからの 60m 全力疾

Table 1. Physical characteristics of subjects.

Subjects	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	100 m Record (sec)	Career (yrs)
K.A. } Sprinters	26	171.0	63.0	10.9	10
I.K. }	20	154.5	56.0	12.7	5
M.O. } Middle	20	166.0	64.0	13.5	5
K.H. } distance runners	20	174.0	61.0	14.8	2

Table 2. Stride Length of normal sprint running for each subject.

Sub.	Stride Length (cm)			Sub.	Stride Length (cm)		
		(1)	(2)			(1)	(2)
K.A.	1	200	207	M.O.	1	184	185
	2	205	207		2	193	191
	3	197	207		3	194	192
	4	201	208		4	194	187
	\bar{x}	200.75	207.25		\bar{x}	191.25	188.75
	$\frac{(1)+(2)}{2}$	204.00			$\frac{(1)+(2)}{2}$	190.00	
I.K.		(1)	(2)	K.H.		(1)	(2)
	1	188	189		1	202	193
	2	199	195		2	208	193
	3	184	190		3	195	196
	4	194	197		4	198	193
\bar{x}	191.25	192.75	\bar{x}	200.75	193.75		
	$\frac{(1)+(2)}{2}$	192.00			$\frac{(1)+(2)}{2}$	197.25	

Table 3. Experimental stride for each subject.

Subjects	stride Length of ①Normal sprint running (cm)	②Experimental stride (cm)	①-② (cm)
K.A.	204	194	10
I.K.	192	182	10
M.O.	190	181	9
K.H.	197.25	187	10.25

* Experimental stride is 95% of normal sprint running stride.

走を2回行なった。全力疾走の40mから50m区間の4歩の歩幅を測定し平均値を求めた。さらに2試行間の平均値を算出し、全力疾走の代表歩幅とした。

歩幅の短縮率を決定する際に、これまで、このような研究例が少ないため独自の短縮率を採用した。すなわち、本研究で試みる歩幅は、全力疾走歩幅の95%とし、こ

れを実験歩幅とした (以下実験歩幅とする)。

表3に各被検者の実験歩幅を示した。実験歩幅は、全力疾走の歩幅よりも約10cm短い歩幅であった。

3) 課題とした運動

被検者に課した運動は、クラウチングスタートからの60m全力疾走と、実験歩幅での60m全力疾走各1回ずつであった。実験歩幅での全力疾走においては、疾走距離60mを実験歩幅で区切って行き白線を引いた。さらにスタートラインから後方10mにラインをひき、被検者は、10mの助長ののち全力で白線を踏んで疾走した。

4) 撮影方法

スタートラインから45m地点を撮影ゾーンの中心とし、16mm高速度カメラを疾走方向に対し左側の直角な線上に設置した。被写体とカメラの距離は30mであり、レンズの高さは地面より1mとした。撮影コマ数は毎秒100コマであった。

またフィルム分析上の効果を考え、各被検者には、黒のアンダータイツと黒のレオタードを着用させ、被検者の大転子点、膝関節中点、外果点に一辺1.5cmの正方形の白いテープをはりつけた。

撮影は全て被検者の左側とした。

5) 撮影期間とトレーニング内容

撮影は、昭和56年11月26日、12月6日、12月13

日の3回であった。1回の撮影につき、全力疾走と実験歩幅での全力疾走をそれぞれ1回ずつ撮影した。

実験歩幅での全力疾走は、かなりむずかしい運動のため、トレーニングを行った。トレーニングは、1日に実験歩幅での60m全力疾走を3回、週に3日の頻度で2週間にわたり実施した。

6) フィルム分析方法

フィルム分析は、モーションアナライザーで行なった。測定項目は、ストライドタイム、歩数、歩幅、走速度、接地時間、滞空時間、跳躍比の7項目であった。

また疾走フォームについては、特に、大腿の引き上げ角度(大転子点を通る水平線と大腿のなす角度)と、膝関節角度に着目し、1サイクル中の角度変化を算出した。

III. 実験結果

全力疾走および実験歩幅での全力疾走の比較結果を表4、表5に示した。

表4は、トレーニング開始後1週目の結果であり、表5は、トレーニング開始後2週目の結果である。

1) 歩幅

実験歩幅での全力疾走においては、被検者4名中、トレーニング開始後2週目のK.A.を除いて、各被検者

Table 4. Comparison of normal sprint running and spint running by experimental stride for running form. (Training effect after 1 week)

	Subjects	Stride Time (sec)	Stride Rate (stds/sec)	Stride Length (m)	Running Velocity (m/sec)	Time of support (sec)	Time of Non support (sec)	Time of Non support
								Time of Support
Normal sprint running	K.A.	0.225	4.44	2.10	9.33	0.09	0.135	1.50
	I.K.	0.225	4.44	1.89	8.40	0.085	0.14	1.65
	M.O.	0.245	4.08	1.89	7.71	0.11	0.135	1.23
	K.H.	0.26	3.85	1.95	7.50	0.12	0.14	1.17
	\bar{x}	0.239	4.20	1.96	8.24	0.101	0.138	1.34
	SD	± 0.02	± 0.29	± 0.10	± 0.83	± 0.02	± 0.00	± 0.23
Sprint running by experimental stride	K.A.	0.205	4.88	1.925	9.39	0.08	0.125	1.56
	I.K.	0.235	4.26	1.88	8.00	0.085	0.15	1.76
	M.O.	0.24	4.17	1.83	7.625	0.115	0.125	1.09
	K.H.	0.25	4.00	1.88	7.52	0.11	0.14	1.27
	\bar{x}	0.233	4.33	1.88	8.13	0.098	0.135	1.42
	SD	± 0.02	± 0.38	± 0.04	± 0.86	± 0.02	± 0.01	± 0.30
t		1.000	0.983	2.272	0.972	1.000	0.522	0.556

Table 5. Comparison of normal sprint running and sprint running by experimental stride for running form. (Training effect after 2 weeks.)

	Subjects	Stride Time (sec)	Stride Rate (stds/sec)	Stride Length (m)	Running Velocity (m/sec)	Time of Support (sec)	Time of Non support (sec)	Time of Non support
								Time of Support
Normal sprint running	K.A.	0.215	4.65	2.06	9.58	0.095	0.12	1.26
	I.K.	0.21	4.76	1.86	8.86	0.085	0.125	1.47
	M.O.	0.235	4.26	1.89	8.04	0.11	0.125	1.14
	K.H.	0.255	3.92	2.00	7.84	0.115	0.14	1.22
	\bar{x} SD	0.23 ±0.06	4.40 ±0.38	1.95 ±0.09	8.58 ±0.80	0.101 ±0.01	0.13 ±0.01	1.27 ±0.14
Sprint running by experimental stride	K.A.	0.21	4.76	1.94	9.24	0.095	0.115	1.21
	I.K.	0.205	4.88	1.86	9.07	0.085	0.12	1.41
	M.O.	0.23	4.35	1.84	8.00	0.10	0.13	1.30
	K.H.	0.245	4.08	1.91	7.80	0.12	0.125	1.04
	\bar{x} SD	0.22 ±1.85	4.52 ±0.37	1.89 ±0.05	8.53 ±0.73	0.10 ±0.01	0.12 ±0.01	1.24 ±0.16
t	5.000*	8.152**	2.502	0.467	0.397	1.225	0.460	

* P < 0.05

** P < 0.01

とも完全に白線で規定された実験歩幅で走ることができなかった。

トレーニング開始後1週目での各被検者の実験歩幅との誤差は、K.A. が -1.5cm, I.K. が +6cm, M.O. が +2cm, K.H. が +1cm であった。

トレーニング開始後2週目では、K.A. は、±0cm, I.K. が +4cm, M.O. が +3cm, K.H. が +4cm であった。

2) ストライドタイム

全力疾走と実験歩幅で全力疾走した場合のストライドタイムを比較すると、実験歩幅で全力疾走した場合にストライドタイムの短縮がみられた。

トレーニング開始後1週目では、実験歩幅での全力疾走で被検者4名中I.K.を除く3名にストライドタイムの短縮がみられたが、統計的に有意差は認められなかった。

トレーニング開始後2週目では、実験歩幅での全力疾走で、4名の被検者全員にストライドタイムの短縮がみられ、統計的に5%水準で有意差が認められた。

3) 歩数

全力疾走と実験歩幅で全力疾走した場合の歩数を比較すると、全力疾走よりも実験歩幅で全力疾走した時の方

が歩数が増加していた。

トレーニング開始後1週目では、実験歩幅での全力疾走で、被検者4名中I.K.を除く3名に歩数の増加がみられたが、全力疾走と実験歩幅での全力疾走における歩数には、統計的に有意差は認められなかった。

トレーニング開始後2週目では、実験歩幅での全力疾走で、4名の被検者全員に歩数の増加がみられ、全力疾走と実験歩幅での全力疾走における歩数には、1%水準で有意差が認められた。この時の歩数の増加率は、K.A. は 2.37%, I.K. は 2.52%, M.O. は 2.11%, K.H. は 4.08% であった。

4) 走速度

全力疾走と実験歩幅で全力疾走した場合の走速度を比較すると、トレーニング開始後1週目、2週目ともに、実験歩幅で全力疾走した場合の走速度は、全力疾走の走速度よりも遅い値であった。

トレーニング開始後1週目では、被検者4名中K.A.とK.H.の2名は、実験歩幅での全力疾走で、全力疾走を上回る走速度を示した。走速度の増加率は、K.A. が 0.64%, K.H. が 0.27% であった。しかし、I.K., M.O. の2名は、全力疾走の走速度よりも遅い値を示した。すなわちI.K.は、全力疾走の走速度の95.24%

M.O. は, 98.90% であった。

トレーニング開始後2週目では, 被検者4名中, I.K. が実験歩幅での全力疾走で, 全力疾走よりも速い走速度を示した。この時の速度の増加率は, 2.37% であった。しかし K.A., M.O., K.H. の3名は, 全力疾走の走速度よりも遅い値を示した。すなわち K.A. は, 全力疾走の走速度の 96.45%, M.O. は 99.50%, K.H. は 99.49% であった。

5) 接地時間

全力疾走と実験歩幅での全力疾走における接地時間を比較すると, トレーニング開始後1週目では, 全力疾走での平均接地時間が, 0.101秒に対し, 実験歩幅での全力疾走における平均接地時間は 0.098秒であった。トレーニング開始後2週目では, 0.101秒に対し 0.10秒であった。このように, 実験歩幅の全力疾走で接地時間がわずかに短縮していた。

6) 滞空時間

全力疾走と実験歩幅での全力疾走における滞空時間を比較すると, トレーニング開始後1週目では, 全力疾走での平均滞空時間が, 0.138秒に対し, 実験歩幅での全力疾走における平均滞空時間は 0.135秒であった。トレーニング開始後2週目では, 0.13秒に対し 0.12秒であった。以上のように, 実験歩幅の全力疾走で滞空時間がわずかに短縮していた。

7) 跳躍比

全力疾走と実験歩幅での全力疾走における跳躍比を比較すると, トレーニング開始後1週目では, 全力疾走での平均跳躍比が 1.34 に対し, 実験歩幅での全力疾走における平均跳躍比は 1.42 であった。トレーニング開始後2週目では, 1.27 に対し 1.24 であった。

次に疾走フォームとして, 図1から図4に各被検者の大腿の引き上げ角度(大転子点を通る水平線と大腿とのなす角度)と膝関節角度の角変位曲線を表した。

縦軸は角度であり, 横軸はコマ数(1コマは, 0.01秒)である。分析は左脚(黒塗りの脚)について行い, 左脚の離地瞬間から, 左脚離地瞬間までの1サイクルについて行なった。

8) 大腿の引き上げ角度

大腿の引き上げ角度は, 全ての被検者で, 全力疾走, 実験歩幅での全力疾走にかかわらず, 右足(白い方の脚)離地瞬間の 0.02秒後に, 最も高い大腿の引き上げがみられた。

次に右脚離地瞬間から 0.06秒後の範囲において, 全力疾走と実験歩幅での全力疾走の大腿の引き上げ角度を

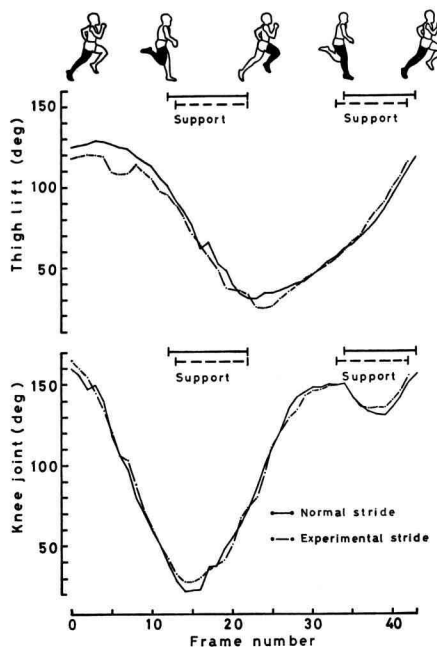


Fig. 1. Angular displacement of Knee joint and Thigh lift for Sub. K.A.

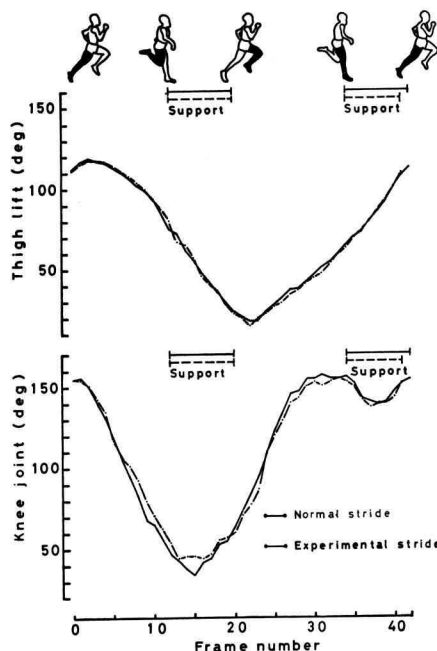


Fig. 2. Angular displacement of Knee joint and Thigh lift for Sub. I.K.

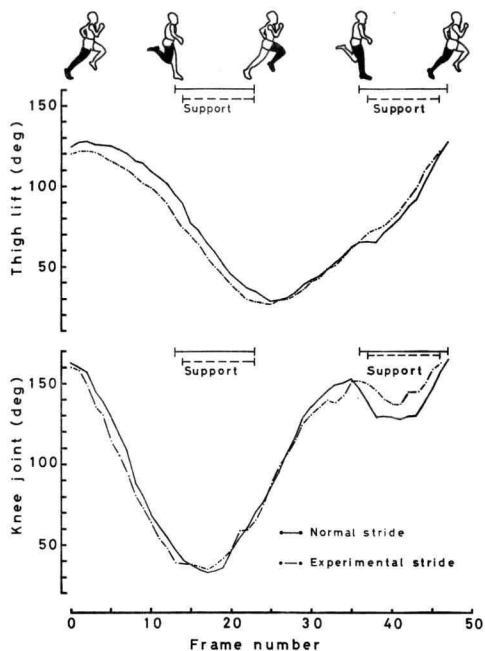


Fig. 3. Angular displacement of Knee joint and Thigh lift for Sub. M.O.

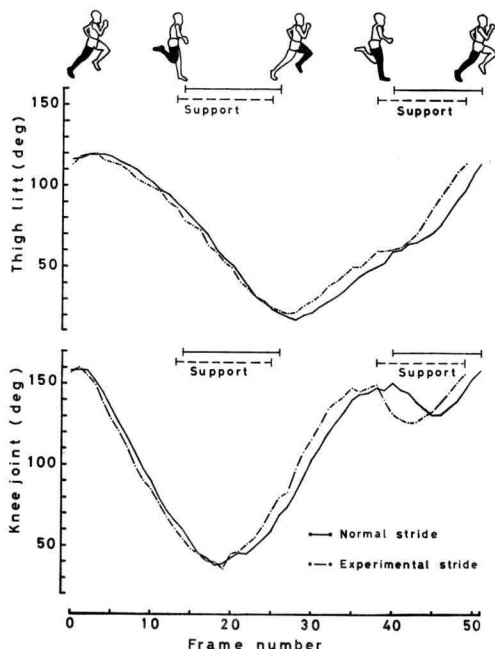


Fig. 4. Angular displacement of Knee joint and Thigh lift for Sub. K.H.

比較してみると、4名の被検者中、K.H.を除くK.A.、I.K.、M.O.の3名は、実験歩幅での全力疾走で、全力疾走時よりも、わずかに大腿の高い引き上げがみられた。

9) 膝関節角度

全力疾走と実歩幅での全力疾走における右脚接地中の左膝関節屈曲をみてみると、膝関節の最大屈曲は、全力疾走時の方が大きく、右脚接地中を通して、左膝関節屈曲は、全力疾走時の方がわずかに大きかった。

IV. 考 察

走速度を構成する歩幅と歩数のうち、歩数は先天的な資質に起因するものとされている。そのため歩数を改善することについての関心は、比較的低いようである。

しかし歩数に比べて歩幅は、意図的に変えることのできる要素であるともいえる。

本研究では、歩幅を全力疾走歩幅の95%に短縮して全力疾走してみた結果、歩数に有意な増加が認められた。この時の歩数は、通常の全力疾走時の歩数を上回るものであり、陸上競技の練習方法論的立場からは、意義のある現象であると考えられる。

また走速度においては、通常の全力疾走時の走速度に及ばなかったが、この結果は、トレーニング期間が2週間という短い期間であったためとも考えられる。今後は長期間のトレーニングで検討してみることも必要であると思われる。

Deshon, D.E.⁷⁾らや、宮丸⁸⁾は、疾走速度と大腿の引き上げ角度、大腿の引き上げ角度と歩幅との間に有意な相関があることを報告している。

また村瀬⁹⁾らは、走トレーニング経験者は、膝関節の垂直変位が大きいことを報告している。

このことから、大腿の引き上げは、走の技術として大切な動作であると考えられる。

本研究では、全力疾走歩幅の95%の歩幅で全力疾走した時に、全力疾走時よりもわずかに高い大腿の引き上げがみられた。

このことは、走速度を高める上で有効な動作とともに、短い歩幅で走るように規制されていながら、歩幅を大きくすることに関係した動作が生じていると考えられる。

V. 要 約

陸上競技選手4名を被検者とし、全力疾走の歩幅より

も短い歩幅で全力疾走した場合の疾走フォームについて、16mm撮影法により検討した。本研究で試みた歩幅は、全力疾走歩幅の95%であった。

通常の全力疾走に比べ、短縮歩幅での全力疾走では、主に次のような特徴がみられた。

(1) 歩数の有意な増加が認められた。

(2) 走速度は、4名の被検者中3名が、通常の全力疾走の走速度よりも遅い値を示し、全力疾走の走速度には及ばなかった。

(3) 大腿の引き上げ角度は、4名の被検者中3名の被検者に、通常の全力疾走よりも、わずかに大腿の高い引き上げがみられた。

(4) 右脚接地中の左膝関節屈曲は、通常の全力疾走よりも小さかった。

本研究に対して、終始懇篤な指導を与えられた、元幾徳工業大学 体育研究室 笹原六郎 教授、矢作庄次郎 助教授、泉川喬一 助教授に心から感謝の意を表します。

本研究に使用した高速度カメラ、及びモーションアナライザーは、日本体育大学大学院体育方法学研究室中野八十二 教授、三輪康広 助手の御好意により借用して実験の成果を得たものであり、ここに厚く感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 猪飼道夫, 芝山秀太郎, 石井喜八: 疾走能力の分析—短距離走のキネシオロジー—, 体育学研究, 7 (3): 59-70, 1963.
- 2) Gundlach, H.: 歩幅, 歩数からみた100m 疾走速度の研究, Olympia 20: 303-305, 1963.
- 3) 村瀬 豊, 安田矩明, 蘇 文和, 池上康男: Sprint Running のスピード変化に関する研究, 体育の科学, 28 (1): 42-47, 1978.
- 4) 金子公有, 北村潔和: 100m 疾走中のスピード変化に関する要因のキネシオロジー的分析, 体育の科学, 25 (2), 1975.
- 5) 山本輝夫, 天野義裕, 長澤 弘: スプリント・ランニングにおけるトップスピード持続能力に関する研究, 日本体育学会第30回大会号, p. 350, 1979.
- 6) ジョーダン, P., B. スペンサー, (小田海平訳), アメリカ陸上競技の技術, 講談社, 1972.
- 7) Deshon, D.E., and R.C. Nelson: A cinematographical analysis of sprint running. Research Quarterly, 35 (4): 451-455, 1964.
- 8) 宮丸凱史: 短距離疾走フォームに関する実験的研究, 東京女子体育大学紀要, (6), 22-33, 1971.
- 9) 村瀬 豊, 亀井貞二, 星川 保, 宮下充正, 松井秀治: 陸上競技選手と非鍛練者にみられる走行中の足の動きの速さのちがいについて, 体育学研究, 16 (5): 273-279, 1972.