

疾走能力差による100m疾走様相の相違

——女子の場合——

石 部 安 浩
岡 野 進

要 約

大学生女子被験者70名による100m走から得られた実験データならびに、これまで報告された女子100mスプリンターの諸データを用いて比較検討することから、「疾走能力差による100m走の疾走パターン」を明らかにすることを試みた結果、主として、以下のことが明らかにされた。

- 1) 100m走における10m区間毎通過タイムは、全ての各群・選手別に（求められた回帰直線に沿って）ほとんど一直線に加算されていた。
- 2) 100m走タイムが16-18秒台という疾走能力に劣る女子学生においても、前半50mよりも後半50mの方が、所要タイムが少なかった。
- 3) 疾走能力が高い程、前半50m-後半50mのタイム差が大きくなっていた。
- 4) 疾走能力が高い程、最高速度の出現区間が遅くなっていた。しかし、同じ疾走能力群であっても、走者の特性や走法により、最高速度の出現は1-2区間（10-20m）前後していた。
- 5) 最高速度到達時間は、疾走能力の劣る群ではほぼ6秒台であり、疾走能力の高い群では、それよりもやや遅く7-8秒であった。
- 6) 最高速度と100m走タイムの間には、本実験群からも、またスプリンター群からも、それぞれ有意な逆相関（ $r = -0.96 \sim -0.98$, $p < 0.001$ ）が認められた。よって、より高い最高速度を得ることが、100m走をより速く走るために重要であることが明確となった。
- 7) 疾走能力に拘わらず、最低速度は、90-100mの最終10m区間で出されていた。
- 8) 100m走タイムが16-18秒台群においては、100m走タイムと速度減少率との間には、有意な相関（ $r = 0.46$, $p < 0.001$ ）が認められた。
- 9) 疾走能力が低い群では、最終10m区間の速度減少率が大きく約11-15%を示したが、10.91-12秒台の女子スプリンターにおいては速度減少率に差は見られず、ほぼ9%であった。また、世界・日本の女子一流スプリンターの速度減少率は、男子のそれらに比べると、かなり大きい値であった。
- 10) 疾走能力が高い群程、100mに要する歩数が少なく、平均ストライドが大きく、ま

た平均ピッチも高くなる傾向が見られた。

- 11) 世界・日本の一流女子スプリンターに限らず、どのような疾走能力群であっても、ピッチ型とストライド型、そしてその中間型の走者が混在していることが推察された。

1. はじめに

われわれは、本紀要第16号(1998年)⁵⁾において、疾走能力差によって100mの疾走パターンが異なることを、男子学生124名の100m走を電子計時機による測定によって、またこれまで報告されてきた男子スプリンターの100m走の諸データとを比較することから、明らかとした。

そこで、本研究は、これまでほとんど報告されていない疾走能力の劣る女子学生の100m走を、前回と同じ電子計時機で測定することから、その疾走パターンを明らかにするとともに、これまで報告されている女子スプリンターの100m走の諸データ^{6) 11) 12) 13) 14) 18)}とを比較することから、改めて女子における100m疾走パターン(様相)について明らかにしてみることにした。

女子の100m走に関する報告は、男子に比較すると非常に少ない。また、先にも触れたが、疾走能力の劣る女子学生の疾走パターンを明らかにした報告は、これまで皆無であると言ってよい。この点から、本研究によって得られた知見は、女子の短距離走(100m走)を検討する上から、貴重なものになるはずである。

2. 研究方法

(1) 中央大学法学部「生涯体育」の陸上競技を履修した女子学生を対象として、1993年度から2001年度にわたり、授業時間中に100m走を行い、それを中央大学保健体育研究所と(株)ニシ・スポーツとが共同開発した「ニシ式電子計時機MODEL・NTR10」⁴⁾によって測定した。また、学生の各疾走を、決勝審判台上からVTR撮影した。今回の分析対象者は、100m走タイムと走歩数とが正確に測定された70名とした。

分析に当たっては、得られた100m走のタイムをもとに、15-19秒台を3群に分けた。各群のタイムの平均値と標準偏差値は、A群(21名) $=16.35 \pm 0.46$ 秒、B群(25名) $=17.54 \pm 0.32$ 秒、C群(24名) $=18.79 \pm 0.62$ 秒であり、A-B・A-C・B-C各群間には、全て0.1%レベルでの有意差が認められた。よって、各3群は明らかに疾走能力の異なる群であるということ

ができる。

(2) 分析においては，得られた各女子学生の10m区間毎の通過タイムと速度 (m/秒) のデータをもとに，各群ごとの10m毎通過タイム (直線) やスピード (速度) 曲線を描くとともに，100m走タイムとの関係が高いとされる最高速度出現区間について，さらには最高速度に対する最終10m区間の速度減少率などを求めることから，各群の疾走パターンの相違を比較検討した。

また，VTR映像から，女子学生が100m走に要した走歩数を数え，得られたデータから各群ごとの平均走歩数，平均速度・ピッチ・ストライドを求め，疾走能力の違いによる疾走様相の違いを明らかにしようとした。

(3) 女子スプリンターのデータについては，岡野・渡部ら (1985・1988・1989)¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁸⁾ や，日本陸連科学委員会 (2002)¹¹⁾，加藤謙一ら (2002)⁶⁾ の報告をもとにした。岡野らによるデータは，女子100m選手を被験者として行なった実験 (1985年) と，1983年から1985年に行われた多くの100mレースの分析から得られたものであった。また，日本陸連科学委員会によるデータは，新井 (11.13秒) とM. ジョーンズ (M. Jones 10.91秒)，そして2001年高校総合体育大会 (以下，高校総体) 女子100mの決勝を分析したものであった。さらに，加藤謙一によるデータは，「体育学研究」(第47巻，2002年)⁶⁾ に掲載されたものであった。

3. 研究結果・考察

(1) 10m区間通過 (所要) タイム

表1は，100m走における各群10m毎の通過タイムの平均・標準偏差値である。スタート後，全ての10m区間通過タイムは，A群，B群，C群の順に速かった。このことは，疾走能力が明らかに異なる群においては，スタートからゴールまで，どの区間 (地点) においても，通過タ

表1 女子100m各群の区間通過タイムの平均値と標準偏差値

群別	区間	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m	100 m
A群 n=21	タイム (秒)	2.58	4.11	5.57	7.02	8.51	10.02	11.56	13.13	14.72	16.35
	S. D	0.14	0.16	0.20	0.23	0.26	0.30	0.34	0.37	0.41	0.46
B群 n=25	タイム (秒)	2.71	4.33	5.89	7.47	9.06	10.69	12.36	14.04	15.77	17.54
	S. D	0.07	0.10	0.13	0.17	0.19	0.22	1.25	0.27	0.29	0.32
C群 n=24	タイム (秒)	2.86	4.56	6.23	7.94	9.62	11.37	13.150	14.97	16.83	18.79
	S. D	0.11	0.15	0.20	0.36	0.30	0.35	4.97	0.46	0.54	0.62

タイムが逆転するということになかったということである。そこで、各群別の距離（10-100m）と通過タイムとの相関係数（ r ）を求めたところ、A・B・C群とも $r=0.997$ から $r=0.999$ であったことからして、10m区間毎の進行に伴い、通過タイムは（求められた回帰直線に沿って）ほとんど一直線に増加していたということになる。

そこで、図1は、100m10.91秒から11・12秒台の選手ならびに13-18秒台の疾走能力の異なる群・選手別の10m区間通過タイムを比較したものである。M. ジョーンズ（10.91秒）と新井（11.31秒）とに、スタート後数10m区間での逆転があるものの、その他全ての選手・群においては、そういった逆転現象は見られず、10m区間毎通過タイムは各群・選手別に直線的に描かれた。よって、図1からは、100m走を各10-18秒台で走るための、疾走能力群別の10m区間毎通過タイムをほとんど正確に推定することができる。

表2は、各群毎の前半・後半各50mの所要タイムとそのタイム差の平均・標準偏差値と、それぞれの項目における各群間毎の有意差検定の結果である。前半50mの所要タイムと後半50mの所要タイムとも、各群間0.1%レベルでの有意差が認められ、A群が最も少なく、次にB群、そしてC群の順であった。

次に、前半50mと後半50mの所要タイムを比較したところ、3群とも、全て後半50mの所要タイムが前半50mよりも少なかった。このことは、どんな疾走能力の劣る走者の場合でも、100m走においては、前半50mよりも、後半50mの方を速く走るということであり、この点、新たな知見を得ることができたと言える。

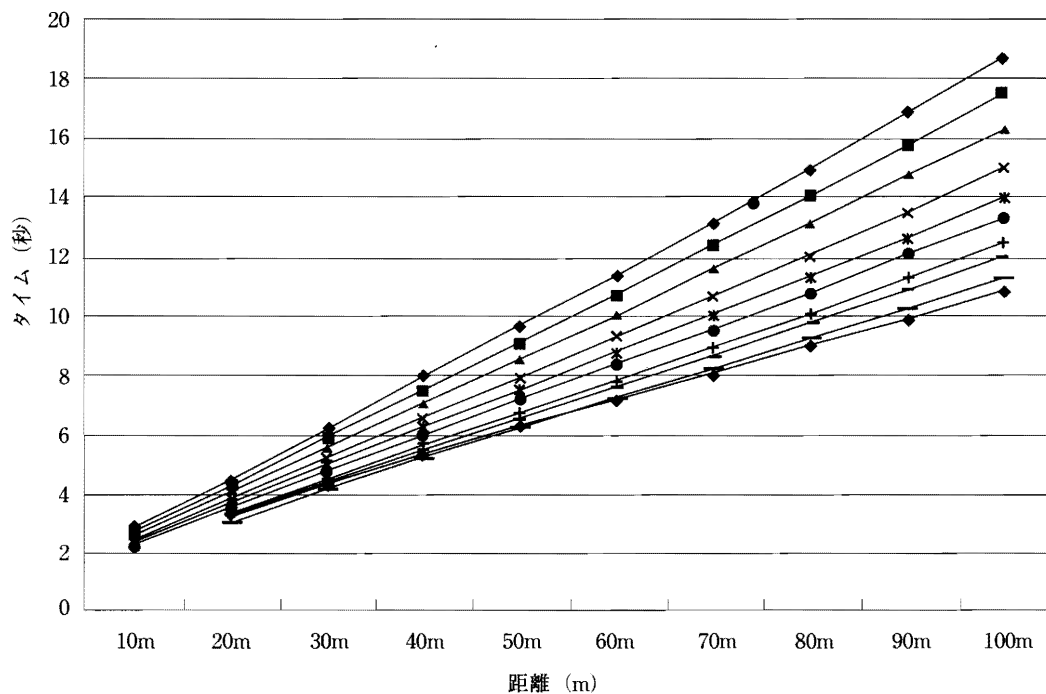
そこで、さらに前半50m-後半50mのタイム差をみたところ、A群 $=0.67 \pm 0.22$ 秒、B群 $=$

表2 各群の前半・後半50m所要タイム、前半-後半タイム差の平均値・標準偏差値ならびに各群間の有意差検定

群別	項目	前半50m所要タイム(秒)	後半50m所要タイム(秒)	前半-後半所要タイム(秒)
A群 n=21	平均値	8.51	7.84	0.67
	S.D	0.26	0.25	0.22
B群 n=25	平均値	9.06	8.47	0.59
	S.D	0.19	0.19	0.21
C群 n=24	平均値	9.62	9.18	0.44
	S.D	0.3	0.36	0.24

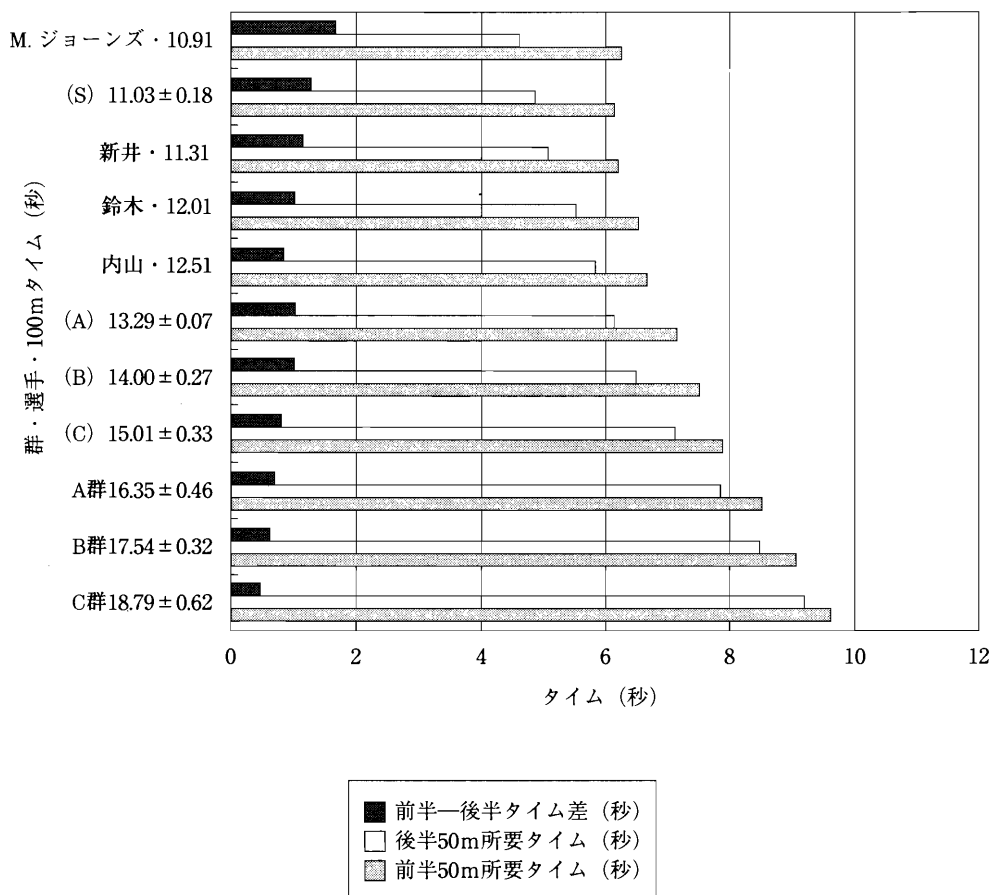
各群間の有意差検定

A-B	***	***	ns
A-C	***	***	**
B-C	***	***	ns



(注) ABC群は本実験結果群。(A)(B)(C)は岡野ら(1985年), 4名の選手データは日本陸連科学委員会(2002年)より算出した。

図1 疾走能力群・選手別10m区間毎通過タイムの比較



(注) ABC群は本実験結果群。(A)(B)(C)は岡野ら(1985年),(S)は渡部ら(1985年)より、4名の選手データは日本陸連科学委員会(2002年)より算出した。

図2 疾走能力群・選手別前半・後半50mタイムとそのタイム差の比較

0.59 ± 0.21 秒, C群 = 0.44 ± 0.24 秒であり, 疾走能力が高い群程, タイム差が大きくなっていった。すなわち, 疾走能力が高い群程, 前半50mに比べて, 後半50mをよりいっそう速く走っていたということである。

図2は, 100m走タイム10.91秒から12秒台の選手ならびに11秒台・13-18秒台の各群・選手の前半・後半50m各所要タイムと, 前半-後半タイム差を比較したものである。特に注目されるのは, 100m走タイムが速い群・選手たち程, 後半50mの所要タイムが短く, 前半-後半50mのタイム差も明らかに大きくなっていったということである。

以上の結果からは、100m走の疾走能力（タイム）差を決定づけるのは、スタート後数区間の加速局面よりも、50m以降の中間疾走（最高・最速速度）局面や速度維持局面の方であるといえることができる。

(2) 各10m区間毎の速度の変化

1) 表3（の上側表）は、各群における10m区間毎の速度の平均・標準偏差について示したものである。また、各群毎の最高速度を100%とした場合の各10m区間の速度維持率（%）についても示しておいた。A群の最高速度は、30-40m区間の 6.88 ± 0.22 m/秒であり、98%以上の全力・全速区間は20-50mであった。また、最低速度は90-100m区間の 6.12 ± 0.24 m/秒であり、その速度維持率は89.0%（=速度減少率11.0%）であった。

B群の最高速度は、20-30m区間の 6.40 ± 0.17 m/秒であり、98%以上の全力・全速区間は20-40m区間であった。また、最低速度は90-100m区間の 5.60 ± 0.19 m/秒であり、その速度維持率は87.5%（=速度減少率12.5%）であった。

C群の最高速度は、20-30m区間の 6.01 ± 0.23 m/秒であり、98%以上の全力・全速区間は10-40m区間であった。また、最低速度は90-100m区間であり、 5.11 ± 0.28 m/秒であり、その速度維持率は85.0%（=速度減少率15.0%）であった。

以上の結果からは、疾走能力差に応じた疾走パターンの相違がいくつか明らかにされた。一つめは、疾走能力が高い群程、最高速度の出現区間が遅く、最高速度が高くなること。二つめは、疾走能力が高い群程、全力・全速区間の出現が遅く、長いこと。三つめは、どの疾走能力群においても、最低速度は90-100m（最終）区間であったが、しかしその速度減少率は、疾走能力が高い群程小さいものであったということである。

表3（の下側表）は、本実験結果と、これまでの女子の100m走に関する報告⁶⁾¹¹⁾¹²⁾から、各疾走能力群・選手別の速度維持率について示したものである。これによると、最高速度の出現は、やはり疾走能力の高い群・選手程遅くなり、また全力・全速区間も遅くなり、長くなる傾向が見られた。さらに、最低速度は、疾走能力に拘わらず90-100m区間で一致していたが、その速度維持率は（本実験結果が85-89%であったのに対して、ほぼ90-95%と高い値を示している様に）世界女子などの一流スプリンターになる程、高い値を示していた。

次に、図3は本実験結果（A・B・C群）と、女子100m走タイム10.91秒と11-18秒台における各疾走能力群・選手別のスピード曲線を描いたものである。図中破線で示した様に、最高速度の出現は疾走能力が低い程、スタート後早い区間で出現する傾向が見られて

表3 各群・選手別の10m区間速度と、各群・選手別最高速度に対する速度維持率(%)

群別	項目/区間	0-10m	10-20m	20-30m	30-40m	40-50m	50-60m	60-70m	70-80m	80-90m	90-100m
A群 n=21	速度(m/秒)	3.88	6.55	6.87	6.88	6.74	6.63	6.49	6.40	6.31	6.12
	標準偏差値	0.21	0.20	0.23	0.22	0.21	0.23	0.22	0.21	0.22	0.24
	速度維持率(%)	56.4	95.3	99.9	100.0	98.0	96.4	94.3	93.0	91.7	89.0
B群 n=25	速度(m/秒)	3.69	6.16	6.40	6.38	6.25	6.15	6.00	5.94	5.80	5.60
	標準偏差値	0.09	0.18	0.17	0.17	0.16	0.13	0.16	0.13	0.13	0.19
	速度維持率(%)	57.7	96.3	100.0	99.7	97.7	96.1	93.8	92.8	90.1	87.5
C群 n=24	速度(m/秒)	3.50	5.90	6.01	5.99	5.83	5.71	5.63	5.51	5.38	5.11
	標準偏差値	0.13	0.22	0.23	0.22	0.21	0.19	0.18	0.22	0.23	0.28
	速度維持率(%)	58.2	98.2	100.0	99.7	97.0	95.0	93.7	91.7	89.5	85.0

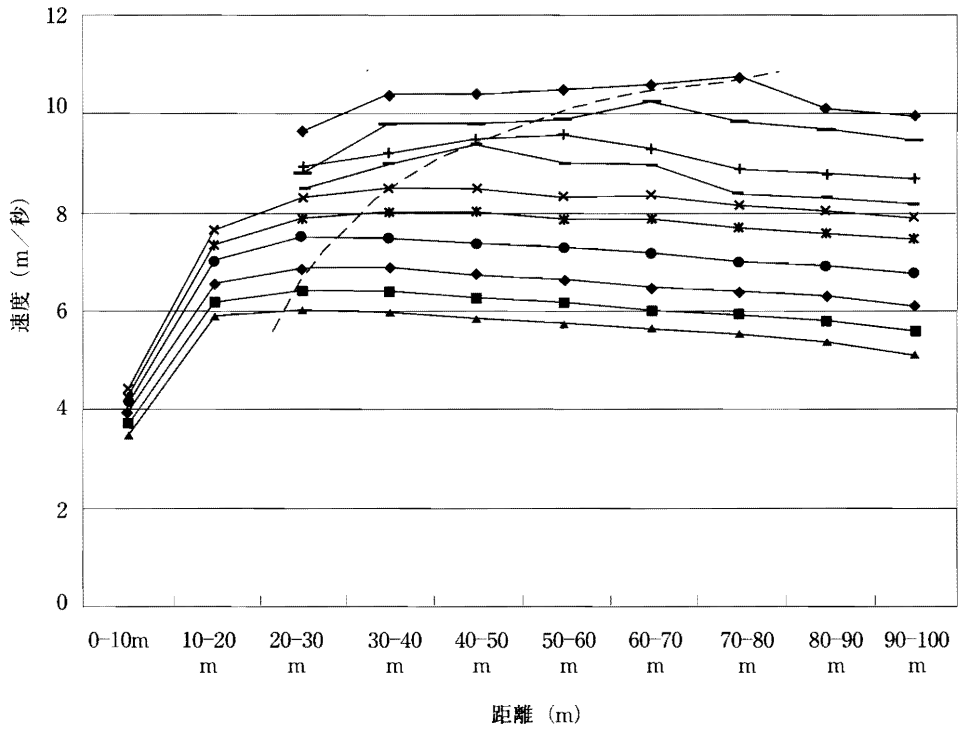
(100mタイム・秒)

(A)	13.29 ± 0.7	51.5	89.9	97.6	100.0	99.6	97.8	98.6	95.7	94.6	93.1
(B)	14.00 ± 0.27	52.9	91.4	98.3	100.0	98.1	98.4	95.9	95.6	94.6	93.0
(C)	15.01 ± 0.33	54.6	93.6	100.0	99.6	98.1	97.0	95.6	93.3	92.3	90.3
鈴木	12.6			92.7	95.8	99.0	100.0	96.9	92.7	91.7	90.6
内山	12.51			90.4	95.7	100.0	95.7	95.7	89.4	88.3	87.2
新井	11.31			85.9	95.6	95.6	96.6	100.0	96.1	94.6	92.7
ジョーンズ	10.91			89.8	96.7	96.7	97.7	98.6	100.0	94.0	93.0
	世界女子	48.7	85.1	92.1	98.2	100.0	99.8	97.5	97.8	96.5	95.1

(注) ABC群は本実験結果。(A)(B)(C)群は岡野ら(1985年)、鈴木・ジョーンズら4名のデータは日本陸連科学委員会(2002年)より算出した。女子世界は加藤ら(2002年)による。

いると同時に、最高速度は低くなっている。この点については、すでにシュモリンスキー(1983)や岡野ら(1985)、阿江ら(1992)など多くの報告によって明らかにされている。

阿江(2001)は、世界一流女子の最高速度は50mあたりで出され、約10.5m/秒になること、また高校女子スプリンターの最高速度は40-55mで、約9.5m/秒になるとしている。この点、表3・図3で示された現在世界ナンバー・ワンのM. ジョーンズ(10.91秒)の最高速度は、70-80m区間(=世界一流男子なみ)で出された10.75m/秒となっており、特に、最高速度出現区間が、先の阿江¹⁾の言う世界一流女子スプリンターよりもさらに遅いことが注目される。これは彼女が、200mを得意とするスプリンターであることと深く関



◆	A群	16.35 ± 0.46
■	B群	17.54 ± 0.32
▲	C群	18.79 ± 0.62
×	(A)	13.29 ± 0.07
*	(B)	14.00 ± 0.27
●	(C)	15.01 ± 0.33
+	鈴木	12.06秒
—	内山	12.51秒
—	新井	11.31秒
◆	ジョーンズ	10.91秒

(注) ABC群は本実験結果群。(A)(B)(C)は岡野ら(1985年), 4名の選手データは日本陸連科学委員会(2002年)による。

図3 疾走能力群・選手別スピード曲線

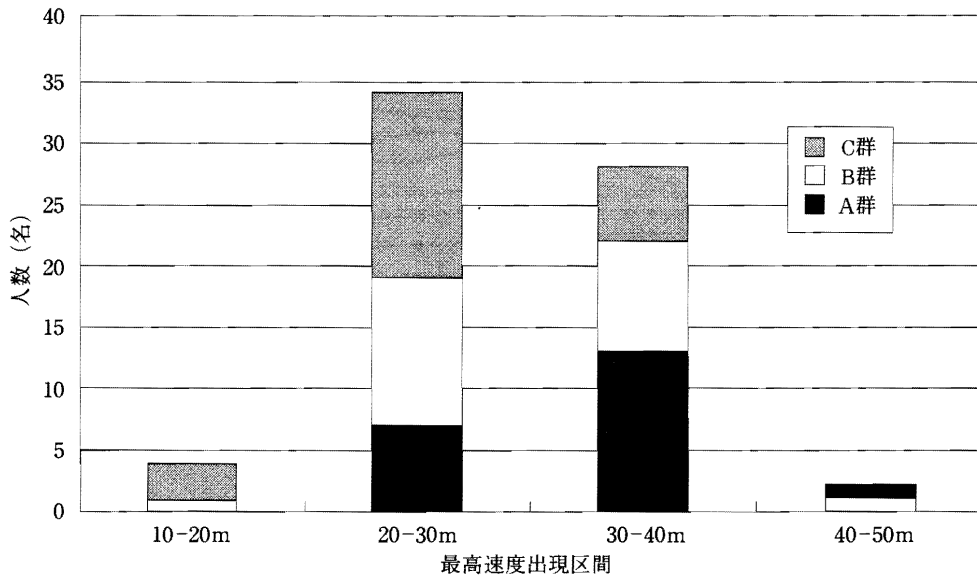
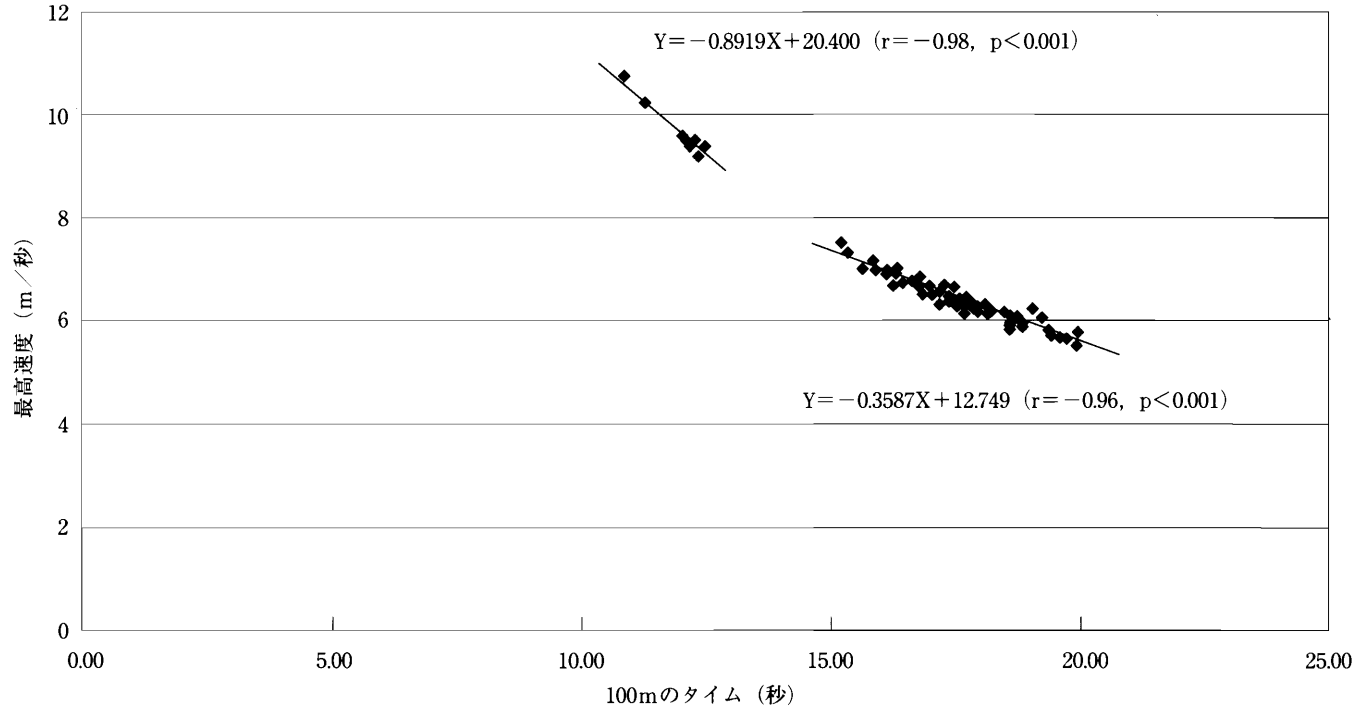


図4 各群における最高速度出現区間人数の分布

係しているものと考えられる。また、日本のトップ・スプリンターである新井（11.31秒）の最高速度出現区間も、日本一流女子スプリンターに比べて遅く、60-70m区間（＝日本一流男子なみ）と遅いのも、やはり彼女が、200mを得意とするスプリンターであることと深く関係しているものと考えられる。

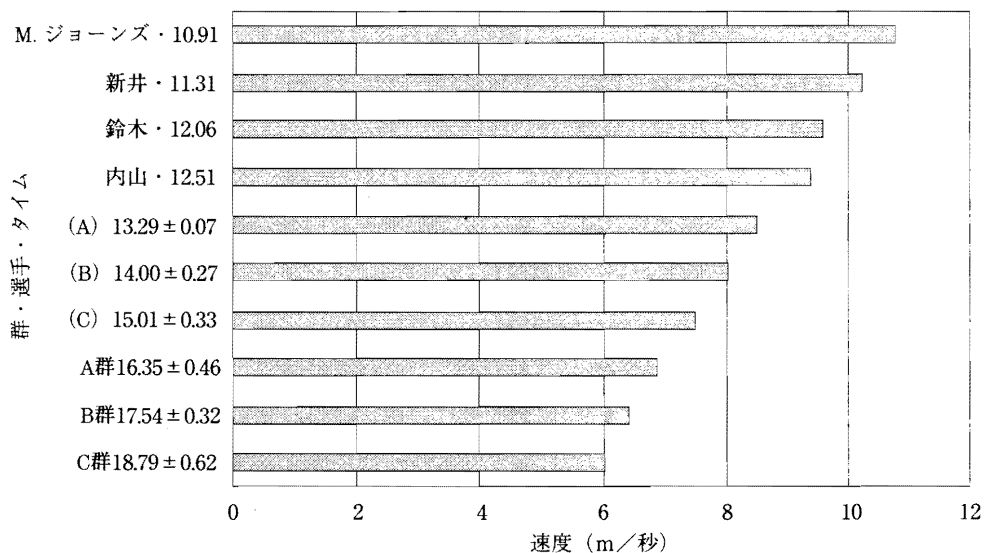
以上の点から、100m走における最高速度出現区間は、基本的には疾走能力が高い群・選手程、遅く出現する傾向にあると言えるが、しかし同じ疾走能力（群）であっても、スプリンターや走者の特性によって、その出現区間は1-2区間前後する（ずれる）ものと推察される。

この点、図4は、本実験各群における最高速度出現区間人数の分布を示したものである。A群では、30-40m区間で最高記録を出した者が多いが、しかしその前後区間でも最高記録を出した者もいる。B群では、20-30m区間と30-40m区間で最高記録を出した者がほぼ二分されられるが、やはりその前後区間でも最高記録を出している。さらに、C群においても、20-30m区間で最高記録を出した者が多いが、やはりその前後区間で最高記録を出した者もいるということであり、先に指摘した最高速度の出現が、走者の特性によって「ずれる」ということを裏付けるものである。この点、阿江ら²⁾は、1991年世界選手権男子100mレースを分析した結果、50-60m区間で最も多い33名が最高速度を出して



(注) 図右群は本実験結果. 図左側プロットは日本陸連科学委員会 (2002年) による (2001年熊本総体女子100m決勝8名と新井, M. ジョーンズのプロット)

図5-1 最高速度と100m走タイムとの関係



(注) ABC群は本実験結果群。(A)(B)(C)は岡野ら(1985年), 4名の選手データは日本陸連科学委員会(2002年)より算出した。

図5-2 疾走能力差による最高速度の比較

いたが、その前後10-20m区間でも、49名の者が最高記録を出していたと、本実験結果と同じ報告をしている。

2) 次に、100m走における最高速度についてであるが、阿江(1992)¹¹⁾や岡野・渡部ら(1985)¹²⁾¹⁸⁾、金高ら(2000)⁸⁾は、100mの記録と最高速度とには非常に高い相関があることを報告している。

そこで、図5-1は、最高速度と100mタイムとの関係について示したものである。本被験者70名のデータからは、100m走タイムと最高速度との間には有意な非常に高い逆相関($r = -0.96$, $p < 0.001$)が認められ、 $Y = -0.3587X + 12.749$ の回帰方程式が得られた。また、2001年高校総体女子100m決勝8名とM. ジョーンズならびに新井の10名のプロットにおいても、やはり非常に高い逆相関($r = -0.98$, $p < 0.001$)が認められ、 $Y = -0.8918X + 20.400$ の回帰方程式が得られた。

以上の結果からは、100m走をより速く走るためには、Dick(1992)³⁾やSchbert(1991)¹⁷⁾、さらにLehmann(1997)⁹⁾が指摘している様に、「より高い最高速度を得ること」が最も重要な要因であると言えるし、杉田ら(1996)¹⁵⁾の言う「最高スピードを増大させることが速度カーブ全体の引き上げにつながる」ことが、その理由であると言える。

図5-2は、女子100m走タイム10.91秒から11-18秒台の各群・選手の最高速度を比較したものである。図からは、疾走能力が高い程、最高速度が大きくなっていることが明確に示されているが、この図からも、100m走と最高速度とがいかに深く関係しているかを証明することができよう。なお、世界や日本の一流女子スプリンターは、毎秒10m以上の最高速度を出していることも注目される場所である。

ところで、確かに「より高い最高速度」を得ることが、100m走においていかに重要であるかについては、本研究からも十分に証明することができたが、Michel, Sven. (2002)¹⁰⁾は、非鍛錬者と一流スプリンターの100m走の一般的な速度経過を観測すると、「スタート・第1加速区間・第2加速局(ピックアップ)区間・最大速度区間・減速区間・ゴール」に分けられるとし、レベルの高いスプリンターが、レベルの高いスプリンターとの比較において、「ピックアップ加速(第2加速)中に最も顕著な差を示す」ことからして、100m走における「ピックアップ加速(約35-40m)区間」の重要性を指摘している。つまり、最大速度を得る前段階の走り(技術や反復動作速度やスプリントパワーなどの要素による)こそ、重要であるというわけである。この点については、100m走のタイムを高める上において、また指導の上からも大変重要な指摘である。

3)ところで、小木曾ら(1997)⁷⁾は、「最高速度の到達時間が年齢や性別に関係なく一定である」ことを報告している。表4は、本実験の結果を示したが、A・B・C群とも各群間に有意差が認められなかったことからして、最高速度到達時間はほぼ6秒台で一致していたと言え、小木曾ら⁷⁾の指摘と一致するものであった。

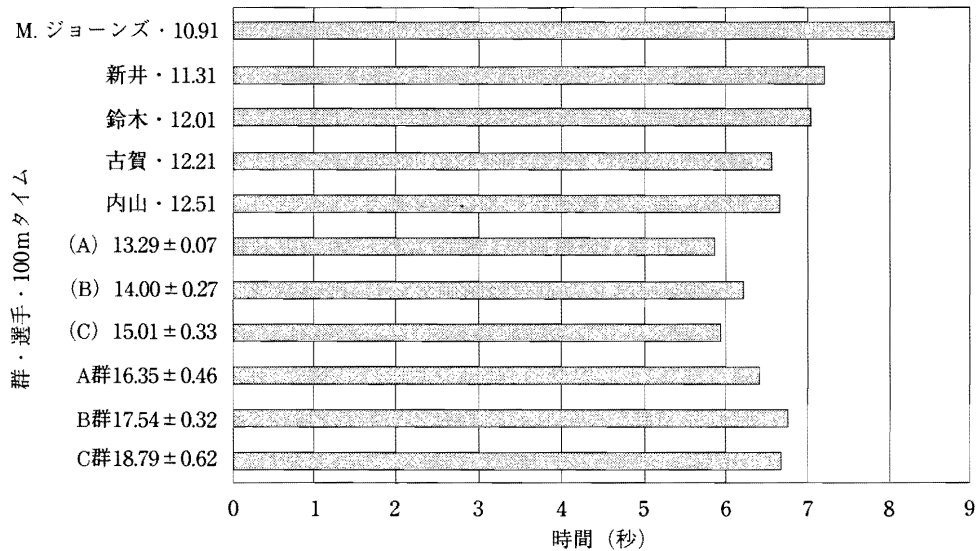
図5-3は、女子100m走タイム10.91秒から11-18秒台の各群・選手の最高速度到達時間について示したものである。これによると、女子の場合は、100m走タイムが12秒台から18秒台においては、スタート後6-7秒で最高速度に達しているが、日本や世界の一流女子スプリンターの場合は、それよりも1秒遅く、スタート後7-8秒で最高速度に達していると言える。そこで、先的小木曾ら⁷⁾の指摘は、疾走能力の範囲が狭い場合においてはその通りであると言えるが、図5-3で示さ

表4 各群最高記録到達タイムの平均・標準偏差値と各群間の有意差検定

群別		最高速度到達タイム(秒)
A群	平均値	6.68
	S. D	0.83
B群	平均値	6.77
	S. D	1.24
C群	平均値	6.43
	S. D	1.08

有意差検定

A-B	ns
A-C	ns
B-C	ns



(注) ABC群は本実験結果群。(A) - (C)は岡野ら(1985年), 5名の選手のものとは日本陸連科学委員会(2002年)より算出した。

図5-3 疾走能力群・選手別の最高速度到達時間の比較

表5 各群最高速度に対する最終10m区間の速度減少率と有意差検定

群別	項目	速度減少率 (秒)
A群 n=21	平均値	11.03
	S. D	2.03
B群 n=25	平均値	12.95
	S. D	1.24
C群 n=24	平均値	15.30
	S. D	4.04

各群間の有意差検定

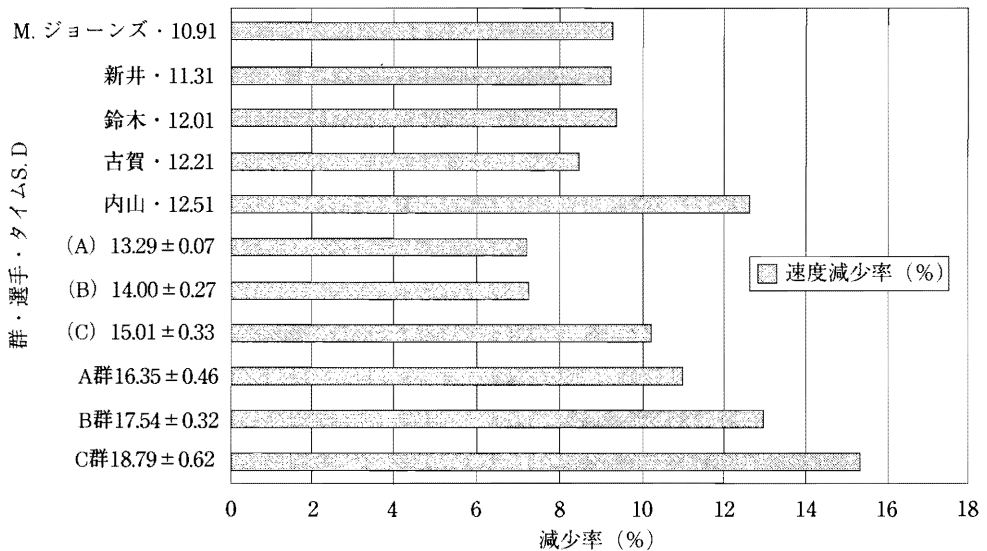
A - B p < 0.05
 A - C p < 0.001
 B - C p < 0.05

れたように、疾走能力の範囲が非常に広い場合は、疾走能力が高いスプリンターにおいては、最高速度到達時間は6-7秒よりもやや遅くなり、7-8秒になると言えそうである。

4) 表5は、各群別の最高速度に対する最終10m区間の速度減少率の平均・標準偏差の結果と、各群間の有意差検定の結果である。A群の速度減少率は11.03 ± 2.03%であり、3群中最も小さい値であった。次に、B群の値は12.95 ± 3.40%であり、A群に比べ有意に高い値であった。さらに、C群の値は15.30 ±

4.04%であり、A・B群に比べて有意に高い値であった。このように、最終10m区間における速度減少率は、疾走能力が高い群程、明らかに低いことが認められた。この点、これまでの報告²⁾⁵⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁸⁾と一致するものであった。

図6-1は、女子100m走タイム10.91秒から11-18秒台の各群・選手の最終10m区間に



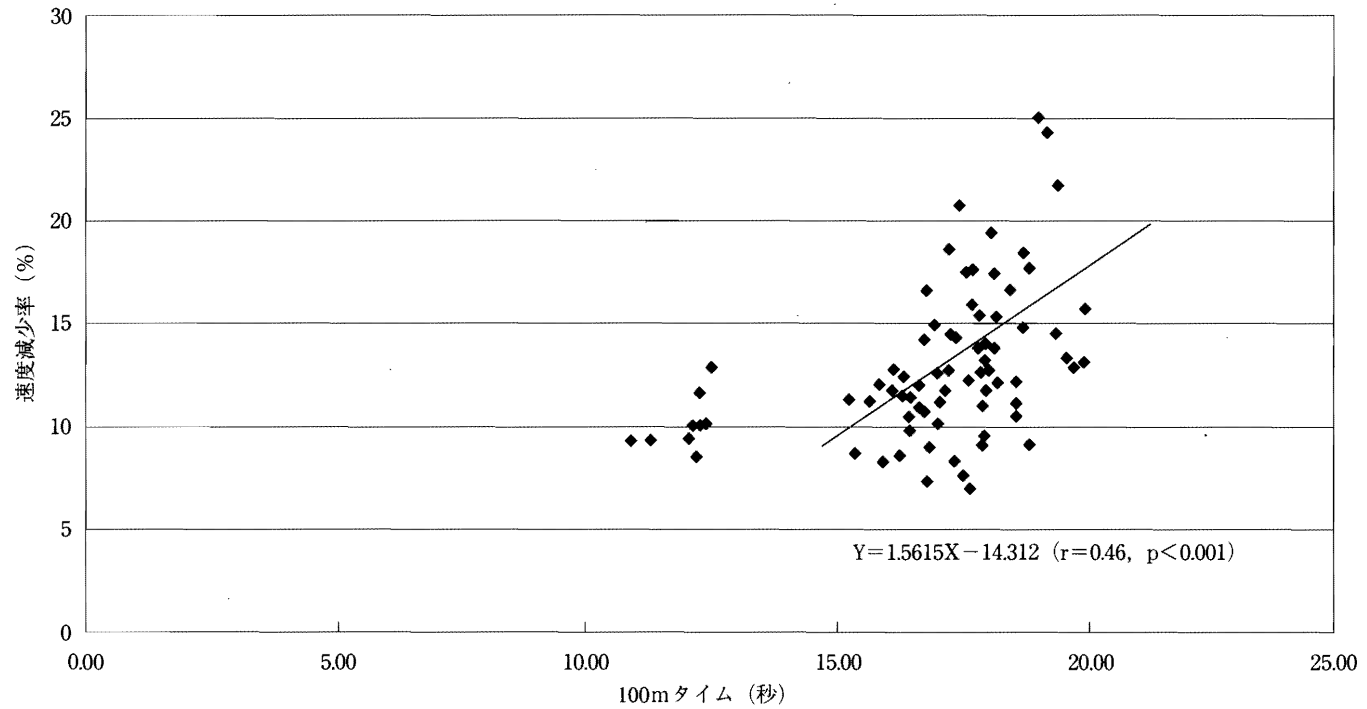
(注) ABC群は本実験結果群。(A)－(C)は岡野ら(1985年)，4名の選手のものとは日本陸連科学委員会(2002年)より算出した。

図6-1 最終10mにおける速度減少率(%)の比較

における速度減少率を比較したものである。図からは、100m走タイムが10.91-14.00秒位では速度減少率が10%以下、100m走タイムが15.01秒以上では10-15%を示しており、疾走能力が低い群の速度減少率は、やはり大きくなっていった。なお、図中高校総体8位の内山(12.51秒)の速度減少率が約12.3%と非常に大きい値となったのは、彼女のスピード維持能力が低かったというよりも、恐らく、最終10m区間でレースをあきらめた(8位に甘んじた)ことによってスピードが低下したものと考えるのが妥当であろう。

ところで、100m走においては、最高速度をできるだけ最終まで維持することも重要な要因とされている³⁾¹⁷⁾。そこで、100m走タイムと最終10m区間の速度減少率との関係を示したものが図6-2である。図中右プロット群は、本実験結果であり、100m走タイムと速度減少率との間には有意な相関($r=0.46$, $p<0.001$)が認められ、 $Y=1.5615X-14.312$ の回帰方程式が得られた。また、図中左プロット群は、2001年高校総体女子100m決勝8名と、新井(11.31秒)、そしてM. ジョーンズ(10.91秒)のプロット(群)であるが、人数も少ないこともあって、有意な相関は認められなかった。

以上の結果からして、女子の場合は、疾走能力が低い群では、最終10m区間の速度減少率が約11-15%と大きかったが、10.91-12秒台の選手においては、速度減少率に明確な差



(注) 図右群は本実験結果。図左側プロットは日本陸連科学委員会(2002年)による(2001年熊本総体女子100m決勝8名と新井, M. ジョーンズのプロット)

図6-2 最終10m区間の速度減少率と100m走タイムとの関係

が見られず、ほぼ9%台であった。ここで、補足しておきたいことは、男子の場合の速度減少率との比較である。阿江ら(1992)²⁾は、「世界・日本の一流スプリンターは、6%台が最も多く、次いで7%台であった。また決勝進出者は3-5%であった」としている。また、われわれの前報(1998)⁵⁾では、12-13秒台の速度減少率は7.8-9.7%であったとしていることからしても、世界・日本一流女子スプリンターの速度減少率は、男子のそれらに比べてかなり大きい値であったと言える。

(3) 疾走能力群別100m総歩数、平均タイム・ピッチ・ストライドの比較

表6は、A・B・C群それぞれの100m走タイム・走歩数・平均速度・平均ピッチ・平均ストライドの平均・標準偏差値と、それぞれ3群間各項目の有意差検定の結果について示したものである。まず、100m走タイムと平均速度においては、各群間それぞれ0.1%レベルでの有意差が認められ、明らかに疾走能力の異なる群であることが示された。

今回の実験対象者は、100m走タイムが15秒台から19秒台という非常に走力の劣る女子学生であったが、このレベルにおいても、これまでの男・女スプリンターの報告²⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁶⁾と同様に、100m走タイムが良い(=疾走能力が高い)群程、100m走における走歩数が少なく、ストライドが長く、ピッチも多くなるという傾向が見られた。

そこで、図7-1・図7-2・図7-3・図7-4は、本実験結果と、これまでの女子100m走に関する報告¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾をもとにして、100m走タイム10.54秒と10.83秒ならびに11-18秒台群における各疾走能力群・選手別の「走歩数、平均速度・平均ピッチ・平均ストライド」の比較である。

表6 各群別100m走タイム、平均速度・ストライド・ピッチの平均・標準偏差値ならびに各群間の有意差検定

タイム群	人数	100mタイム(秒)	総歩数(歩)	平均速度(m/秒)	平均歩幅(m/歩)	平均ピッチ(歩/秒)
A群	21	16.35 ± 0.46	61.8 ± 3.04	6.12 ± 0.18	1.62 ± 0.08	3.78 ± 0.21
B群	25	17.54 ± 0.32	64.5 ± 3.17	5.71 ± 0.11	1.55 ± 0.08	3.68 ± 0.17
C群	24	18.79 ± 0.62	65.7 ± 3.87	5.32 ± 0.17	1.53 ± 0.09	3.49 ± 0.19

(各群間の有意差検定)

A-B	***	**	***	**	ns
A-C	***	***	***	***	***
B-C	***	ns	***	ns	***

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

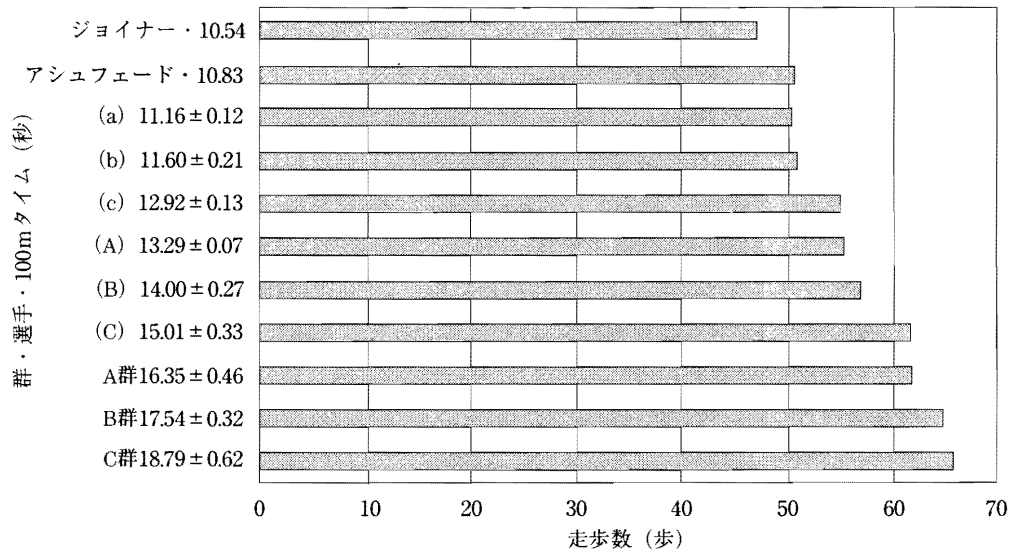
まず、走歩数については、疾走能力が高い選手・群程、少なくなっており、世界記録10.54秒で走ったジョイナー (F. Joyner) の走歩数は、47.6歩であった。この値は、日本の男子並であり、世界・日本の女子一流スプリンターは、約50歩で100mを走破しているが、100m走タイムが15秒台になると、60歩以上を要している (図7-1参照)。

次に、平均速度=ピッチ (毎秒の走歩数) ×ストライド (1走歩の長さ) で示される。そこで、基本的には、疾走能力が高い程、当然平均速度は速くなり (図7-2)、平均ピッチも速く (図7-3)、平均ストライドも長くなる (図7-4)。この点、世界一流女子スプリンターの平均ピッチは毎秒約4.5歩であり、平均ストライドは約2mであるが、100m走タイムが16秒台以下になると、平均ピッチは4歩を割り、平均ストライドも約1.5mとなる。

ところで、図7-3・図7-4に示された世界一流女子スプリンターであるジョイナー (10.54秒)、アシュフォード (E. Ashford 10.83秒)、(a群=11.16±0.12秒) に着目すると、ジョイナーの平均ストライドは、明らかに (a群) とアシュフォードよりも大きい。また、アシュフォードの平均ピッチはジョイナーや (a群) よりも明らかに速いことから、ジョイナーは「ストライド型」であり、アシュフォードは「ピッチ型」であることが読み取れる。

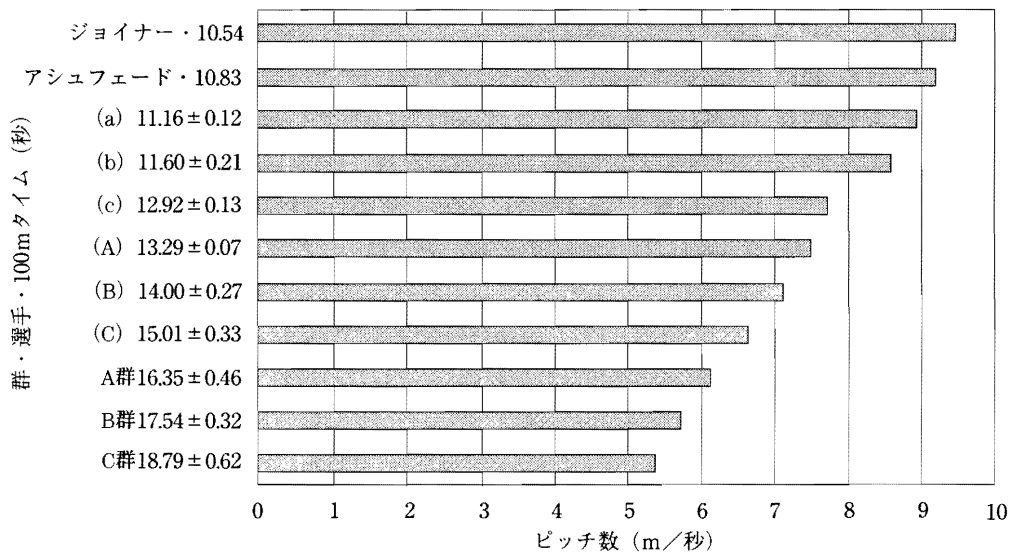
この様に、確かに疾走能力が高い群程、平均ピッチも平均ストライドも高い値を示しているものの、各群における個々の100m走の走りについては、「ピッチ型」と「ストライド型」、そしてさらに「中間型」走者が混在していることを見逃してはならない。この点に関して、阿江ら²⁾は、世界一流男子スプリンター (19名) の分析から、「選手はストライド型、ピッチ型に大別できるが、どの型が有利であるとはいえず、一流選手ではそれぞれの特性を活かした疾走スタイルをもっている」ことを指摘しているが、このことは、何も一流スプリンターのみに言えることではなく、全ての疾走能力群・選手に対しても言えることであろう。

以上、女子100m走について、疾走能力 (100m走タイム) 差による走歩数・平均速度・平均ピッチ・平均ストライドについて比較検討してみたが、これまで女子100m走に関して、10秒台スプリンターから19秒台走者に至る広い範囲で比較検討した報告は、もちろんない。よって、図7-1・2・3・4で示されたデータのまとめは、女子100m走の様相を知る上から貴重な資料となり得るはずである。



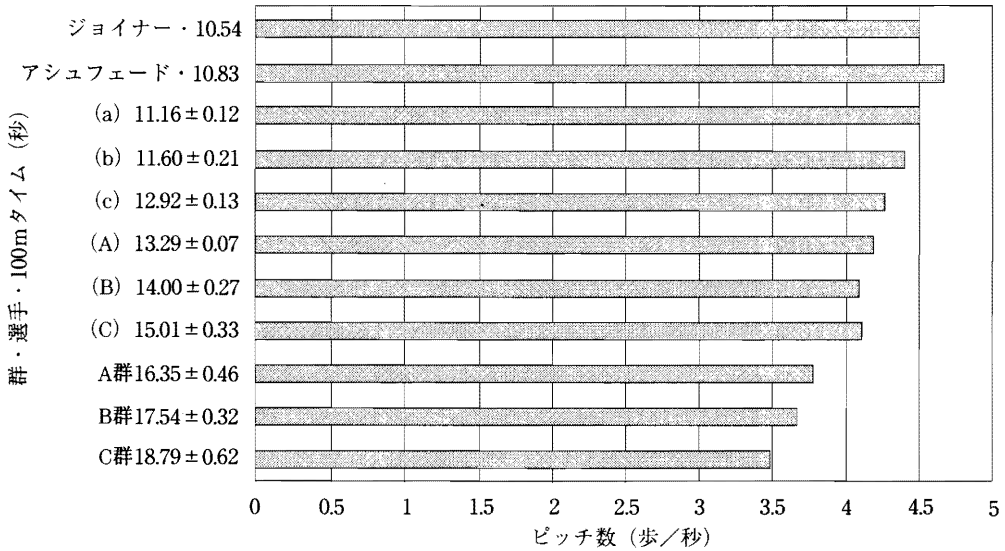
(注) ABC群は本実験結果群。(A)(B)(C)は岡野ら(1985年), (a)(b)(c)は岡野ら(1988年), 外国選手2名の選手のデータは岡野ら(1990年)による。

図7-1 疾走の能力群・選手別「100m走歩数」の比較



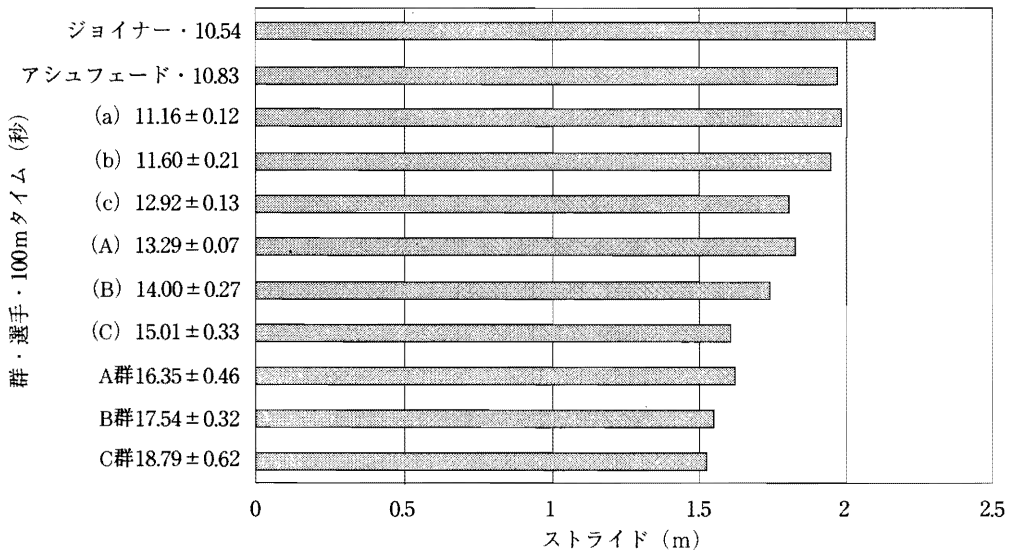
(注) ABC群は本実験結果群。(A)(B)(C)は岡野ら(1985年), (a)(b)(c)は岡野ら(1988年), 外国選手2名の選手のデータは岡野ら(1990年)による。

図7-2 疾走の能力群・選手別「平均速度」の比較



(注) ABC群は本実験結果群。(A)(B)(C)は岡野ら(1985年), (a)(b)(c)は岡野ら(1988年), 外国選手2名の選手のデータは岡野ら(1990年)による。

図7-3 疾走の能力群・選手別「平均ピッチ」の比較



(注) ABC群は本実験結果群。(A)(B)(C)は岡野ら(1985年), (a)(b)(c)は岡野ら(1988年), 外国選手2名の選手のデータは岡野ら(1990年)による。

図7-4 疾走の能力群・選手別「平均ストライド」の比較

4. ま と め

本研究結果は、以下のとおりまとめられる。

- 1) 100m走における10m区間毎通過タイムは、全ての各群・選手別に（求められた回帰直線に沿って）ほとんど一直線に加算されていた。
- 2) 100m走タイムが16-18秒台という疾走能力に劣る女子学生においても、前半50mよりも後半50mの方が、所要タイムが少なかった。
- 3) 疾走能力が高い程、前半50m-後半50mのタイム差が大きくなっていた。
- 4) 疾走能力が高い程、最高速度の出現区間が遅くなっていた。しかし、同じ疾走能力群であっても、走者の特性や走法により、最高速度の出現は1-2区間（10-20m）前後していた。
- 5) 最高速度到達時間は、疾走能力の劣る群ではほぼ6秒台であり、疾走能力の高い群では、それよりもやや遅く7-8秒であった。
- 6) 最高速度と100m走タイムとの間には、本実験群からも、またスプリンター群からも、それぞれ有意な逆相関（ $r = -0.96 \sim -0.98$, $p < 0.001$ ）が認められた。よって、より高い最高速度を得ることが、100m走をより速く走るために重要であることが明確となった。
- 7) 疾走能力に拘わらず、最低速度は、90-100mの最終10m区間で出されていた。
- 8) 100m走タイムが16-18秒台群においては、100m走タイムと速度減少率との間には、有意な相関（ $r = 0.46$, $p < 0.001$ ）が認められた。
- 9) 疾走能力が低い群では、最終10m区間の速度減少率が大きく約11-15%を示したが、10.91-12秒台の女子スプリンターにおいては速度減少率に差は見られず、ほぼ9%であった。また、世界・日本の女子一流スプリンターの速度減少率は、男子のそれらに比べると、かなり大きい値であった。
- 10) 疾走能力が高い群程、100mに要する歩数が少なく、平均ストライドが大きく、また平均ピッチも高くなる傾向が見られた。
- 11) 世界・日本の一流女子スプリンターに限らず、どんな疾走能力群であっても、ピッチ型とストライド型、そしてその中間型の走者が混在していることが推察された。

最後に、本実験を実施するにあたり、被験者として、また実験補助員として協力してくれた多くの学生諸君に心からお礼を申し述べたい。

引用文献

- 1) 阿江通良：スプリントに関するバイオメカニクス的研究から得られるいくつかの示唆，スプリント研究第11巻，2001年，pp. 15-26.
- 2) 阿江通良・鈴木美佐緒：第3回世界陸上競技選手権大会男子100mにおける世界一流スプリンターのレースパターンの分析，陸上競技紀要第5巻，1992年，pp. 2-16.
- 3) Dick, F.W.: Development of Maximum Sprinting Speed, *Track Technique* 138, 1997. pp. 50-55. (岡野進訳：最大スプリンティング・スピードの養成，陸上競技研究第3号，1992年，pp. 42-47.)
- 4) 石部安浩：電子計時機の研究・開発について，中央大学保健体育研究所紀要第8号，1990年，pp. 11-26.
- 5) 石部安浩・岡野進：疾走能力差からみた100m疾走パターンの違い，中央大学保健体育研究所紀要第16号，1998年，pp. 35-54.
- 6) 加藤謙一ら：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，体育学研究第47巻3号，2002年，pp. 231-242.
- 7) 小木曾一之ら：全力疾走時にみられる疾走スピードの変化特性，体育学研究41巻，1997年，pp. 449-462.
- 8) 金高宏文ら：レーザー速度測定器とビデオカメラを利用した100m走中の疾走速度，ピッチ及びストライド測定の実用性について，スプリント研究第10巻，2000年，pp. 56-57.
- 9) Lehman, V.F.・陸上競技研究編集部訳：どうすればスプリントのスピードアップが可能か(その1)，陸上競技第30号，1997年，pp. 56-63.
- 10) Michel, Sven. ; 陸上競技研究編集部訳：ピックアップ加速，陸上競技研究第49号，2002年，pp. 52-55.
- 11) 日本陸上競技連盟科学委員会：陸上競技の医科学サポート研究REPORT，2002年，pp. 85-86, 101.
- 12) 岡野進・渡部誠：疾走能力差による100m走疾走様相の比較，山梨県立女子短期大学紀要第19号，pp. 1-10, 1985年.
- 13) 岡野進ら：100mレース(競技会)における女子スプリンターのタイム・ピッチ・ストライド，体育の科学第38巻3号，1988年，pp. 242-247.
- 14) 佐々木秀幸・関岡康雄・岡野進・有吉正博編著：実践陸上競技トラック編，大修館書店，1999年，pp. 61-65.
- 15) 杉田正明ら：96年TOTOスーパー陸上の100m走中の疾走スピード，競技種目別競技力向上に関する研究第20報，1996年，pp. 273-277.
- 16) シュモリンスキー；成田・関岡訳：ドイツ民主共和国の陸上競技教程，ベースボール・マガジン社，1983年，pp. 145-264.
- 17) Schbert, Bernet.・陸上競技編集部訳：1991年世界陸上競技選手権東京大会の一般的分析，陸上競技研究第9号，1991年，pp. 55-56.
- 18) 渡部誠・岡野進ら：女子100mレースにおけるピッチの変化と前・後半の疾走様相について，陸上競技紀要第2巻，1989年，pp. 11-20.