

短距離疾走における Arm Action 効果に 関する実験的研究 (その 1)

山梨県立女子短期大学 岡 野 進
日本女子体育大学 渡 部 誠

1. は じ め に

疾走（ランニング）に関する研究は、主として力学的、生理学的な面から数多く行われてきている。その中において、特にランニング・フォームの分析に関する研究報告は多い。^{1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8)}この点に関し、宮丸は従来のランニング・フォームの分析に関する研究の概要について、次のようにまとめている。

「1つには、走運動の発現をさぐる立場からフォームの分析を手がかりとして、腕、脚、身体重心の移動を求め、疾走時の外的仕事（機械的エネルギー）をとらえたものである。

次は、フォームの分析によって人間の走運動のメカニズムをとらえ、さまざまな条件での合理的な走運動を体育学的立場から明らかにしようとする基礎的研究である。

もう一つは、熟練した走者と未熟練者のフォームを手がかりとして練習や鍛練による走技術の違いを明らかにし、競技技術とも関連しながら理想的なフォームを求めることを課題としたものである。この中には全力疾走に関するもの、スタートや、加速疾走およびその過程に関するもの、持久走フォームに関するもの、などがある。

さらに、発育発達の立場から成熟にともなうランニングパターンの発達過程やランニングカリキュラムを引き出す手がかりを得ることを課題としたものがある。」⁸⁾としている。

その他、特に最近では、タータントラック（turtun track）とシンダートラック（cinder track）⁹⁾における走法の比較から、タータントラックの有利性についての研究や、スタンディングスタート（standing start）とクラウチン

グスタート（crouching start）の両スタート¹⁰⁾技術の有効性を再検討した研究もみられる。

疾走は脚と腕とのモーションによって、より良く遂行される（全身）運動であるが、この際、良い arm action（腕振り動作）は良い脚動作を導き出すために重要視されている。つまり、（短距離）疾走において疾走スピードをより増加させるためには、ピッチを速めストライドを伸ばすこと的一方または両方の脚動作が要求される訳であるが、arm action がこうした脚動作の効率を高め、疾走スピードを増加させることにおいて、重要な役割りを演じていると考えられている。実際の（短距離）疾走の指導においても、走者に arm action についての注意や助言は度々成されるが、これは arm action を是正させることによって、良い脚動作を導き出させようとするためのものである。

さて、本研究は“arm action を使わないで 100m を全力疾走した場合、arm action を使った、いわゆる全力疾走した場合に比べ、どの位疾走タイムが悪くなるのであろうか”また、“arm action を使った疾走——以下、arm action 走とする——で速い者は、arm action を使わない疾走——以下、no arm action 走とする——でも速いのであろうか”というふたつの全く単純な発想をもとに手がけたものである。よって、上記の二つの疑問点を明らかにすることは勿論、さらに、arm action 走と no arm action 走を諸点より比較分析することにより、短距離疾走における arm action 効果、役割りについて探ることを試みた。

ところで、疾走における arm action の効果、役割りについては、宮丸¹¹⁾や Dyson¹²⁾ らによって力学的観点からすでに述べられている。例

11)
 えば、宮丸は全速疾走における腕振りの役割り
 として次の4点を挙げている。

4点とは、「①腕振り動作の反動として腰の
 回転が生じ、これによって接地時間を長くし、
 ストライドを大きくするのに役立つ。

②疾走での下半身(腰・脚)の動きによって
 生じる左右へのひねりを補正し、身体全体を進
 行方向へ正対させるのに役立つ。

③腕のほうが、脚より小さく、質量も少ない
 のでコントロールが容易であり、腕振り動作が
 ランニングのピッチやスピードを引き出すため
 の先導的役割をする。したがって、腕を速く振
 ればピッチは速くなり、よい腕振りはよい脚の
 動作を生み出すことになる。」

ところで、良い腕振りとは何か、このことは
 いつも短距離疾走における指導上の問題として
 取り上げられる。この点、金原¹³⁾は腰のひねり
 を引き出す腕振りが良い腕振りであるとし、種
 々の腕振り動作による疾走を行う実験から、よ
 り良い arm swinging についての見解を報告
 している。

本研究は先述したとおり、arm action と no
 arm action との疾走を比較分析することから、
 主として、客観的かつもっと具体的に、短距離
 疾走における arm action 効果、役割りについ
 て把握したいと考え進めていったものである。

2. 研 究 方 法

2—1 実験方法・手順

no arm action の方法として、後ろ腕組走
 一以下、腕組走とする一を用いた。no arm
 action の方法は種々考えられようが、手短か
 であり、かつ脚動作を抑制しない最良の方法と
 考え、この腕組走を採用することにした。なお、
 実験にあたって、被験者には腕組走の際なるべく
 肩の動きを使わないよう指示した。また、腕
 組走との関係から、両疾走はスタンディング・
 スタート法を用いることに統一した。本研究は
 以下の2回の実験によった。

①日本女子体育大学生(1年)42名に、50m
 の全力疾走と腕組走をそれぞれ1回ずつ行なわ
 せ、両疾走を100分の1秒計ウォッチで手動計
 時した。

②日本女子体育大学・陸上競技部員8名(表
 1参照)に、100mの全力疾走と腕組走をそれ
 ぞれ2回ずつ行わせ、それを10m毎にラップタ
 イム自動測定器(光電管)を設置し測定した。
 この際、同時に40mから50mの区間を16mm
 高速度カメラ(64コマ/秒)で撮影した(図1
 参照)。

実験①は1978年5月16日、実験②は1978年7
 月15日に行なった。

表1 被験者の体格と、Performance、競技年数

subjects	height (cm)	weight (kg)	best performance (100mdash/sec)	carrer (years)
J・S	163	60	12"1	9
Y・T	159	50	13"0	8
M・K	162	55	12"9	7
Y・Y	162	55	13"4	7
M・A	164	56	13"6	7
H・U	162	59	13"3	7
E・T	149	40	12"6	6
K・S	171	60	12"2	6
$\bar{X}$ (SD)	161.5 (6.12)	54.38 (6.70)	12"9 (0.55)	7.1 (0.99)

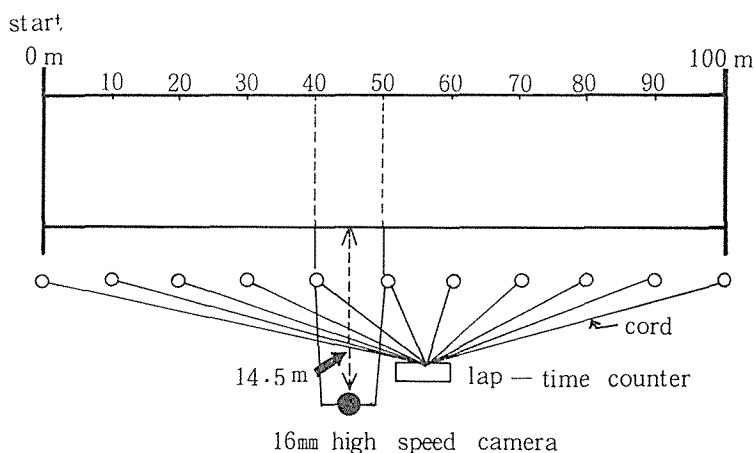


図1 実験器具の設置状況

場所は日本女子体育大学陸上競技場（シンダー・トラック）であり、両日とも天候は晴であった。

2-2 分析方法・手順

本研究は2-1で述べたような実験を進め、次の点を明白にすべく分析を行った。

2-2-1 arm action 走と no arm action 走とのタイム差と関連について—実験①、②について、両疾走タイムの平均（標準偏差）を求め、その差についての有意差検定を行なった。また、両疾走間の相関係数（検定）を求め、両疾走の関連性をみた。

2-2-2 arm action 走と no arm action 走について、10m毎の平均速度（m/sec）、ストライド、ピッチの出現の様子と比較—実験②から、10m毎の平均速度はラップタイム測定器によった。ストライドは100m疾走後の足跡を計測した。ピッチはストライドの計測結果から、各10m区間の歩数を計算し、ピッチ（strides/sec）＝歩数÷時間の式により求めた。

2-2-3 arm action 走と no arm action 走の中間疾走区間（40m～50m）におけるフォームの比較について—実験②における16mm高速度カメラ撮影により、両疾走（フォーム）を写しとり、それを16mm用ダイナミック・フレームに映写し、疾走における2 strides（1

cycle）をトレーシング・ペーパーに写しとった。そして、その写図をもとに両疾走フォームを以下の点から比較した。

●重心位置を中心とした場合の脚の動きについて—各疾走フォームの重心位置（身体重心の求め方は、作図法によった）を1点に重ねて、各フォームの脚の動きを描記し、前方で最も高く上がった膝、接地した時の足先、キックする時の足先、最も後方にけり上げられた足先のそれぞれ4点と、重心とを結ぶ直線を引いた。そして、重心の垂直線とに出きるそれぞれの角度を計測した。この方法はすでに松井らが報告しているものである。（図2参照）

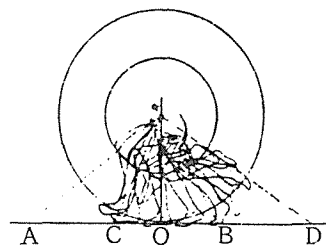


図2 走運動に於て各姿勢の重心を1点にとつた場合の脚の運動
（体育学研究1963，松井らによる）

●足先の軌跡—1 cycleの疾走フォームを身体重心を中心とし重ね、足先の軌跡図を作成した。

以上の諸点からの分析を進め、arm action 走と no arm action 走とを比較することから、主として、疾走における arm action 効果、役割りについて探ることを試みた。

3. 研究結果・考察

3-1 実験 ①

被験者42名全員が、arm action走(50m)のタイムが良かった。それぞれの疾走における50mの平均タイムは、arm action走が8.11sec、no arm action走が8.58secであり、arm action走が0.47sec良かった($P<0.001$ の有意差有り)。このことから、全力疾走タイムに及ぼす arm action の作用は、およそ5.5%であることが考えられた。また、両疾走間の相関係数は、 $r = 0.844$ ($P<0.001$)であり、両疾走間には非常に高い相関が認められた(表2、図3)。以上のことから、本研究のひとつの課題でもあった、実際の疾走における arm action の具体的、客観的な作用の度合いを把握することができたことと、人間の疾走能力(速く走れるか遅いか)というものが、脚によってほとんど決定してしまっているということが考察された。

表2 両疾走スタイルによる50m dashのタイム差と、両疾走間の関係

running style	50m dash record(sec)	difference(A)-(B) sec	r(coefficient of correlation)
arm action (A)	8.11	0.47*	0.844*
no arm action (B)	8.58		

* $P<0.001$

(n=42)

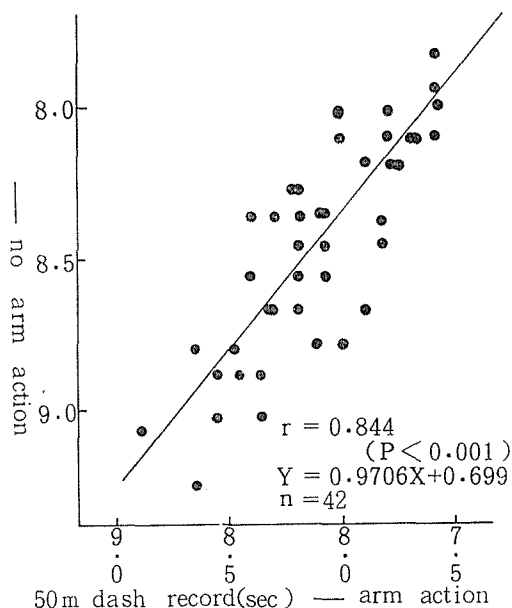


図3 50m dash の arm action 走と、no arm action 走とのタイムの関係

3-2 実験 ②

3-2-1 表3は100m疾走における被験者8名の arm action 走と no arm action 走の平均速度、ピッチ、ストライド幅、タイムの結果と、両疾走におけるそれぞれの差を示したものである。

両疾走の結果を比較するに、100mのタイム差は0.67sec、平均速度は0.32m/sec、ストライド幅は10cm/stride程 arm action 走の方が良かった。これらの差には有意性はみられなか

表3 100m dash の arm action 走と no arm action 走との比較

subjects	velocity (m/sec)			stride frequency (strides/sec)			stride length (m)			record (sec)		
	arm	no	dif	arm	no	dif	arm	no	dif	arm	no	dif
J. S	7.70	7.20	0.50	3.96	3.97	0.01	1.94	1.87	0.13	12.99	13.88	-0.89
Y. T	6.77	6.54	0.23	3.73	3.87	-0.17	1.81	1.69	0.12	14.78	15.30	-0.52
M. K	7.33	6.94	0.39	4.17	4.16	0.01	1.76	1.67	0.09	13.65	14.41	-0.76
Y. Y	6.96	6.72	0.24	3.96	4.05	-0.09	1.76	1.66	0.10	14.37	14.89	-0.52
M. A	6.64	6.22	0.42	3.78	3.86	-0.08	1.76	1.61	0.15	15.07	16.08	-1.02
H. U	6.71	6.61	0.10	3.89	4.05	-0.16	1.72	1.63	0.09	14.91	15.13	-0.22
E. T	7.00	6.87	0.13	4.10	4.07	0.03	1.71	1.69	0.02	14.28	14.55	-0.27
K. S	7.32	6.75	0.57	3.81	3.60	0.19	1.92	1.87	0.05	13.66	14.82	-1.16
$\bar{X}$	7.05	6.73	0.32	3.93	3.95	-0.02	1.80	1.70	0.10	14.21	14.88	-0.67
S D	0.37	0.29	0.17	0.15	0.18	0.06	0.08	0.09	0.04	0.73	0.66	0.34

* $P<0.1$

った (いずれも $P < 0.1$) が、これは被験者が 8 名という少数であった ($df = 7$) ためであり、被験者がもう少し多ければ当然有意差がでてきたことが考えられる。勿論、これらの差の値は、実際の疾走ではかなり大きいものであると言え、この点、arm action の疾走における効果と考えることができる。つまり、arm action 作用はストライド幅を延ばすことに貢献し、それによって疾走速度を増し、100 m のタイムを縮めていると考えられる訳である。ところで、両疾走におけるピッチ差は 0.02 strides/sec 程、no arm action 走の方が多い。しかし、両疾走におけるピッチ差はほとんど無いと言ってよく—100 m 14sec の疾走においては、 $0.02 \times 14 = 0.28$ strides である—、ピッチに関する arm action 効果は全く考えられなかった。

以上の点からして、100 m 疾走タイムに及ぼす arm action 作用は、勿論、疾走タイムによって変わるので一概には言えないが、約 4.5%

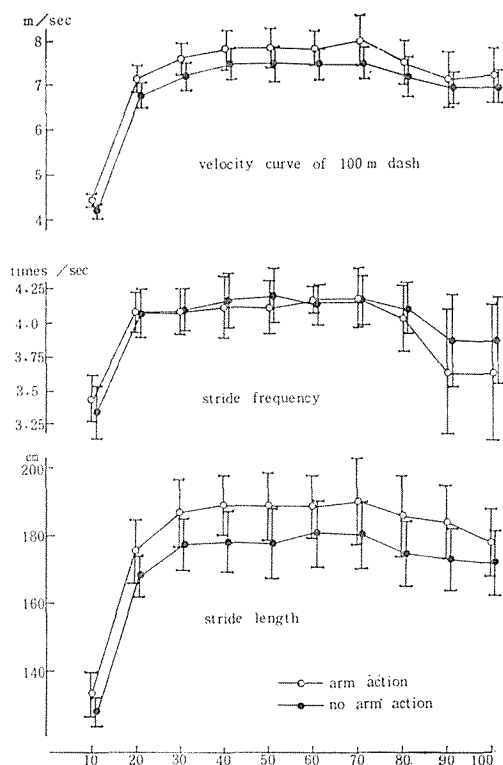


図4 両疾走 style によるスピード曲線、ピッチ数、ストライド幅の比較

であったことと、arm action は疾走において、ピッチを高めるのではなく、ストライド幅を延ばすことに作用していることが明らかとなった。この点、先述したとおり、宮丸は「…腕振り動作がランニングのピッチやスピードを引き出すための先導的役割をする。したがって、腕を速く振ればピッチは速くなり、…」としているが、以上の本研究結果からは、実際の 100 m 疾走では、むしろ脚が疾走の先導的役割を演じ、腕 (arm action) はストライド幅を拡げる補助的役割を演じていると言うことができ、この宮丸の見解とは異なった。

図4は arm action 走、no arm action 走における10 m 毎の疾走速度、ピッチ、ストライド幅の出現のようす (変化) の結果である。

両疾走における疾走速度は、10 m ~ 100 m の各地点とも、全て arm action 走の方が上回った。しかし、両疾走における疾走速度の変化 (スピー曲線) は、ほとんど同じ様相を示した。つまり、0 m ~ 30 m は加速区間、40 m ~ 70 m は最高速度区間、80 m ~ 100 m は減速 (速度低下) 区間であると言える。次に、両疾走におけるピッチの変化は、80 m 地点までほとんど同じピッチ数で変化していた。ピッチは両疾走ともすでに20 m の地点で最高に達し、80 m までほぼ同じピッチ数を維持していた。なお、ピッチ数において、ラスト20 m の減少の大きいことに気づくが (特に arm action 走の方が大きい)、この点、イオーノフ¹⁵⁾や山本¹⁶⁾らの報告でも指摘されている。イオーノフによると、この兆候の原因を「テンポを最後まで維持できないのは、疲労のためで、一番の原因は、中枢神経系の機能状態の変化で、筋肉の局所的疲労、人体内の生化学的変化もある程度影響する。」と述べている。この点、no arm action 走のラスト20 m のピッチ数の減少が、arm action 走に比較が少ないのは、イオーノフのいうこの種の疲労が小さかったためであると言える。

さらに、両疾走におけるストライド幅の変化は、10 m ~ 100 m の各地点とも全て arm action 走の方が上回った。しかし、両疾走におけるストライド幅の変化 (曲線) は、ほとんど同じ様相を示した。つまり、0 m ~ 30 m 区間では徐々にストライド幅が増大し、30 m で最大となり、以

降70m区間までそのストライド幅を維持していた。ラスト20mではストライド幅の減少がみられた。この曲線の出現の様相は、疾走速度曲線の様相と同様であった。

以上の結果より、やはり、arm action 走と no arm action 走との疾走速度差が、両疾走のストライド差によっていることが明らかとなった。また、このことは同時に、arm action のストライド幅の要因への作用を意味するものであると言える（ピッチの要因への arm action 効果は考えられない）。

ところで、arm action 走と no arm action 走とのタイムの関係は、やはり大きく、 $r = 0.876$ ($P < 0.01$)であり、実験①と同じ結果を得た。（図5）—図5中のA～Eは被験者を示す。

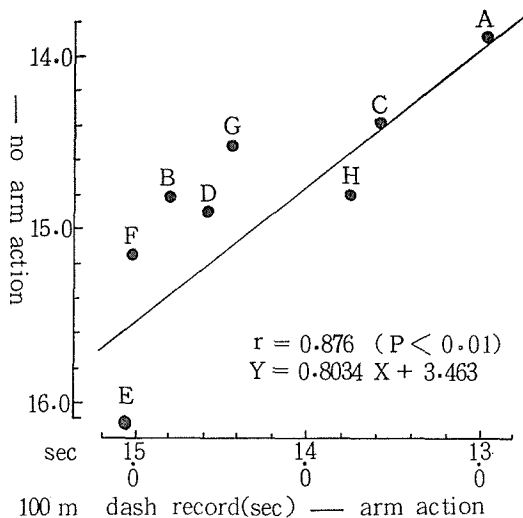


図5 100m dash の arm action 走と no arm action 走とのタイムの関係

表4 中間疾走における脚の動作分析

subjects	arm action				no arm action			
	∠AGO	∠DGO	∠CGO	∠BGO	∠AGO	∠DGO	∠CGO	∠BGO
J.S	53	65	23	29	45	60	22	30
M.K	52	55	25	22	47	60	22	20
Y.Y	50	56	30	28	47	59	28	29
M.A	52	52	23	33	45	50	20	32
H.U	42	50	23	23	40	50	21	26
E.T	57	50	27	30	55	53	21	26
K.S	53	57	26	30	51	50	22	28
$\bar{X}$	51.3	55.0	25.3	27.9	47.1	54.6	22.3	27.3
S D	4.61	5.23	2.63	3.98	4.78	4.90	2.63	3.86

（注）∠AGO, ∠DGO, ∠CGO, ∠BGOの各々の角度の位置については、図2参照。

3—2—2（中間疾走フォームについて）

●重心位置を中心とした場合の脚の動き—表4は疾走フォームの重心位置を1点に重ね、膝、足先と重心からの垂直線との間にできる四つの角度の測定結果を示したものである。arm action 走と no arm action 走とを比較するに、∠DGOと∠BGOはほとんど差異はみられなかったが、∠AGOでは 4.2° 、∠CGOでは 3.0° 程、arm action 走の方が大きい角度を示した。このことは no arm action 走に比べ、

arm action 走の方が膝が高く上っていること（∠AGO）、また、より前方に足を着地させている（∠CGO）脚動作であったことを示すものである。この点、村瀬らは膝の高さが歩幅を決定する大きな要因となっており、膝の高さと歩幅との間に有意な相関（ $r = -0.70$ ）が認められると報告した Deshon (1964) らの結果に一致するものであるとしているように、本研究結果も同様に考えられる。事実、arm action 走の方が no arm action 走に比べ、10cm長い平均ストライド幅を得ていることはすでに述べた

とおりであり、 $\angle AGQ$ が 4.2° 大きいことと明らかに一致するものである。

ところで、 $\angle CGO$ も 3.0° 程 arm action 走の方が大きいという結果を得たが、これは疾走の前局面にあたる高い膝の位置($\angle AGO$)の必然的結果であると考えて良からう。以上より、arm action が脚をより前方に高く運ばせ、より前方へ足を着地せしめるという重要な役割りを果していることを再認識せざるを得ない。つまり、村瀬らは疾走フォームの分析を、特に脚の動きから分析した研究結果の総括として、「速く走るためには、膝の前方での位置を高くすることと、着地寸前の足の動きをより速くす

ることによって導びかれる大きな歩幅が必要であるといえよう。」としているが、arm action が、こうした効率の良い脚動作を導き出すために、大きな役割りを果していると考えられる訳である。

●足先の軌跡——図6は arm action 走と、no arm action 走の足先の軌跡を示したものである。両軌跡を比較するに、arm action 走の方が水平変位と垂直変位が大きく、また、足先のひっかけ局面の軌跡が長い傾向がみられる。亀井ら(1969)は走速度の増大につれ、膝・足の水平振幅と垂直振幅が増大するとしているように、arm action 走の疾走速度の大きいこ

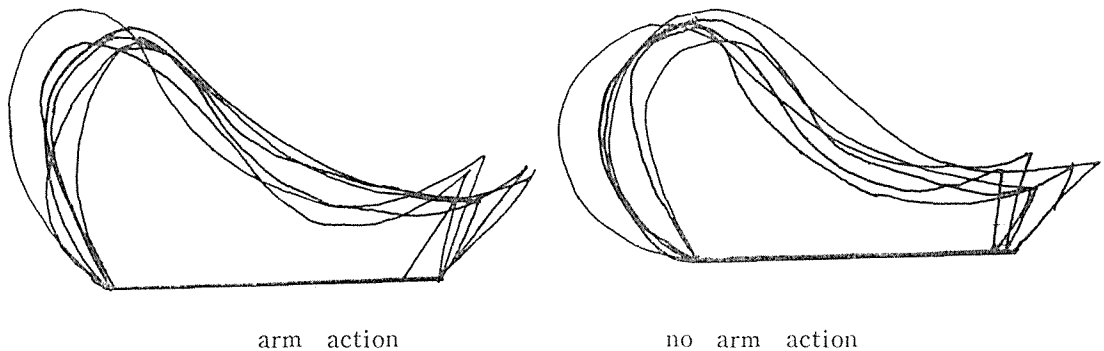


図6 arm action 走と no arm action 走の中間疾走における足先の軌跡の比較 (n = 6)

(注) 被験者8名のところ、フィルムの不鮮明な2名を除外した。

と一致する。また、arm action 走の前方への高い膝の位置、着地寸前の足の動きのより速い状態を伺うことができる。この点、村瀬らは着地寸前の足の動きの速さが速いほど有利であると考えられているが、脚(足)と反作用の関係にある腕の、す速く振りおろされる arm action に大きく助けられることが考えられる。

以上、脚の動きと足先の軌跡における arm action 走と no arm action 走との相違をみたが、その差異が示すものは、逆に arm action の作用(効果)、役割りと考えて良いのではなからうか。つまり、arm action は疾走フォームにおいて、高い膝の位置と、前方への足の着地、す速い足先のひっかけ動作を行わせしめ、ストライド幅の増大に貢献していると解釈できよう。さらにこれらの諸点から、こうした脚・足動作

をより良く行うために、より良い arm action として、少なくとも、前方への大きな腕振りを行うことと、次にするどく振りおろす腕振りが強調されるべきであることが考えられる。また、ストライド幅をより得るためには、腰の回転(ヒップ・スウィング)を引き出す arm action が重要となるが、Cooper¹⁷⁾のいう体の中央に向けての arm action、また、金原¹³⁾らのいう上腕と体側との間をあけての arm action などは参考となるポイントである。しかし、このより良い arm action についてはピッチとの関連もあり、さらに検討を加えなければならないことは言うまでもない。

その他、arm action が脚の引き上げによる左・右回転力のバランスを保つ役割り^{12) 18)}のあることは、力学的に知られるところであるが、こ

の点、疾走後の選手の内省には、共通して no arm action 走のバランスの崩れを指摘していた。

なお、arm action 走と no arm action 走とのタイム差の小さい者は、有効な arm action を行っていないことが考えられる。この点、no arm action 走を arm action の点検のために活用してみてもどうか。例えば、筆者らの導いた回帰方程式（図3、図5中に示してある）に、タイムをあてはめてみて、arm action の良し悪しを検討するのも良いと思うが……。勿論、今後、この点も現場でのコーチにおいて、さらに検討してみたい。

4. ま と め

4—1, arm action 走と no arm action 走とのタイム差は、50m 走では0.47sec, 100m 走では0.67secとなった。この結果、疾走タイムに及ぼす arm action の作用の度合いは、実際の疾走において、およそ5%位であることが予想された。

4—2, arm action 走で速く走れた者は、no arm action 走でも速かった。両疾走間の相関係数は、実験①（50m 疾走）では $r = 0.844$ ($P < 0.001$), 実験②（100m 疾走）では $r = 0.876$ ($p < 0.01$) であり、非常に高いものであった。

4—3, 100m の疾走タイム、平均疾走速度、ストライド幅においては、arm action 走が no arm action 走を上回ったが、ピッチにおいては両疾走はほとんど同じであった。よって、実際の疾走において、arm action はストライド幅の要因に作用していることが考えられた。

4—4, 100m 疾走における、10m ごとの各地点の平均疾走速度とストライド幅は、全て arm action 走が no arm action 走を上回った。しかし、ピッチでは両疾走ともほぼ同様な変化をしていた。このことは、疾走速度差がピッチによらず、ストライド幅によっていることを明白にするものであり、arm action のストライド幅への作用と、それによる疾走速度の向上との一致が考えられた。

4—5, 中間疾走における脚の動きでは、arm action 走の方がより高い膝の位置と、重心より、より前方に足を着地させていた。この脚の動きはストライド幅を得ることと一致し、arm action がより良い脚動作を導いていることがわかった。

4—6, 中間疾走における足先の軌跡からは、arm action 走の水平変位、垂直変位の大きいことと、ひっかけ局面の軌跡の長いことが認められ、arm action 走の疾走速度が高いこと、ストライド幅の長いことが伺えた。

4—7, 以上のまとめより、arm action が脚のスピード・アップをはかり—¹²⁾ Dyson も指摘している—大きい脚動作（高いキック・アップ、前方への高い膝上げ＝ハイ・ニー、より前方への足の着地、足のす速いひっかけ動作）を行わせ、より広いストライド幅を得ることに作用していることが考えられた。また、4—5 と 4—6 から、より良い arm action のポイントとして、有効な脚、足動作を導き出すために、前方内側に向けて大きく振り上げることと、すどく振りおろすことの腕動作強調の必要性、有効性が考えられた。

5. お わ り に

先に述べたとおり、短距離疾走における arm action の効果、役割りについては、すでに力学的観点から明らかにされているし、コーチングやトレーニングにおいても、誰もが重要視するところのものである。筆者らが改めてこの半ば常識化した事柄について研究を試みたのは、“100m 走のタイムに arm action がどの位貢献しているのか？”などの全く素朴な疑問を持ったことからである。そして、本研究では arm action 走と no arm action 走という、腕を用いた疾走と腕の作用を用いない疾走との比較検討から、その疑問を明らかにし、さらに、両疾走の差から、逆に arm action の作用(効果)、役割りについて考えてみようとした訳である。この結果、いくつかの興味深い諸点を認めることができたので、ここに報告を試みた次第である。

今回は直線走における分析結果の報告であったが、コーナー走における arm action も、実際の疾走のコーチ上重要なポイントである。しかし、コーナ疾走に関する研究報告は少なく、勿論、コーナにおける arm action についての報告は見られない。よって、この点に関し、今回と同様な方法による追研を試みたい。さらには、力量計によるキック力の両疾走の差についても比較検討し、arm action のキック力作用についても明らかにしてみたい。いずれにしても、改めて arm action 作用(効果)、役割について再検討する中から、短距離疾走におけるコーチング、トレーニングのポイントを探っていきたいと考えている。

最後に、本実験を行うにあたり被験者として、また、実験補助者として協力して下さった多数の日本女子体育大学学生、ならびに同大学陸上競技部員の皆様に対し、心から感謝致したい。

なお、本研究結果の要旨については、第30回日本体育学会(1979年10月13日、金沢大学)において、口頭発表を行った。

—1979年11月—

文 献

- (1) 松井秀治、只木英子：走運動の動力学的研究—全速フォームとその重心位置について、体育学研究 Vol.7 No.1 (210), 1963.
- (2) 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 No.6, 1971.
- (3) 村瀬豊、亀井貞次、宮下充正：走の科学（フォームについて）、月刊保健体育教室 No.66 (5—9), 1972.
- (4) 伊藤宏：女子スプリンターにおける疾走フォームの分析、第29回日本体育学会大会号(462), 1978.
- (5) 宮丸凱史：走る動作の発達、体育の科学 Vol.28 No.5 (306—313), 1978.
- (6) 村木征人、宮川千秋：短距離疾走の加速過程における運動の変化、東海大学体育学部紀要 (55—72), 1973.
- (7) Manfred Scholich : East German study of the distance stride, Track Technique 74 (2355—2359), 1978.
- (8) 金原勇編(宮丸凱史他)：陸上競技のコーチング(1), 大修館書店, 1976.
- (9) Mark Gooks : Foot lift—off cinder vs. turtun surfaces, Track Technique 54 (1943—1944), 1974.
- (10) M. Desipres : Kneeling and Standing sprint starts, Track Technique 72 (2302—2303), 1978.
- (11) 浅見俊雄、石井喜八他編(宮丸凱史)：身体運動学概論(156), 大修館書店, 1976.
- (12) Geoffrey Dyson : The mechanics of athletics, University of London Press LTD, 1970.
(金原、渋川、古藤共訳：陸上競技の力学, 大修館書店, 1972)
- (13) 金原勇、渋川侃二他：短距離疾走フォームの実験的研究、東京教育大学スポーツ研究所報第5号(43—55), 1967.
- (14) 石河利寛、杉浦正輝、松井秀治：体育学実験法, 杏林書院, 1957.
- (15) 岡本正己訳：D・イオーノフ：ピッチとストライドがスピードに及ぼす影響、月刊陸上競技7月号(49—53), 1968.
- (16) 山本輝夫、天野義裕、長沢弘：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30回大会号(350), 1979.
- (17) John M. Cooper : Beginning Track and Field, Wadsworth Publishing Company Inc, 1969.
- (18) Tom Ecker : Track and Field Dynamics, Tafnews Press, 1971.
(佐々木秀幸訳：陸上競技ダイナミックス, ベースボール・マガジン社, 1974.)