

疾走能力差による100メートル走疾走様相の比較

—全天候型走路の場合—

岡 野
渡 部

進 (山梨県立女子短期大学)
誠 (日本女子体育短期大学)

1 はじめに

筆者らは、これまでに従来の土走路と、新しく出現し、普及・定着した全天候型走路における短距離疾走について比較検討し、報告してきた⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾。

本研究は全天候型走路における短距離疾走(100m dash)の様相について、さらに追究することがひとつのねらいである。ところで、短距離疾走について、これまでに示されている諸データのほとんど全ては土走路上の⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾ものである。しかしながら、これまで報告してきたとおり、土走路と全天候型走路における疾走様相は明らかに異っているし、また現在の競技会(試合)がほとんど全て全天候型走路を使用して行われていることからしても、全天候型走路上のデータを呈示することは、大変意義深いものであると考える。サブ・テーマにも掲げたとおり、本研究が全天候型走路を用いての実験によったのは、こうした理由からでもある。

いっぽう、本研究では疾走能力の違いということに着目したが、疾走能力の違いによって、100m dashの疾走様相は異なるものと考えられる。これまで、この疾走能力の違いに着目した短距離走に関する報告は、いくつか見られる。例えば、グンドラッハ(Gundlach)は疾走能力の異なる6グループ(84名の被験者)ごとの100m dashのスピード・ピッチ・ストライド各曲線を示し比較検討している⁽²⁾⁽⁴⁾⁽⁸⁾。また、猪飼らも疾走能力の異なる3名の選手と、一般学生群との4つの100mスピード曲線を示し比較している⁽¹⁾⁽²⁾。この他、ヘンリーは疾走能力の異なる3群について、スターティング・ブロックにかかるキック力の力曲線を求め比較している⁽²⁾。さらに、村木らは熟練したスプリンターと対称群(未熟なスプリンター)を用いて、短距離走の加速過程での走動作の変化について報告しており、また、宮丸は熟練者と未熟練者の全速疾走時におけるキック力から求められたpola curve(力曲線)を比較している⁽²⁾。

本研究は以上の報告の中の、グンドラッハや猪飼らの研究に類するものであると言えるが、本研究では疾走能力の違いによって生じると考えられる疾走様相の相違に

着目するだけでなく、さらに疾走能力の違いがどういった要因(素)によって生じているのかについても検討し、少しでも明らかにしてみたい。

2 実験ならびに分析の方法・手順

日本女子体育大学陸上競技部、ならびに一般学生75名を被験者とした。一般学生の被験者については、あらかじめ100m dashのタイムを測定し、選出した。

実験は昭和58年7月3日(日)と、7月4日(月)の2日間、日本女子体育大学陸上競技場(レコルトン=全天候型走路)で行った。天候は晴、風は微風であった。

被験者には100mを全力疾走させ、その疾走を10mごとに設置したラップタイム自動測定器(1/100秒計)で計時するとともに、中間疾走区間の40~50mを16mm高速度カメラ(100コマ/秒)で撮影した。

100m疾走様相の分析に関しては、ラップタイム自動測定器で得られたデータ(プリンターに自動的に記録されている)と、各10m区間ごとのストライドのメジャーによる測定をもとに、被験者全員の10mごとの平均スピード・ストライド・ピッチを求めた——分析方法・手順の詳細は、本学紀要第15号2ページを参照——。

次に、中間疾走の分析に関しては、38名の被験者を抽出し、ダイナミックフレーム(=分析機)を用い、4局面の脚動作(後掲の図6参照)ならびに1走歩の接地(キック)時間と滞空(リカバリー)時間とを算出することから、跳躍比(=滞空時間÷接地時間)を求めた。

ところで、疾走能力の違いという観点からの検討を進めるために、得られた100m dashのタイムをもとに、疾走能力の異なるAからDの4つの群に分けた。A群は13.4秒よりタイムの良い者7名、B群は13.5秒~14.4秒の者21名、C群は14.5秒~15.4秒の者25名、D群は15.5秒~16.9秒の者22名であった。また、中間疾走における脚動作と跳躍比の分析においては、同様に4群に分けたが、A群7名、B群14名、C群10名、D群7名という内訳であった。

3 研究結果ならびに考察

表1 各群ごとの 100m dash のタイム, 速度, ピッチ, ストライド

		A group (n= 7)	B group (n=21)	C group (n=25)	D group (n=22)
record	$\bar{X}$	13. 292	13. 995	15. 011	16. 039
(sec)	SD	0. 07	0. 27	0. 33	0. 43
velocity	$\bar{X}$	7. 812	7. 396	6. 867	6. 407
(m/sec)	SD	0. 05	0. 14	0. 16	0. 17
stride frequency	$\bar{X}$	4. 189	4. 099	4. 117	3. 983
(steps/sec)	SD	0. 11	0. 18	0. 20	0. 27
stride length	$\bar{X}$	1. 833	1. 753	1. 519	1. 477
(m)	SD	0. 11	0. 12	0. 10	0. 09

表2 速度, ピッチ, ストライドについての各群間の有意差 (t) 検定

	velocity	stride frequency	stride length
A — B	$P < 0. 001$	—	—
A — C	$P < 0. 001$	—	$P < 0. 001$
A — D	$P < 0. 001$	$P < 0. 05$	$P < 0. 001$
B — C	$P < 0. 001$	—	$P < 0. 001$
B — D	$P < 0. 001$	—	$P < 0. 001$
C — D	$P < 0. 001$	$P < 0. 05$	—

3. 1

表1は100m dashにおけるタイム, 速度(スピード), ピッチ, ストライドの平均値と標準偏差値について, 各群ごとに示したものである。また, 表2は速度, ピッチ, ストライドについて, 各群間ごとの有意差 (t) 検定の結果である。

疾走タイムと速度については, 本研究の設定どおり, AからD群の順で良い値を示しており, 速度についてはそれぞれの群間全てに有意差が認められた。このことは, 本研究で設定したAからDの4群は, 明らかに異なる疾走能力群であることを意味するものである。

次に, ピッチとストライドについてみると, ピッチは必ずしも疾走能力の高い順, すなわちAからD群の順に高い値を示しておらず, A・B・C群では4.10~4.19歩/秒と, はほぼ同じような値であったと言える。ただ, 疾走能力の最も劣るD群のピッチは3.98歩/秒と最も低い値であり, A群とC群に比較し, 5%レベルでの有意差が認められた。

ストライドについては, 速度と同様, 疾走能力の高い順に大きい値を示した。A—D群間のストライド差は35.6cmであり, 0.1%レベルでの有意差が認められたのをはじめ, A—C群間の31.4cm差, B—C群間の23.4cm差, B—D群間の27.6cm差についても, やはり0.1%レベルでの有意差が認められた。

以上の結果からして, 最も疾走能力の劣るD群では, ピッチもストライドも最低値であり, しかも他群に比べ明らかに劣る値を示したと言える。また, 疾走能力差というものは, どちらかと言えば, ピッチ差よりもストライド差に, より拘束されるものであると考察することができた。

表3はAからD各群ごとと, その全体における速度—ピッチ, 速度—ストライド, ピッチ—ストライドの各関係(相関係数とその有意性の検定)について示したものである。また, 図1, 図2, 図3は表3の各3項目についての相関図である。

まず、速度—ピッチ、速度—ストライドとの関係についてみると、速度の全体ではピッチとストライドの両方に有意な相関を示した。このことは、疾走能力差がピッチとストライド両方の差によって決定されていることを

表3 各群ごとと全体における速度とピッチ、速度とストライド、ピッチとストライドの関係(相関係数)

	A group	B group	C group	D group	total
velocity : stride frequency	$r = -0.10$	$r = 0.44^{***}$	$r = 0.21$	$r = 0.37^{*}$	$r = 0.33^{***}$
velocity : stride length	$r = 0.48$	$r = 0.11$	$r = 0.27$	$r = -0.11$	$r = 0.76^{***}$
stride frequency : stride length	$r = -0.94^{***}$	$r = -0.68^{***}$	$r = -0.72^{***}$	$r = -0.89^{***}$	$r = -0.25^{*}$

*** $p < 0.001$ ** < 0.01 * < 0.05

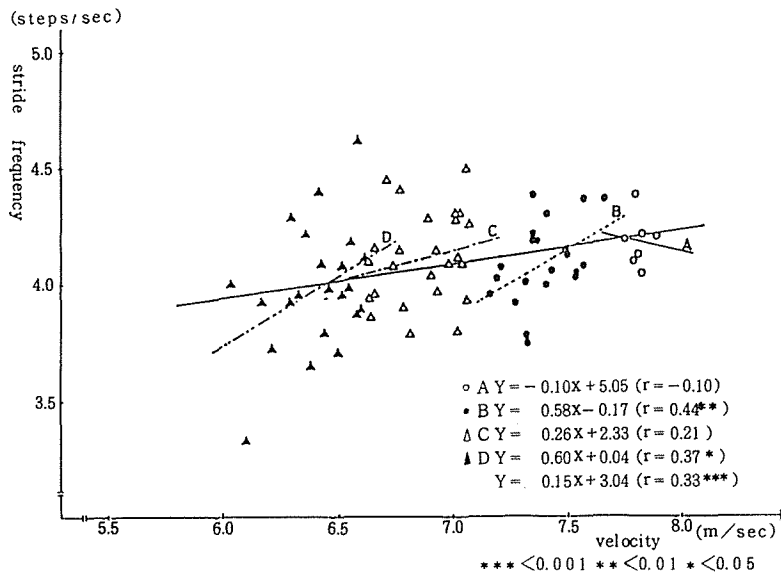


図1 各群ごとの速度とピッチの関係

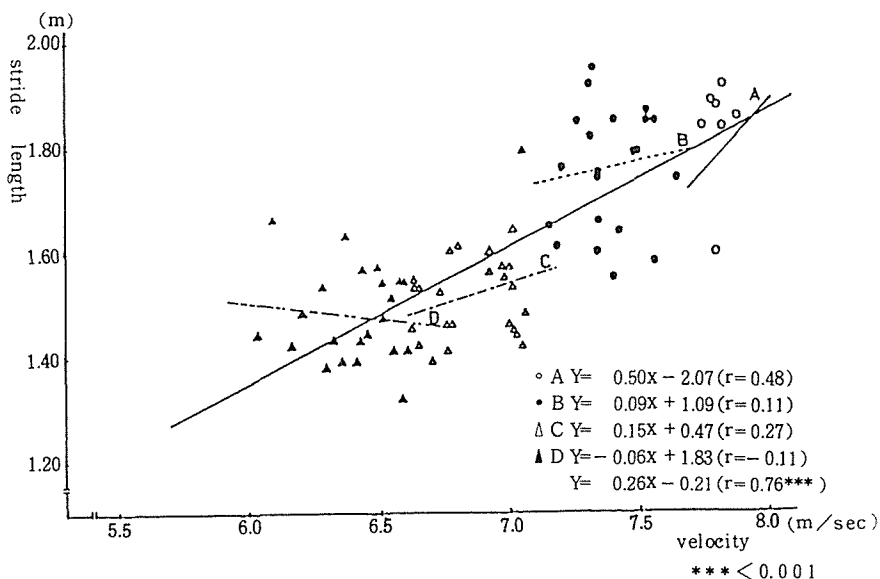


図2 各群ごとの速度とストライドの関係

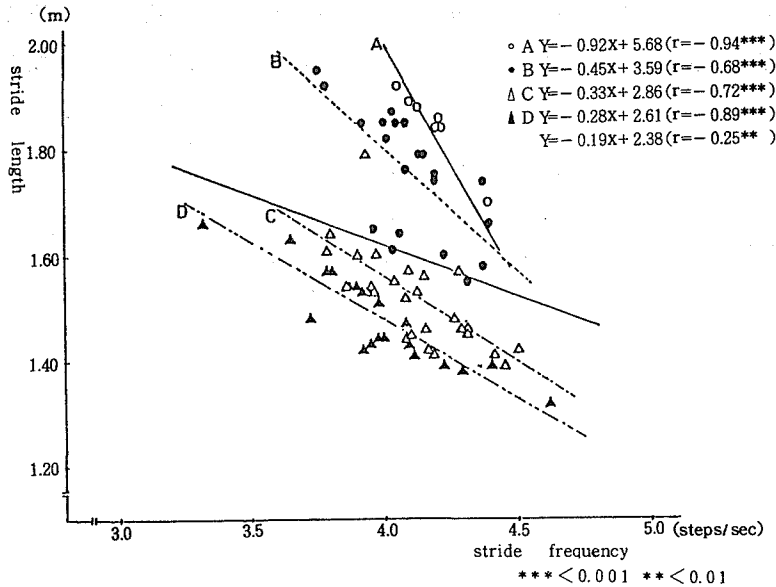


図3 各群ごとのピッチとストライドの関係

意味するものである。しかしながら、速度—ピッチの関係に比べ、速度—ストライドの関係は $r = 0.76$ ($p < 0.001$) と非常に高い有意な相関が認められていることや、図2の相関図で示されているように、回帰直線の勾配も大きい。すでに、表1と表2で示された結果からも考察したように、やはり、疾走能力差はピッチよりもストライド差に、より大きな影響を受けているものと考えられる。

次に、AからD各群ごとの速度—ピッチ、速度—ストライドとの関係をみてみたい。大変興味深い点は、全体では非常に高い有意な相関が認められた速度—ストライドの関係は、各群においては全く認められなかったということである。これに対し、速度—ピッチについては、B群とD群において有意な相関が認められている。このことは、同一群内、つまり疾走能力の似かよった者同士間においては、疾走能力差がストライドとは関係せず、むしろピッチ差との関係をもちやすい傾向にあるものと考えられると言えそうである。

ところで、ピッチとストライドとは、相反する拮抗的關係にあることはよく知られた事実である。表3、図3で示された両者の関係も、顕著にこのことを示している。(AからD各群とも、ピッチ—ストライド間には高い有意な逆相関が認められている)。

より速い疾走は、言うまでもなく速いピッチと、大きなストライドによって達成される。しかし、現実には双方を最大限に高めることは困難であり、一方を高めれば

一方が低下するという拮抗的關係を認めざるを得ない。ただ、すでに指摘したとおり、疾走能力差が非常に大きくなると、例えば本研究のA—D群のように、ピッチもストライドにも明らかな差が出る。グンドラッハや宮丸も、この点、走速度が大きい程、ストライドとピッチはともに大きくなる傾向が確かめられたとしていることと共通する。

3・2

表4は100m dashの10m区間ごとの速度、ピッチ、ストライドの平均値と標準偏差値について、AからD各群ごとに示したものである。また、表5は10m区間ごとの速度、ピッチ、ストライドについての各群間の有意差(t)検定の結果である。

速度については、全ての区間においてAからD各群間のほとんどに0.1%レベルでの有意差が認められた。これはすでに指摘したとおり、A・B・C・Dの4群は明らかに疾走能力の異なるグループであることを、いっそう明確に示すものであると同時に、本研究のねらいからして、研究の設定が妥当であることを意味するものである。ここで、最高速度(ピーク)の出現についてみると、A群とB群が30~40m区間、C群とD群が20~30m区間であった。最高速度の出現については、グンドラッハは疾走能力のすぐれているグループ程、30~55mと遅く現われるとしている⁽⁴⁾⁽⁸⁾。また、猪飼らの報告では、100m 10.1秒の記録を持つ選手の最高速度出現区間は、60~70

表4 100m走における各群別の10m区間ごとの速度、ピッチ、ストライド

	group		0~10 m	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100
velocity (m/sec)	A	$\bar{X}$ S D	4.38 0.12	7.65 0.11	8.31 0.09	<u>8.51</u> 0.08	8.48 0.12	8.32 0.11	8.36 0.10	8.14 0.08	8.05 0.10	7.92 0.15
	B	$\bar{X}$ S D	4.24 0.10	7.33 0.17	7.88 0.16	<u>8.02</u> 0.18	8.01 0.19	7.87 0.17	7.89 0.18	7.68 0.19	7.59 0.22	7.46 0.19
	C	$\bar{X}$ S D	4.10 0.14	7.03 0.18	<u>7.51</u> 0.17	7.48 0.21	7.37 0.19	7.29 0.19	7.18 0.21	7.01 0.20	6.93 0.20	6.78 0.21
	D	$\bar{X}$ S D	3.98 0.18	6.62 0.18	<u>6.97</u> 0.20	6.97 0.21	6.86 0.21	6.76 0.22	6.67 0.20	6.53 0.19	6.43 0.19	6.27 0.25
stride frequency (steps/sec)	A	$\bar{X}$ S D	3.48 0.10	4.29 0.14	4.29 0.11	<u>4.37</u> 0.12	4.33 0.16	4.29 0.19	4.35 0.29	4.20 0.13	4.15 0.12	4.12 0.18
	B	$\bar{X}$ S D	3.49 0.19	4.20 0.22	4.24 0.17	<u>4.26</u> 0.23	4.23 0.24	4.13 0.27	4.17 0.20	4.15 0.19	4.09 0.21	4.02 0.17
	C	$\bar{X}$ S D	3.47 0.17	4.23 0.31	<u>4.35</u> 0.26	4.29 0.25	4.27 0.24	4.19 0.23	4.19 0.24	4.12 0.24	4.09 0.22	3.97 0.23
	D	$\bar{X}$ S D	3.40 0.22	4.21 0.47	<u>4.22</u> 0.36	4.18 0.29	4.11 0.48	4.03 0.22	4.03 0.32	3.93 0.26	3.91 0.38	3.81 0.31
stride length (m)	A	$\bar{X}$ S D	1.24 0.10	1.75 0.14	1.93 0.04	<u>1.94</u> 0.08	1.92 0.13	<u>1.94</u> 0.09	1.91 1.17	1.89 0.15	1.93 0.11	1.88 0.17
	B	$\bar{X}$ S D	1.19 0.09	1.71 0.11	1.81 0.12	1.83 0.14	1.83 0.17	<u>1.87</u> 0.16	1.84 0.15	1.81 0.12	1.81 0.14	1.82 0.11
	C	$\bar{X}$ S D	1.10 0.11	1.52 0.15	1.54 0.13	<u>1.62</u> 0.15	1.56 0.13	1.59 0.12	1.58 0.12	1.57 0.12	1.56 0.11	1.56 0.10
	D	$\bar{X}$ S D	1.08 0.07	1.44 0.15	1.55 0.14	1.54 0.13	<u>1.56</u> 0.15	1.54 0.11	1.52 0.14	1.51 0.11	1.52 0.16	1.53 0.15

(注) ラインのついた数値が全ての区間の中での最高値を示す。

表5 10m区間ごとの速度、ピッチ、ストライドについての各群間の有意差検定

		0~10m	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	90~100
velocity	A-B	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	A-C	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	A-D	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	B-C	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	B-D	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	C-D	**	***	***	***	***	***	***	***	***	***
stride frequency	A-B							*			
	A-C										
	A-D						**	**	**		*
	B-C										
	B-D								***	*	***
	C-D						**	*	**	*	*
stride length	A-B			*	*			***		*	
	A-C	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
	A-D	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	B-C	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	B-D	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	C-D		*						*		

***P<0.001

**P<0.01

*P<0.05

m であるのに対し、一般学生(27名)のそれは、30~40⁽¹⁾ m 区間であったとしている。すでに述べたとおり、本研究では必ずしもA・B・C・Dの順に最高速度の出現が遅くなることは示されなかったが、しかし、 $A=B>C=D$ という結果からして、その傾向は十分に把握できたと言えよう(図4のスピード曲線参照)。

ところで、冒頭において述べたとおり、筆者らは全天候型走路が短距離疾走に及ぼす有効性について検討を進め、報告してきたが、その中で、土走路と全天候型走路

の場合における最高速度出現区間を比較している。それによると、100 m 12~13秒台の短距離女子選手(8名)の場合、土走路では平均43.8 m 、全天候型走路では平均35.5 m というように、全天候型走路における最高速度の出現は、土走路に比べ約8 m 早くなっているとしている。⁽⁷⁾この点について、先に引用したグンドラッハのデータは土走路のものであることから、本研究とグランドラッハのデータについて、ほぼ同一疾走能力レベル群同士を比較すると、どの群においても、5~10 m 本研究のデ

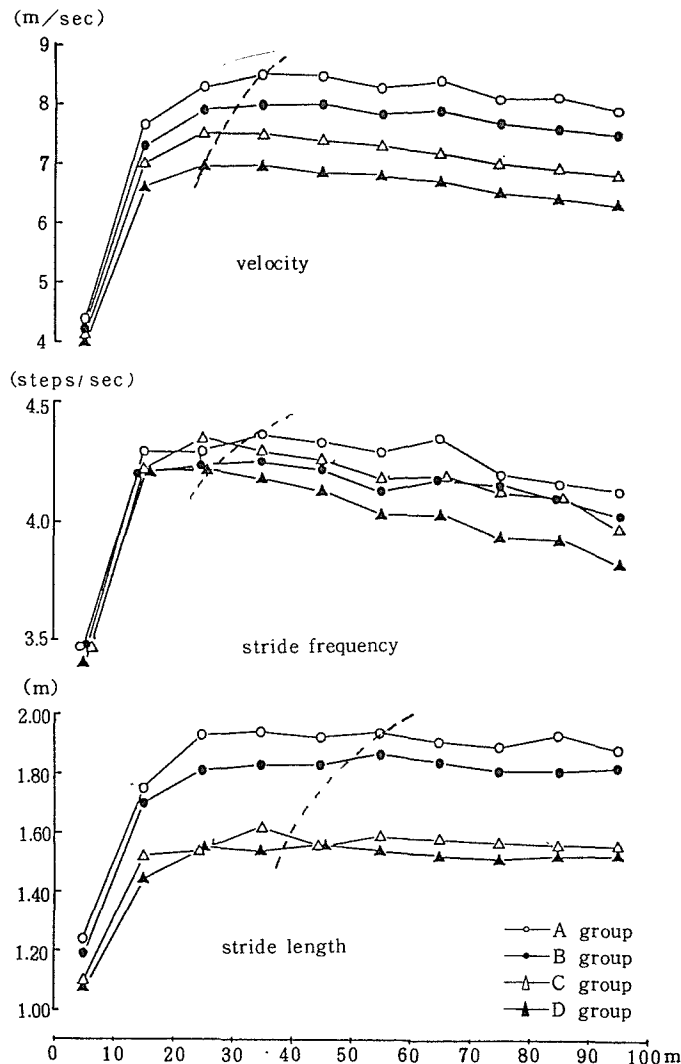


図4 100 m 走における各群別の速度(スピード)曲線、ピッチ曲線ならびにストライド曲線の比較
(注) 図中の破線(カーブ)は4群の傾向を示すものとして記した。

ータの方が早くなっていることが確かめられた。つまり、本学紀要第16号で報告したように、全天候型走路の疾走においては、土走路のそれに比較して、最高速度の出現が早くなるという有利性が、やはり本研究からも指摘された訳である。以上、最高速度の出現に関し、これまでの筆者らの追究事項のひとつとして、ここであえて取り上げ言及しておくことにした。

次に、ピッチの様相については、50m以降の区間において、他群に比較し、明らかにD群のピッチが小さいことが示された。疾走能力の特に低い群では、100mの後半におけるピッチの低下が非常に大きいことが指摘された。しかし、A・B・C各群間では、わずかにA—B群間の60～70m区間の1つを除いて、全ての区間に有意差は認められていない。このことは、各区間における速度差が、ピッチ差に影響を受けていないことを意味するものであると言え、すでに言及したとおり、疾走能力差がピッチ差によって決定されていないことを示すものである。

いっぽうストライドの様相については、全区間AからD群の順に広いストライドがみられた。そして、A—C群、A—D群、B—D群の各群間においてはほぼ全区間において0.1%レベルでの有意差が認められ、またA—B群間とC—D群間においても、3から4区間でやはり0.1%ないし5%レベルでの有意差が認められた。こうしたストライドの状況からは、速度差がよりストライド差と関係していることを意味すると同時に、すでに指摘

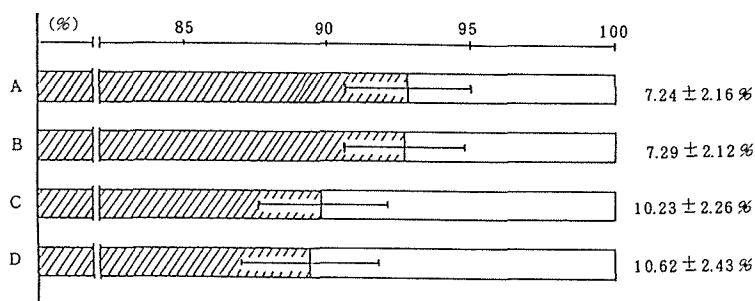
してきたように、疾走能力差がストライド差によって、より規定されていることを意味するものである。

ところで、最高ピッチの出現は表4、図4からわかるように、先に述べた最高速度の出現区間と、A・B・C・D各群とも一致しており、A・B群は30～40m区間、C・D群は20～30m区間であった。これに対し、最高ストライドの出現区間は、速度やピッチよりも、10～20m遅く現われていた。速度、ピッチ、ストライドのそれぞれの最高値（ピーク）の出現のし方に着目するに、100m dash においては、疾走能力差に関係なく、速度とピッチが一致してピークに達した後、ストライドはそれらに遅れてピークに達するというズレがあることが確かめられた。

さらに、ピッチ様相について着目するに、ピッチはピーク出現後、全ての群において減少傾向を見せていることがわかる。しかし、同様にストライドについて見るに、ストライドはピーク後もゴールまで維持的傾向を示している。このことは100m dash 後半における速度の低下が、ピッチの減少と一致していることを意味するものである。シュモリンスキーは、ラストの速度減少はストライドとピッチの均衡が崩れることにであると判断されたとしながら、さらにこの原因は、明らかにピッチの低下にあることを指摘している。⁽⁸⁾

図5は最高速度に対する90～100m区間、つまり100mのラスト10m区間の速度減少率について示したものであ

図5 最高速度に対する90～100m区間の各群ごとの速度減少率の比較



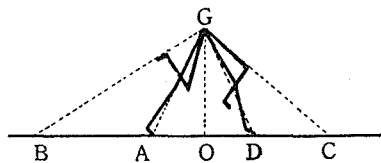
(注) 図中の |——| はSDを表わす

表6 速度減少率についての各群間の有意差検定

A — B	—
A — C	$P < 0.001$
A — D	$P < 0.001$
B — C	$P < 0.001$
B — D	$P < 0.001$
C — D	—

る。図中にも記したとおり、A群が7.24%、B群が7.29%、C群が10.23%、D群が10.62%というように、疾走能力の高い群程速度減少率は小さく、A—C群、A—D群、B—C群、B—D群の各群間には0.1%レベルでの有意差が認められた(表6)。つまり、A・B群とC・D群間のラスト10m区間の速度減少率には、明らかな差が認められた訳である。もちろん、すでに述べたとおり、速度減少率はピッチの低下と関係していると考えられる。

ラスト10mの速度減少率については、すでに本学紀要第16号⁽⁷⁾において述べたが、「メフリカゼラのラスト5mの速度減少率は、どんな選手でも8～11%に達する。」という報告と、本研究結果⁽⁸⁾とはほぼ一致する値であった。また、シュモリンスキーは「速度の減退はおよそ3.5～9.5%に達するが、このことは、最終局面における速度の低下が、高い能力をもつ走者の場合、約0.1秒程度にすぎないのに対し、初心者では0.5秒にもものぼる……。」と述べている。



A = kick phase

B = kick-up phase

C = high knee position

D = (toe) contact phase

図6 中間疾走における脚動作の4局面

3・3 (中間疾走の分析に関して)

3・3・1 表7は図6にもとづく中間疾走時における脚動作の分析結果を、AからD各群ごとに示したものである。また、表8はそれについての各群間の有意差(t)検定の結果である。

表7 中間疾走区間における各群ごとの脚動作(角度)分析

group		∠AGO	∠BGO	∠CGO	∠DGO
A	$\bar{X}$	33.57	65.71	51.57	28.14
	S D	5.74	7.32	1.90	3.48
B	$\bar{X}$	31.00	60.43	54.29	23.07
	S D	5.91	10.58	4.61	5.34
C	$\bar{X}$	29.70	55.40	51.50	20.20
	S D	5.64	10.86	8.18	2.20
D	$\bar{X}$	27.14	53.43	45.86	20.29
	S D	6.20	9.40	6.28	3.30

表8 脚動作における各群間の有意差検定

	∠AGO	∠BGO	∠CGO	∠DGO
A — B	—	—	—	P<0.05
A — C	—	—	—	P<0.001
A — D	—	P<0.05	—	P<0.001
B — C	—	—	—	—
B — D	—	—	P<0.05	—
C — D	—	—	—	—

表7からわかるように、∠CGOを除く∠AGO、∠BGO、∠DGOについては、ほぼAからD群の順に大きい角度値を示している。このことは、疾走能力が高い群程、キック脚の前傾が深く、またキック後の足のけり上げ(=キック・アップ)が高く、さらにはより前方に足を運び接地させていることを意味するものである。このことをさらに言えば、疾走能力が高い群程、脚や足を大きく回旋させた有効な動作(フォーム)で疾走していることを示すものである。この点に関し、村木⁽⁹⁾らは熟練したスプリンターと未熟なスプリンターの、スタートから60mまでの加速疾走時における足先の軌跡を比較しているが、どの地点をとっても、熟練したスプリンターの足の動きは大きく、キック・アップが高いことと、足の前方への運びが大きく、しかも高い位置からひっかくように接地させている特徴があることを指摘している。

さて、∠CGOは脚のリカバリー(回復)時の膝の高さを示すものであるが、先述したとおりAからD群の順に角度が大きくなっておらず、しかもA・B・Cの3群は52～54度とほぼ同一値であった。この点、疾走時の膝の上がり(ハイ・ニー)は、疾走能力差との関係を持つものでないことが示されたと言える。

脚動作について、さらに表8の有意差検定の結果と合わせてみると、疾走能力の最も低いD群では、4つの脚角度は全て低い値を示し、特に疾走能力の高いA群と比較し、∠BGO、∠DGOに5%レベルでの有意差が認められた。疾走能力の最も劣る群(者)の脚動作は、特にキック・アップが低いことと、前方への足接地が小さいことが特徴として上げられ、脚・足動作の回旋が小さいことが確かめられたと言える。

いっぽう、疾走能力の最もすぐれたA群では、他群に比べ、明らかに足の前方への接地が大きくなっている。疾走能力が高くなると、脚のリカバリー時における膝下(下腿)の動きが大きくなり、前方でひっかくようにしながらの足接地が導かれているものと解釈できよう。このことは、村木⁽⁹⁾らの指摘した熟練したスプリンターのひとつの特徴であったが、前方への大きい膝下の振り出し後の足接地が可能となるのは、かなりのハイ・レベル(熟練選手)にならなければ現われない動作であることが推察される。

3・3・2 表9は中間疾走区間における足の接地時間と滞空時間、それに跳躍比の平均値と標準偏差値について示したものである。また、表10はそれら3項目の各群間の有意差検定の結果である。

足の接地時間は、AからD群の順に小さい値を示した。また、A—D群間には5%レベルでの有意差が認められた。これらの結果から、疾走能力が高くなる程、足の接地(キック時間)は短くなる傾向があることが示さ

表9 中間疾走区間における各群ごとの足の接地時間, 滞空時間, 跳躍比

group		① foot contact (sec)	② in the air (sec)	②/①
A	$\bar{X}$	0.106	0.113	1.068
	S D	0.009	0.010	0.135
B	$\bar{X}$	0.118	0.112	0.942
	S D	0.015	0.011	0.065
C	$\bar{X}$	0.123	0.093	0.772
	S D	0.016	0.008	0.151
D	$\bar{X}$	0.131	0.094	0.724
	S D	0.011	0.007	0.106

表10 接地時間, 滞空時間, 跳躍比における各群間の有意差検定

	① foot contact	② in the air	②/①
A — B	—	—	P<0.05
A — C	—	P<0.05	P<0.05
A — D	P<0.05	P<0.05	P<0.001
B — C	—	—	P<0.05
B — D	—	—	P<0.001
C — D	—	—	—

れたと言える。

滞空時間については, A・B群に比べてC・D群が短く, A—C群とA—D群間に5%レベルでの有意差が認められた。このことは, 疾走能力が高い群程, 滞空時間は長くなる傾向にあることを意味するものである。

以上述べてきた結果から推測できるが, 表9で示されているとおり, 跳躍比はA群が1.068, B群が0.942, C群が0.772, D群が0.724というように, AからD群の順に小さい値を示した。また, A群と他の3群間には0.1%ないしは5%レベルでの有意差が認められ, B群とC・D群間にも0.1%ないし5%レベルでの有意差が認められた。

グンドラッハは疾走能力の違うグループごとの100m dashのスピード曲線を示すとともに, それに伴う跳躍比⁽⁴⁾の変化を示している。グンドラッハの示す跳躍比では, 疾走能力の高いグループ程大きくなっており, 中間疾走区間におけるそれは, 男子の最も速いグループ(=100mタイム11.3秒)で約1.1, 女子の最も遅いグループ(=100mタイム16.5秒)で約0.8であった。こうした値は, 先に示した本研究結果とほぼ一致するものであ

った。

跳躍比は足の接地時間が短く, 逆に滞空時間が長ければ, 値は大きくなる。よって, 跳躍比の値の意味するのは, いかに短時間で大きなキック力を発揮し, よりストライドを広げることができるかの指標であると言え, ひいては短距離疾走能力のレベル差を示すひとつの尺度として用いることができるものと考えられる。シュモリンスキー⁽⁸⁾は, 短距離疾走能力を向上させるトレーニングのあり方として, 「用いるべきトレーニング手段はむしろ, 筋肉の弾力を高めることによって, より短い時間に, より長いストライドで走りうるように能力を向上させるものでなければならない。」と述べているが, 跳躍比の意味を考える上からも参考となる記述である。

4 ま と め

4・1 速度差はAからD群全てのグループ間に有意差が認められたことから, AからD群は明らかに疾走能力の異なる4群であったと言える。

4・2 疾走能力差はピッチ, ストライドの両要因と関係していたが, ストライドの方がより決定的な影響を持つことが考察された。

4・3 同一疾走能力群内においては, (4・2と逆で)タイム差はストライドとは有意な相関は認められず, ピッチ差による傾向がみられた。

4・4 ピッチとストライドとの拮抗的關係が認められたが, 同一疾走能力群内における両者の関係は, いっそう顕著であった。

4・5 疾走能力の最も劣るD群では, ピッチもストライドもA群より明らかに劣っていた。

4・6 最高速度の出現は, A・B群が30~40m, C・D群が20~30mというように, 疾走能力が高い群の方が遅くなる傾向がみられた。

4・7 最高速度の出現は土走路に比べ, 全天候型走路の方が早くなることが確かめられた。

4・8 最高ピッチの出現は, 各群とも最高速度の出現区間(4・6)と一致していた。しかし, 最高ストライドの出現は, 各群とも速度やピッチよりも10~20m遅くなる傾向がみられた。

4・9 100mの後半においては, どの群も速度の低下がみられ, 同じようにピッチの低下もみられた。しかし, ストライドはゴールまで維持する様相であったことから, 後半の速度の低下はピッチの低下と一致するものであると考えられた。

- 4・10 ラスト10m区間の速度減少率は、疾走能力の高い群程小さかった。もちろん、全ての群ともピッチの低下による影響を受けたと考えられる。

以上より“疾走能力差はストライド差によって大きく影響を受けるが、速度の高まりや低下は、どの疾走能力群においてもピッチの増減によって左右される。”と結論できよう。

- 4・11 脚動作分析からは、疾走能力の高い群程、脚・足を大きく回旋させた中間疾走フォームであることが確かめられた。

- 4・12 疾走能力差と、中間疾走における膝の上がり（＝ハイ・ニー）とは関係してなかった。

- 4・13 疾走能力の最も高い群の特徴として、前方への足接地がみられた。膝下の前方への振り出し後のひっかくようにしての足接地動作は、かなりのレベルに達した熟練者でないと行えないものであると考えられた。

- 4・14 中間疾走中の足の接地時間は、疾走能力が高い群程短く、滞空時間は逆に長かった。よって、跳躍比は疾走能力の高い群程大きくなっていった（最も疾走能力の高いA群の跳躍比は1.0を上回った）。

- 4・15 跳躍比は短距離疾走能力を示すひとつの指標・尺度として意味を持つものであると考えられた。

以上より、疾走能力の高い群程、有効的な脚・足動作をしていることが考察された。また、より速く走るためには、短時間に大きなキック力を生み、ストライドを広げることの必要性が考えられた。これら主として2つの考察は、短距離疾走能力を高めるためのトレーニングへの重要な示唆として受けとめることができよう。

5 お わ り に

今回の研究では女子を被験者としたため、女子よりも疾走能力の高い男子の場合が明らかでない。しかし、この点は、グンドラッハの研究や本研究の結果から、かなり推察されるものと考えられる（もちろん、今後追究するに越したことはないが……）。

ところで、今後の筆者らの課題は、実際の競技会（試合）に着目し、さらに短距離疾走の分析と、全天候型走路の有効性について追究していくことである。今回の研究はそのための基礎的研究として、その意義を認めた。もちろん、冒頭でも述べたが、全天候型走路上のデ

ータを呈示できたことは、少なくとも、短距離疾走に関する新しい資料を提供したものとして評価されると自負している。

最後に、本実験・分析を進めるにあたり、日本女子体育大学・陸上競技研究室、ならびに同大学・陸上競技部短距離ブロック部員の方々、さらには筆者（岡野）の担当した授業の学生など多くの皆様の協力を受けた。ここに、改めて心から感謝申し上げたい。なお、本研究の概要については、日本体育学会第35回大会（昭和59年10月、鹿児島大学）において口頭発表したものであり、また一部は、同学会第36回大会（昭和60年10月、岐阜大学）において口頭発表するものである。

<文 献>

- (1) 浅見俊雄編著：スポーツとパワー（158—159），大修館書店，1977．
- (2) 浅見俊雄他編著：身体運動学概論（158—172），大修館書店，1976．
- (3) 金原 勇編著：陸上競技のコーチングⅠ（211—217），大修館書店，1977．
- (4) 金子公有：スポーツ・バイオメカニクス入門（39—40），杏林書院，1982．
- (5) 岡野進・渡部誠：全天候走路が短距離疾走におよぼす有効性についての検討，体育の科学 Vol. 32 No. 7（511—515），1982．
- (6) 岡部進・渡部誠：短距離疾走に及ぼす全天候型トラックの有効性についての検討，山梨県立女子短期大学紀要15（1—9），1982．
- (7) 岡野進・渡部誠：短距離疾走に及ぼす全天候型トラックの有効性についての検討—第2報—，山梨県立女子短期大学紀要16（1—16），1983．
- (8) シュモリンスキー：成田十次郎・関岡康雄共訳，ドイツ民主主義国の陸上競技教程（148—152），ベースボール・マガジン社，1982．
（Shmolinsky：Leichtathletik，Sport Verlag，1974．）
- (9) 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3（55—72），1973．

（昭和60年9月19日受理）