

短距離疾走における Arm Action 効果に関する実験的研究 (その 2)

— 曲 走 路 疾 走 の 場 合 —

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

短距離疾走における効果的な arm action (腕振り動作) の行い方については、金原⁽¹⁾が種々の腕振り動作による疾走を行う実験から、また、古藤⁽²⁾が回転板装置を用いた実験から検討している。

筆者らは前号⁽³⁾において、arm action の効果・作用について、arm action を用いた全力疾走と、arm action を用いない後ろ腕組⁽³⁾による全力疾走とを比較分析することから検討を加え、報告を行った。

前回の報告⁽³⁾では、100m・12秒台の女子スプリンターにおいて、100m 疾走タイムへの arm action 作用が約4.5%であったことや、実際の全力疾走においては、arm action はピッチ数の増加には作用しておらず、ストライド幅を伸ばすことに作用していることが、arm action を用いた疾走と arm action を用いない疾走とのタイム、ピッチ、ストライド幅の結果の比較(差)をとおして考察することができた。また、中間疾走における両疾走の脚動作や、足軌跡の比較分析からは、arm action がハイ・ニー・ポジション (high knee position) をとらせ、より前方に足接地を行わせる作用のあることが確認された。つまり、前回の報告においては、arm action がより効率の良い脚・足動作を生じせしめることに役立ち、その結果として、ストライド幅の延長をはかり、疾走タイム(速度)を向上させているという一連の関係を

把握できたとした。

今回は前回とほぼ同様な研究方法・手順によって、さらに曲走路疾走の場合における arm action の効果・作用について追究することから、曲走路疾走におけるより良い疾走について、何らかの示唆を得ようとした訳である。

ところで、多くの短距離疾走に関する研究報告は、直走路疾走の場合に限られていると言ってよく、曲走路疾走についての報告はほとんど見られない。このことに関する主たる理由は、曲走路疾走を特別なものとしないうで、直走路疾走に準じて考えていけば良いとする為だと思われる。しかしながら、実際の疾走コーチングにおいては、曲走路疾走は直走路疾走とは明らかに異質のものであり、その走り方やテクニックについては、適切なアドバイスが必要とされる。

もちろん、多くの著書によっても、すでにこのことに関するアドバイスはいくつも述べられているが、その多くは著者らの疾走経験や、選手の疾走の観察、さらには遠心力という力学的原理をもとに語られているに過ぎない。本研究は実際の曲走路疾走実験にもとづき、より良い曲走路疾走のあり方を、主として arm action との関連から探ろうとしたものである。

2 研 究 方 法

2・1 実験方法・手順

曲走路疾走における arm action 効果・作

用について追究するために、arm action を用いた疾走——以下、arm action 走とする——、arm action を用いない後ろ腕組走——以下、no arm action 走とする——と、さらに外側の腕（右腕）だけを用いての疾走——以下、single (out-side) arm action 走とする——の3方法での全力疾走を被験者に行わせた。なお、前回⁽³⁾では arm action 走と no arm action 走

の2方法であったが、今回はさらに外側の腕振り (out-side single arm action) 走を加えた。この理由は、曲走路疾走においては、以前から外側の arm action の重要性が指摘されているので、この点を明らかにしようとしたためでもある。

被験者は日本女子体育大学・陸上競技部員（短距離）5名である（表1参照）。実験にあ

表1 被験者の体格，最高記録，競技年数

subjects	height (cm)	weight (kg)	best performance (100 m dash/sec)	carrer (years)
M. I	160.3	57.0	12.4	8
M. K	155.0	51.0	12.5	8
E. K	158.3	47.5	12.4	7
K. O	160.0	48.0	12.1	7
H. T	163.0	55.0	12.7	7
$\bar{X}$	159.3	51.7	12.4	7.4
S D	(2.63)	(3.76)	(0.19)	(0.49)

って、被験者には single and no arm action 走の時は、肩の動きを使わないよう指示した。また、全ての疾走は single and no arm action 走との関係から、スタンディング・スタート法に統一した。

被験者には、半径28.38 mの300 mトラックの第1コース曲走路90 mを、先の3疾走スタイル

のそれぞれで全力疾走させた。その際、10 m 毎にラップタイム自動測定器(光電管)を設置し、通過タイムを測定した。また同時に、スタートから40 mと50 mの区間一曲走路の頂点部分にあたる一の疾走を、16mm高速度カメラ(64コマ/秒)によって内側から、35mm高速度カメラ(48コマ/秒)によって前方から同時撮影した(実験

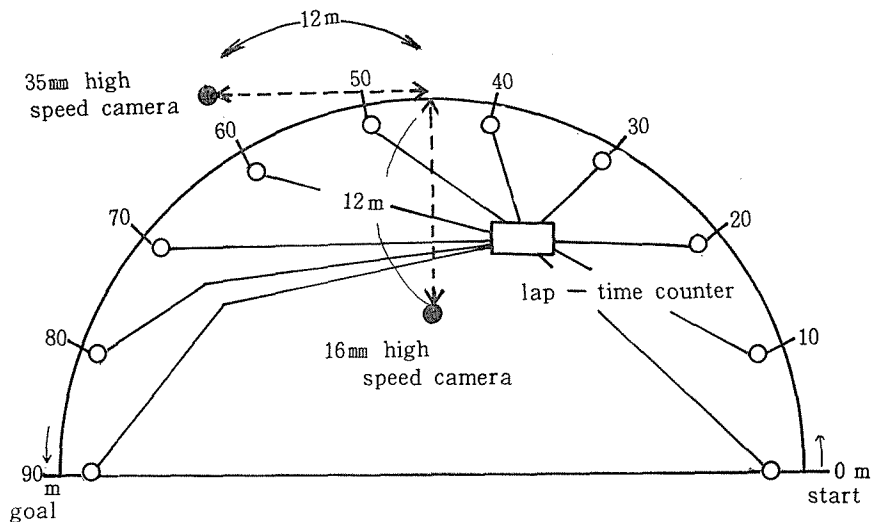


図1 実験器具の設置状況

器具設置状況については図1 参照)。

実験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, 実験期日は1979年5
月20日, 当日の天候は晴であった。

2・2 分析方法・手順

2・2・1 arm action走, no arm action
走, single arm action 走のそれぞれについ
て, 90m 曲走路疾走のタイム, 平均 疾走速度
(m/sec) 疾走速度 (m/sec), 平均ストライ
ド幅 (m/stride), 平均ピッチ数 (strides/
sec) を求め比較検討した。

2・2・2 3 疾走スタイルそれぞれについ
て, 10m 毎の平均疾走速度, ストライド幅, ピ
ッチ数の出現の様子を求め比較検討した。

なお, 2・2・1, 2・2・2において, 各
疾走のストライド幅は, 疾走後の足跡をメジャ
ーで計測することから求めた。また, ピッチ数
は10m 毎の疾走所要タイムと, ストライド幅の
計測結果から, 歩数÷タイム(時間)によって
求めた。

2・2・3 3 疾走スタイルにおける疾走フ
ォームの分析法ならびに手順は次のようにした
—以下の①～③—。なお, 曲走路中間疾走フ
ォームとして, 身体前傾角 (forward lean angle
of the body), 身体内傾角 (inward lean
angle of the body), 身体内前傾角 (inw-
ard-forward lean angle of the body) を
求めた。

①疾走側面フォーム(身体前傾角)——スタ
ートから40m~50m 区間の疾走を撮影した16mm
フィルムを, 16mm用ダイナミック・フレームに
映写し, 中間疾走(45m 付近)の2 strides (1
cycle の脚動作)をトレーシング・ペーパーに
写しとった。その疾走分解図をもとに, それぞ
れの 疾走スタイルの 場合の 身体前傾角を 求め
た。

身体前傾角はキック脚のつま先が地面を離れ
る瞬間の, つま先と身体重心とを結んだ線と,
垂直線との間にできる角度(図2 参照)とし
た。なお, 身体重心は松井⁽⁴⁾らの示す作図法によ
り求めた。

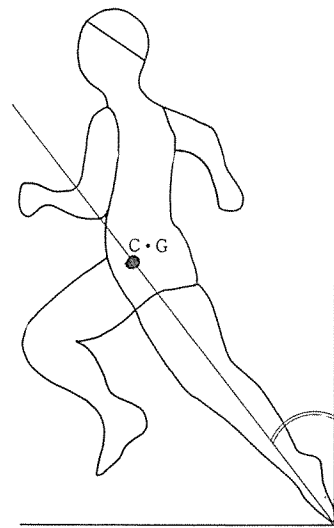


図2 身体前傾角 (forward lean angle of the body)

②疾走前面フォーム(身体内傾角)——中間疾
走(45m 付近)を前方から撮影した35mmフィ
ルムを写真現象し, その写真をもとに, それぞ
れの 疾走スタイルの 場合の 身体内傾角を 求めた。

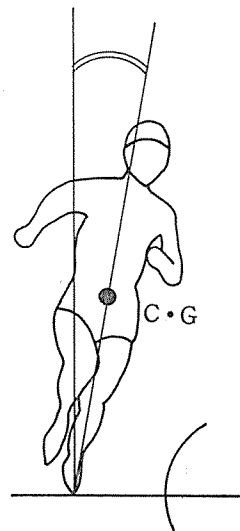


図3 身体内傾角 (inward lean angle of the body)

身体内傾角はキック脚のつま先が地面を離れ
る瞬間の, つま先と身体重心とを結んだ線と,
垂直線との間にできる角度(図3 参照)とし
た。

③身体内前傾角—曲走路における実際の疾走フォームは、直走路疾走の場合と違って、単に前傾しているとか、内傾しているとかではない。つまり、ななめ前に身体全体を傾けて疾走していると考えられる。このことは同一キック局面の疾走フォームを前方と内側から撮影した時、それぞれに身体の傾き（角度）ができることによって実証される。筆者らは身体前傾角と身体内傾角の合成角、つまり、ななめ前方への身体の傾きを身体内前傾角とした。身体内前傾

角は疾走フォームを真上から見た時、キック脚のつま先と身体重心とを結ぶ線と、正面（垂直線）との間にできる角度と考えることができる。この点、本来ならば疾走を真上から撮影し、正面に対する身体重心のななめ前方への傾き角を測定すべきであるのだが、撮影が困難であるため、2つの角度の合成によって求めることを考えた。筆者らは図4のように展開図を作成することから、身体前傾角と身体内傾角の合成角である身体内前傾角を求める工夫をした訳

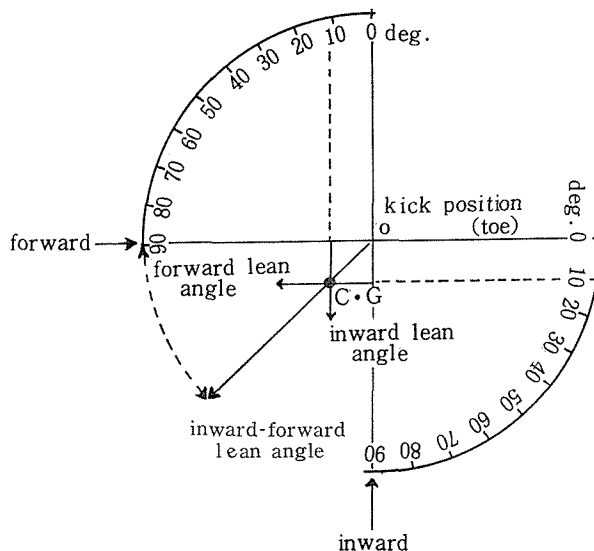


図4 身体内前傾角 (inward-forward lean angle of the body)
の求め方、 ←-----→ の部分が身体内前傾角

である。

なお、曲走路疾走においては、疾走フォームの様相が、左脚キックの際と右脚キックの際とは異なるようである。この点、小野も指摘している。よって、①・②・③の身体のそれぞれの角度については、左脚キック局面 (kick phase of the left leg) と、右脚キック局面 (kick phase of the right leg) の両方の場合を求めることにした。

3 研究結果・考察

3・1 表2は90m曲走路疾走における被験者5名の arm action 走, single (out-side) arm action 走, no arm action 走それぞれの疾走タイム, 疾走速度, ピッチ数, ストライ

ド幅の結果 (平均と標準偏差) を示したものである。また、図5は表2のそれぞれの項目の平均 (結果) をもとに、no arm action 走の平均 (結果) を100とした時、single arm action 走, arm action 走の場合の指数を示したものである。以下、表2と図5をもとに、結果の概要とそれについての考察を述べることにしたい。

①疾走タイム (record) —arm action 走が 12.40 sec, no arm action 走が 13.08 sec, single arm action 走が 12.66 sec であった。arm action 走に比べ、no arm action 走は 0.68sec, single arm action 走は 0.26 sec 程悪いタイムであった。なお、arm action 走と no arm action 走との差 (0.68 sec) には、

表2 3 疾走スタイルにおける90m曲走路疾走タイム, 疾走速度, ピッチ数, ストライド幅—被験者の値と, その平均と標準偏差

subjects	velocity (m/sec)			stride frequency (strides/sec)			stride length (m)			record (sec)		
	arm-	no-	single-	arm-	no-	single-	arm-	no-	single-	arm-	no-	single-
M. I	7.27	6.79	7.13	4.37	4.33	4.33	1.66	1.57	1.65	12.38	13.26	12.63
M. K	7.36	7.08	7.22	4.37	4.44	4.31	1.68	1.59	1.68	12.22	12.71	12.47
E. K	7.44	7.05	7.25	4.40	4.35	4.32	1.69	1.62	1.68	12.09	12.77	12.41
K. O	7.33	6.91	7.14	4.10	4.08	4.07	1.79	1.69	1.77	12.28	13.02	12.60
H. T	6.91	6.59	6.82	3.77	3.88	3.80	1.83	1.70	1.79	13.02	13.66	13.20
$\bar{X}$	7.26 **	6.88 **	7.11	4.20	4.22	4.17	1.73 *	1.63 *	1.71	12.40 **	13.08 **	12.66
S D	0.18	0.18	0.15	0.24	0.21	0.21	0.067	0.052	0.55	0.23	0.35	0.28

* $P < 0.05$ の有意差有り ** $P < 0.02$ の有意差有り

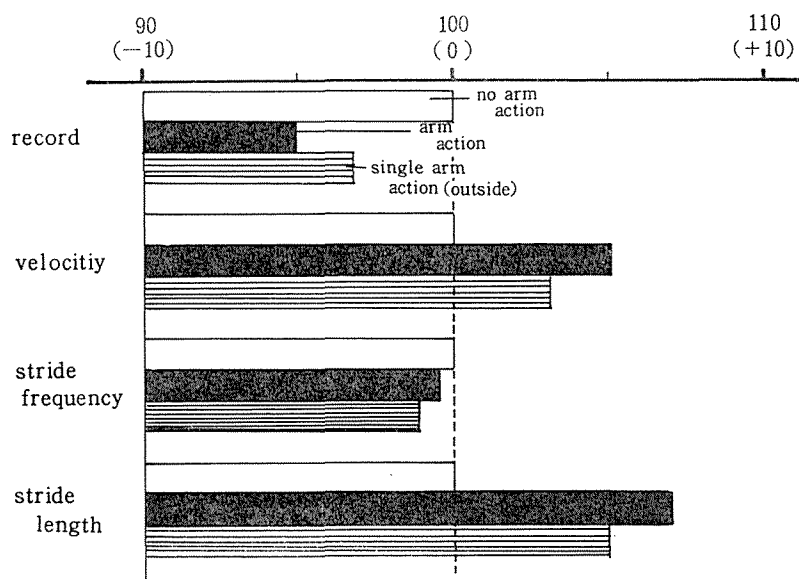


図5 3 疾走スタイルにおける曲走路90mの疾走タイム, 疾走速度, ピッチ数, ストライド幅の比較—no arm action 走の平均値を100とした

$P < 0.02$ の有意差がみられた。この点, 疾走タイムへの arm action の効果・作用(約5.2%)をうかがうことができるが, この割合は前回の直走路の場合よりも大きい。さらには, single arm action 走のタイムが arm action 走に近いことがわかる—single arm action 走の arm action 走に対する割合は97.8%である—。この点, 曲走路疾走における arm action 作

用においては, 特に外側の腕(右腕)の作用の大きいことが考えられた。

②疾走速度 (velocity) —arm action 走 7.26 m/sec, no arm action 走 6.88 m/sec, single arm action 走 7.11 m/sec であった。なお, arm action 走と no arm action 走の差には有意差 ($P < 0.02$) がみられた。結果は①と同じく arm action の効果・作用(約5.2%),

また、外側の arm action 作用の大きさ(約 3.1%)がうかがえた。

③ストライド幅、ピッチ数(stride length, stride frequency) —ストライド幅においては arm action 走が 1.73m, no arm action 走が 1.63m で、その差は 0.10m ($P < 0.05$)であった。また、single arm action 走は 1.71m であり、arm action 走より 0.02m 程短かった。

ピッチ数は arm action 走が 4.20strides/sec, no arm action 走が 4.22 strides/sec, single arm action 走が 4.17 strides/sec であり、3 疾走スタイルともほぼ 4.2 strides/sec でほとんど差はみられなかった。

以上の点からして、arm action はピッチには作用しておらず、ストライド幅の増大に作用していることが明らかとなり、前回報告したと

おり、直走路疾走の場合と同様であった。

以上①～③の結果をまとめるに、曲走路疾走における arm action の作用は、ストライド幅を増加させることにより、疾走速度を上げ、疾走タイムを短縮させているという一連の関係が明らかとなった。勿論、この点は前回報告⁽³⁾の直走路疾走の場合と同様である。ところで、曲走路疾走において、single arm action 走の疾走タイム、疾走速度、ストライド幅の結果(平均数値)をみるに、これらの値は arm action 走の結果の約 98%～99% にあたっている。この点、すでに①、②のところで述べたが、曲走路疾走における外側(右)の腕振りの作用の大きさがうかがえたと同時に、特に曲走路疾走における out-side arm action の重要性が示唆されたと言える。

表 3 3 疾走スタイルにおける 10m ごとの疾走速度、ストライド幅、ピッチ数—平均と標準偏差

styles sections	velocity (m/sec)			stride frequency (strides/sec)			stride length (m)		
	arm-	no-	single-	arm-	no-	single-	arm-	no-	single-
0-10m	4.37 (0.17)	4.22 (0.20)	4.27 (0.12)	3.36 (0.25)	3.51 (0.36)	3.32 (0.17)	1.30 (0.058)	1.21 (0.062)	1.29 (0.040)
10-20m	7.27 (0.10)	6.97 (0.18)	7.30 (0.17)	4.29 (0.22)	4.34 (0.26)	4.35 (0.26)	1.70 (0.067)	1.61 (0.056)	1.68 (0.075)
20-30m	8.01 (0.23)	7.65 (0.24)	7.77 (0.33)	4.46 (0.24)	4.53 (0.22)	4.37 (0.19)	1.80 (0.068)	1.69 (0.053)	1.78 (0.065)
30-40m	8.21 (0.12)	7.65 (0.24)	8.04 (0.27)	4.44 (0.22)	4.43 (0.24)	4.45 (0.30)	1.83 (0.066)	1.73 (0.056)	1.81 (0.063)
40-50m	8.30 (0.20)	7.82 (0.18)	8.01 (0.18)	4.55 (0.24)	4.52 (0.20)	4.48 (0.22)	1.82 (0.065)	1.73 (0.067)	1.79 (0.071)
50-60m	8.06 (0.29)	7.60 (0.13)	7.83 (0.21)	4.44 (0.26)	4.45 (0.16)	4.37 (0.23)	1.82 (0.071)	1.71 (0.051)	1.79 (0.060)
60-70m	8.02 (0.12)	7.66 (0.24)	7.95 (0.19)	4.41 (0.24)	4.48 (0.20)	4.45 (0.16)	1.82 (0.081)	1.72 (0.056)	1.79 (0.059)
70-80m	7.67 (0.14)	7.30 (0.10)	7.49 (0.19)	4.24 (0.22)	4.28 (0.18)	4.19 (0.20)	1.81 (0.071)	1.71 (0.051)	1.79 (0.058)
80-90m	8.04 (0.50)	7.29 (0.16)	7.75 (0.26)	4.37 (0.40)	4.15 (0.20)	4.25 (0.25)	1.84 (0.087)	1.76 (0.061)	1.83 (0.045)

3・2 表3は arm action 走, no arm action 走, single arm action 走における 10 m 毎の疾走速度、ピッチ数、ストライド幅の結果(平均と標準偏差)である。また、図 6 は表 3 をもとに 10m 毎の疾走速度、ピッチ数、スト

ライド幅の出現の様子(変化)をスピード曲線、ピッチ曲線、ストライド曲線として示したものである。

疾走速度はすべての 10m 区間において、arm action 走→single arm action 走→no arm

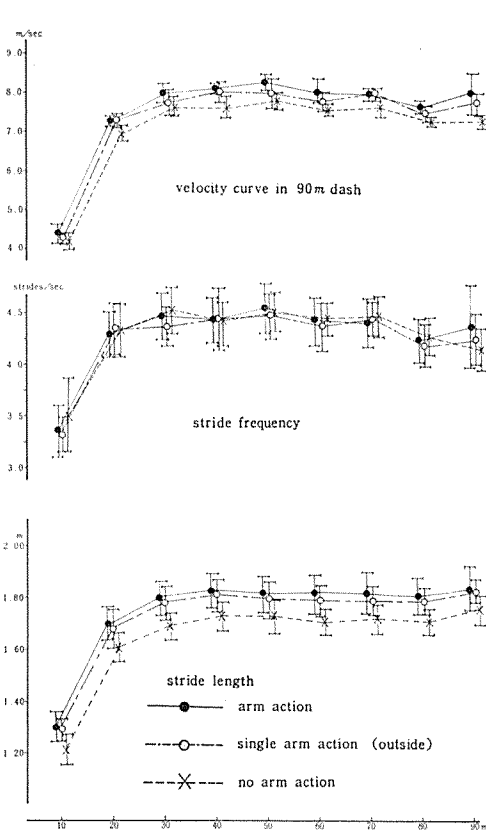


図6 3疾走スタイルにおけるスピード曲線、ピッチ曲線、ストライド幅曲線—図中 $\bar{x}$ は平均と標準偏差を示す

action 走の順に高い値を示した。しかし、3疾走スタイルにおける疾走速度の変化（スピード曲線）の様相は同じであった。つまり、40m～50m区間で最高速度に達し、以降70m～80m区間まで速度は低下している。ところで、最後の80m～90mの区間で疾走速度がやや上回ったのは、曲走路から直走路へ移行する所であり、ほとんど直走路に近いゆるいカーブのためであると考えられる。

次に、ピッチ数はすべての10m区間において、3疾走スタイルともほぼ同じような値を示し、3疾走スタイルにおけるピッチ数の変化（ピッチ曲線）の様相は同じであった。つまり、ピッチ数は20m～30m区間で最高に達し、60m～70mの区間まで同じピッチ数を維持している。ところで、70m～80mの区間のピッチ数の減少は、前回報告したとおり、イオーノフが

(6) 指摘している「疲労」によると考えられる。

さらに、ストライド幅においては、すべての10m区間において、疾走速度の場合と同様に、arm action 走→single arm action 走→no arm action 走の順に高い値を示した。しかし、3疾走スタイルにおけるストライド幅の変化（ストライド曲線）の様相は同じであった。つまり、ストライド幅は30m～40m区間において最大となり、以降70m～80m区間まではそのストライド幅を維持していた。最後の80m～90mの区間において、ストライド幅の増大がみられるが、疾走速度の場合と同様、カーブのゆるさ—ほとんど直走路—のためだと考えられる。

以上述べた点、また図6のそれぞれの曲線様相からして、arm action 走とその他の疾走スタイルによる疾走速度差が、ピッチによらず、ストライド幅の差によっていることが明らかである。この点、すでに2・1で指摘したとおり、arm action のストライド幅への作用が考えられた。また、single arm action 走におけるストライド幅と疾走速度曲線に注目するに（図6）、arm action 走により近い状態で変化している。このこともやはり2・1で指摘したとおり、out-side arm action の働きの効果・作用の大きさを意味するものと考えられる。

なお、本研究の主題からは外れるが、図6の曲走路疾走におけるスピード、ピッチ、ストライドそれぞれの曲線に注目した時、ピッチは30m地点、ストライド幅は40m地点、疾走速度（スピード）は50m地点でほぼ最高（ピーク）に達していると言える。この点、全力疾走においては、スタート後、まずピッチが最高度に達し、次にストライドが、そして、疾走速度が、というように、それぞれの曲線のピークにずれのあることに気づく。つまり、スタート後、ピッチ、ストライド、スピードが同時にピークに達するということではない。この点、Gundlach⁽⁷⁾は疾走能力レベルの違いによる100m走のピッチ、ストライド、スピード曲線を導いているが、それを見るに、どの疾走能力レベルにおいても、やはり、ピッチ→ストライド→スピードの順にピークが現われている。勿論、この点、

本稿では気づいたということにとどめざるを得ないが、非常に興味深い点であるので、今後、実験的追究を試みることから、さらに明らかにしたい。

さて、以上、arm action 走, no arm action 走, single arm action 走の曲走路 (90 m) 疾走における疾走タイム, 疾走速度, ピッチ数, ストライド幅の結果から、さらには、疾走速度 (スピード) 曲線, ピッチ曲線, ストライド曲線を求めることにより、比較検討した結果から、曲走路疾走における最も重要な arm action 効果・作用は、やはり、ストライド幅の増大であるということであった。この点、⁽⁸⁾Dyson の力学的解説を貸りれば、「…とくに短

距離疾走では、両腕の動きは両脚のスピードアップ (speed up) をはかり、その結果、前進力のための水平成分 (horizontal component of drive) を増すように、脚にスパーク (spur) をかけることに用いることができよう。」としているように、Dyson のいう脚スピードの増加と、筆者らのいうストライド幅の増大とは一致していると考えられる。

3・3

表4は arm action 走, no arm action 走, single arm action 走の3疾走スタイルにおける左・右脚キック局面それぞれの身体前傾角, 身体内傾角, 身体内前傾角を求めた結果である。以下、曲走路疾走フォームについて①

表4 3 疾走スタイルにおける左脚・右脚キック局面の身体前傾角, 身体内傾角, 身体内前傾角—被験者ごとの値と、その平均と標準偏差

body leans	phases styles subjects	kick phase of the left leg			kick phase of the right leg		
		arm action	no arm action	single arm action	arm action	no arm action	single arm action
forward lean angle of the body	M. I	34.0	37.0	21.0	24.0	27.0	37.0
	M. K	28.0	24.0	30.0	32.0	21.0	31.0
	E. K	27.0	31.0	27.0	26.0	26.0	23.0
	K. O	25.0	27.0	20.0	32.0	20.0	31.0
	H. T	29.0	25.0	20.0	24.0	28.0	37.0
	$\bar{X}$	28.6	28.8	23.6	27.6	24.4	31.8
	S D	3.01	4.75	4.13	3.67	3.26	5.15
inward lean angle of the body	M. I	10.0	8.0	9.5	21.0	16.2	18.0
	M. K	14.0	10.0	16.0	22.0	13.0	18.0
	E. K	18.5	11.5	13.0	17.0	16.0	18.0
	K. O	14.0	15.5	12.5	18.5	14.5	17.0
	H. T	14.5	9.5	9.5	20.0	15.0	21.0
	$\bar{X}$	14.2	10.9	12.1	19.7	14.9	18.4
	S D	2.69	2.56	2.43	1.78	1.16	1.36
inward-forward lean angle of the body	M. I	16.5	11.5	24.5	42.0	38.0	28.0
	M. K	27.0	21.0	29.0	35.0	32.0	30.5
	E. K	35.0	21.0	27.0	33.5	30.5	38.0
	K. O	29.5	31.0	31.5	30.5	35.0	32.0
	H. T	27.0	20.0	28.5	39.0	30.0	30.5
	$\bar{X}$	27.0	20.9	28.1	36.0	33.1	31.8
	S D	6.00	6.18	2.31	4.06	3.01	3.36

と、曲走路疾走フォームにおける arm action 効果・作用について②), 表4をもとに考察し

ていくことにしたい。

①曲走路疾走フォームについて—すでに2・

2・3の②で述べたとおり、曲走路疾走においては、身体前傾角と身体内傾角が同時に生じている事実から、実際にはななめ前方に身体を傾

けキックし、疾走していることが明らかとなった。

ところで、図7は表4をもとに、arm action

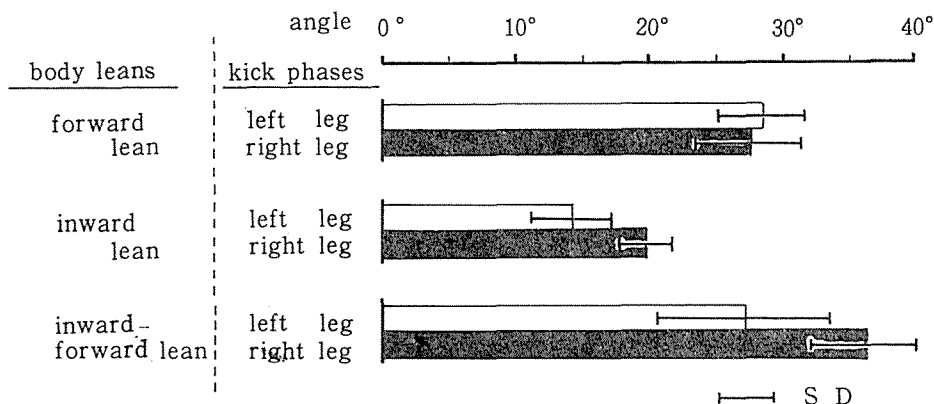


図7 arm action (全力) 走における左・右脚キック局面の身体前傾角、身体内傾角、身体内前傾角の比較

走、つまり曲走路全力疾走の場合のそれぞれの身体の傾き角度を、左脚キック局面と右脚キック局面について図示したものである。身体前傾角は左・右脚キック局面において28°前後であり、ほぼ同じであると言える。宮丸は直走路疾走における一流選手の身体前傾角は20°~30°(平均25°)としているが、この点、曲走路疾走においてもその値との一致がみられた。

身体内傾角は左・右脚キック局面においてかなり差がみられる。表4に示されたとおり、左脚キック局面では14.2°、右脚キック局面では19.7°であり、右脚キック時の方が5.5°(P<0.01)程大きくなっている。つまり、曲走路疾走フォームを前方から見た時、右脚キック時の方が左脚キック時よりも深い身体の内傾をみせているのである。この事実の把握は、今後、曲走路疾走研究を進めていく上において、重要な示唆を与えるものであると言える。

ところで、曲走路疾走においては走者に遠心力(centrifugal force)が働くため、身体を内側に傾け、求心力(centripetal force)を生む必要のあることは力学の原理である。また、遠心力の大きさが疾走速度と、曲走路の曲率半径に⁽⁵⁾よることも知られる⁽⁸⁾⁽¹⁰⁾とおりである。この点、小野は身体内傾角を求める公式を図8の⁽⁵⁾ように示している。また、この公式から、400

$$\tan \theta = \frac{v^2}{(r + 1.25(r - 1))g}$$

r = トラックの曲率半径, k = コース幅,

g = 9.8, v = 疾走速度を示す

(小野「ランニングフォーム」による, P. 185)

図8 曲走路における疾走者の身体内傾角の理論値(公式)

mトラック(半径約35m)の第1コースを毎秒10mの速度で疾走する者は、約20°の(身体)内傾角を示すとしている。本研究のデータから——arm action 走の最高疾走速度は40m~50m区間において、毎秒8.30mであり、300mトラックの半径は28.83mである——、図8の公式にあてはめ、その時の身体内傾角(理論値)を求めると、 $\theta = 15.6^\circ$ となる。ところで、この理論値と実際値(表4の身体内傾角)とを比較すると、実際値は左脚キック局面が14.2°、右脚キック局面が19.7°であるので、左脚キック局面の時は理論値より小さく(-1.4°)、逆に右脚キック局面の時は理論値より大きく(+4.1°)なった。曲走路疾走について、勝亦・小林は優秀な短距離選手3名と、長距離選手3名を被験者とし、半径35.5mの400mトラックを被験者に全力疾走させた時の身体内傾角

(実際値)と、計算によって求めた理論値とを比較し、短距離選手では理論値(13.84° ~ 16.66°)より実際値(11.48° ~ 15.50°)の方が小さく、曲走路疾走にすぐれているが、長距離選手では理論値(7.48° ~ 9.95°)より実際値(9.67° ~ 11.80°)の方が大きく、曲走路疾走の技術のまづいことを指摘している。勝亦らの⁽¹¹⁾こうした報告は、左脚キック局面の測定であることから、右脚キック局面の場合は果してどうであるかという疑問が残る。というのは、筆者らはすでに先程、曲走路においては左・右脚によって、キック局面の身体の内傾のしかたが違ふことから、曲走路疾走研究においては左・右脚両方の測定の必要性が示唆されたとしたからである。

ところで、表4に示されたとおり、左脚キック局面の身体内前傾角は27.0°であり、右脚キック局面のそれは36.0°であった。この点、やはり、左脚キック時よりも右脚キック時の身体のななめ前方への傾きは大きくなっている(P < 0.05)。

以上、曲走路疾走フォームについて、いくつかの興味深い示唆を得たが、曲走路疾走に關し、UCLAの名コーチであるブッシュ⁽¹²⁾は、あ

まり内傾しすぎると緊張が増して疲労がはやまるとし、カーブを上手に加速する方法を覚えるには右腕を大きく振ることが大切である。こうすることによって、より効果的に前傾ができ、カーブが回り易くなると述べている。ここで、ブッシュのいう前傾とは筆者らのいう身体内前傾と同じ意味であると考えて良からう。よって、曲走路疾走フォームにおいては、身体をいかにうまくななめ前方に傾ける(内前傾する)ことができるかが、重要なポイントとなると考えられる。

②曲走路疾走フォームにおける arm action 効果・作用について—以下、arm action 走, no arm action 走, single arm action 走それぞれの疾走フォームの結果(表4)をもとに、曲走路疾走フォームにおける arm action 効果・作用について検討してみたい。なお、図9は表4の3疾走スタイルにおける左脚・右脚キック局面の身体内前傾角の結果を図示することによって、比較したものである。

まず、表4ならびに図9の no arm action 走の身体内前傾角をみるに、右脚キック局面は33°と、arm action 走の36°と近いほぼ同一

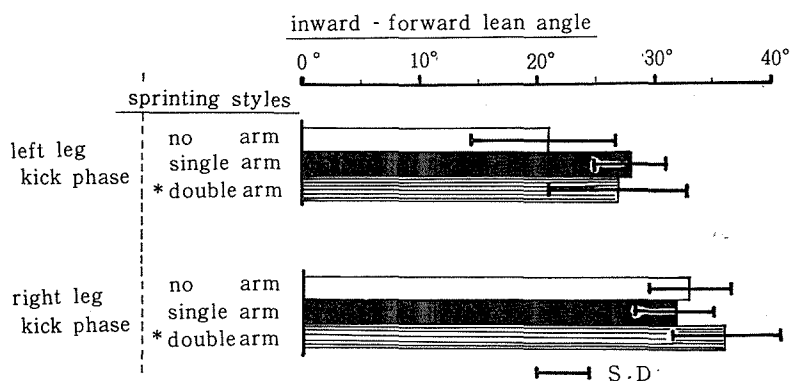


図9 3疾走スタイルにおける左脚・右脚キック局面の身体内前傾角の比較

⊛ * double arm は arm action 走のことである。

の値を示している。しかし、左脚キック局面では20.9°と、arm action 走の27°に比べかなり差がある。この点からして、右脚キック時には、arm action によらなくても比較的身体の内前傾はつくり易いと考えられ、逆に左脚キック時には、arm action によらな

ければ身体の内前傾は十分に得にくいのではなからうかと考えられる。さらに、表4ならびに図9の single arm action 走の身体内前傾角に注目するに、左脚キック局面では28.1°と最大値を示している。このキック局面での arm action は、外側の腕(右腕)を後方に振りお

ろした状態であるので、この右腕の arm action 作用によって、一内側の腕の前方への arm action がいないために一身体がよりなめ前方に傾けられたことを意味していると考えられる。この点、左脚キック局面では arm action によらなければ、身体の内前傾は十分につくれないのではなかろうかと先に述べたが、左脚キック局面では、外側（右）の腕の後方への振りおろしの action が、身体の内前傾を得るために重要な作用を行っていることが考えられるのである。ところで、先の 3・3 の①のところで、すでにジム・ブッシュ⁽¹²⁾が曲走路疾走において、右腕の arm action を強調していることについて触れたが、ブッシュはさらに選手への有効的アドバイス法として、右腕を外の方へ力強く振るよう指示しているとし、この指示によって選手の身体の向き—筆者らの言う身体の内前傾と考えられる—が良くなり、選手の上体が左側に傾きすぎてスピードが落ちるのを防いでくれると解説している。この点、小野も同様に、左腕にくらべ右腕を大きく振る、ことに右腕を後方に引く時にスピードをつけて引くことが、その反動として身体全体の回転を引き起こし、カーブを走り易くすると指摘している。以上のように、筆者らの考察と一致した見解をブッシュ⁽¹²⁾や小野⁽⁵⁾も指摘している。なお、single arm action 走における被験者の内省は、かなりうまくバランスを保って走ることができたとしており、この点からも曲走路疾走における右腕作用の身体コントロールへの大きさが考えられる。勿論、この右腕の使い方・振り方については、曲走路疾走における選手への有効的なアドバイス法となり得よう。また、single arm action 走を曲走路疾走に慣れるための練習手段とすることも、特に曲走路疾走の苦手な下手な選手にとってはいっそう有効的であろう。

次に、やはり表 4 ならびに図 9 の右脚キック局面における single arm action 走の身体内前傾角に注目するに、 31.8° と他の 2 疾走スタイルに比べ、それ程の差はないしる最小値を示している。ところが、右脚キック局面の身体前傾角は 31.8° と最も大きく— arm action

走は 27.6° 、no arm action 走は 24.4° ($P < 0.05$)—、明らかに前傾のし過ぎと思われる。つまり、single arm action 走の右脚キック局面では右腕を前方に振り上げる arm action によって、—左腕を振りおろす action がこの場合 使えないため—それを補うために身体を前傾し過ぎるというアンバランスを起したと考えられる。この点からして、右脚キック時における内側（左）腕の振りおろし action の必要性が示唆されたと言える。またこの点、arm action 走の身体内前傾角が 36° と、右脚キック局面での最大値を示していることは、やはり、この内側（左）腕 action の効果を如実に示すものであると言える。

以上の結果・考察からして、曲走路をうまく疾走するための重要な手がかりとして、左脚キック時においては右腕の強い振りおろし、右脚キック時においては左腕の強い振りおろしにポイントをおいて疾走することが、より有効的ではなかろうかと考えられた。

4 ま と め

4・1 90m 曲走路における arm action 走の疾走タイムは 12.40 sec、no arm action 走は 13.08 sec、single arm action 走は 12.66 sec であり、曲走路疾走における arm action 効果（約 5.2%）をうかがうことができた。また、タイム差からして、曲走路疾走における外側（右）の腕の作用の大きさ（約 3.2%）も、うかがうことができた。

4・2 曲走路疾走における arm action 作用は、ピッチ数を増加させることなく、ストライド幅を延長させることによって疾走速度を上げ、疾走タイムを向上させていることが明らかとなった（この点、前回の直走路の場合と同じであった）。

4・3 曲走路疾走におけるキック局面では、身体は前方かつ同時に内側に傾いており、実際には身体を内前傾させて疾走していることが明らかとなった。

4・4 曲走路疾走のキック局面における身体の内側への傾きは—実際には身体の内前傾—左脚と右脚キック時において異なり、右脚キッ

ク時の方がより大きな身体前傾角，身体内前傾角を得ていた。

4・5 曲走路疾走のキック局面における身体内傾角は，右脚キック局面においてはその理論値より大きく，左脚キック局面においてはその理論値よりも小さいことが明らかにされた。

4・6 曲走路疾走における左脚キック局面においては，身体をうまく内前傾させることにおいて，外側(右)の腕を強く振りおろす arm action の有効性が考えられた。

4・7 曲走路疾走における右脚キック局面においては，arm action によらなくても比較的うまく身体の内前傾はとれることが考えられたが，さらに走り易い身体の内前傾を得るために，内側(左)腕を強く振りおろす arm action の有効性が考えられた。4・6，4・7からして，曲走路疾走では，強く振りおろす arm action を強調するのがより良いのではなかろうかと考えられた。

5 お わ り に

曲走路疾走においては，身体に働く遠心力に対処するために，身体をうまく内傾させることによって，求心力を得る必要性が生じてくる。しかしながら，実際の曲走路疾走のキック局面においては，身体は単に内傾しているだけではなく，同時に前傾している。本研究では，まず，この事実を確認すると同時に，筆者らはこの身体の傾きを身体内前傾角 (inward-forward lean angle of the body) とし，本研究を進めていく上において問題とした。勿論，この身体の傾きを問題とする方が，曲走路疾走についてのコーチングにおいて，より实际的であり，有効的であると考えたからである。

ところで，本研究は曲走路疾走における arm action 効果・作用について，主として追求したのであるが，後方に強く振りおろす arm action は身体をうまく内前傾させる作用のことが確認された。また，arm action がこうした身体より良いポジションを導き出すと同時に，キックを強めストライド幅の延長をはかることによって，疾走速度を高めることに貢献しているという一連の関係をも把握するこ

とができた。さらには，曲走路疾走に関し，他にもいくつかの興味深い示唆を得ることができたが，この点については，3において述べたとおりである。

本論文中ですでに触れたことであるが，今回は曲走路疾走について主として arm action との関連から検討した。よって，曲走路疾走自体については，いくつかの興味深い点を指摘したものの，十分に究明するまでには至っていない。曲走路疾走に関する研究報告も少ないことから，今後さらに追究していく必要があるし，その価値もあると考えられる。今後の課題としたい。

最後に，本実験を行うにあたり被験者として，また，実験の補助者として協力して下さった日本女子体育大学・陸上競技部員の皆様に，心から感謝致したい。

(本研究結果・考察の要旨については，第31回日本体育学会——1980年10月12日，東京学芸大学——において口頭発表を行った。)

——1980. 11. ——

文 献

- (1) 金原勇，渋谷侃二他：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.
 - (2) 古藤高良：ランニングの科学，実業之日本社，1972.
 - (3) 岡野進，渡部誠：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紀要第13号 (1—9)，1980.
 - (4) 石河利寛，杉浦正輝，松井秀治：体育学実験法，杏林書院，1957.
 - (5) 小野勝次：ランニングフォーム，講談社，1972.
 - (6) 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.
 - (7) Schmolinsky：Leichtathletik，Sportverlag Berlin，1973.
 - (8) Geoffrey Dyson：The mechanics of athletics，University of London Press，1970.
- (金原，渋谷，古藤訳：陸上競技の力学，大修館書店，1972.)

- (9) 金原勇編，宮丸凱史他：陸上競技のコーチング
Ⅰ（トラック編），大修館書店，1976.
- (10) 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-
スボール・マガジン社，1974.）
- (11) 勝亦紘一・小林一敏：曲走路における走法のキ
ネシオロジー的研究，陸上競技科学セミナー（第
1回）資料，1979.
- (12) 小田海平訳；ジム・ブッシュ：UCLA の陸上
競技のコーチング，1979.