

クラウチングスタートの研究

野原弘嗣, 花田登, 安里重則, 山岡誠一

A Study of the Crouching Start

H. NOHARA, N. HANADA*, S. ASATO and S. YAMAOKA

Received September 20, 1976

I 緒 論

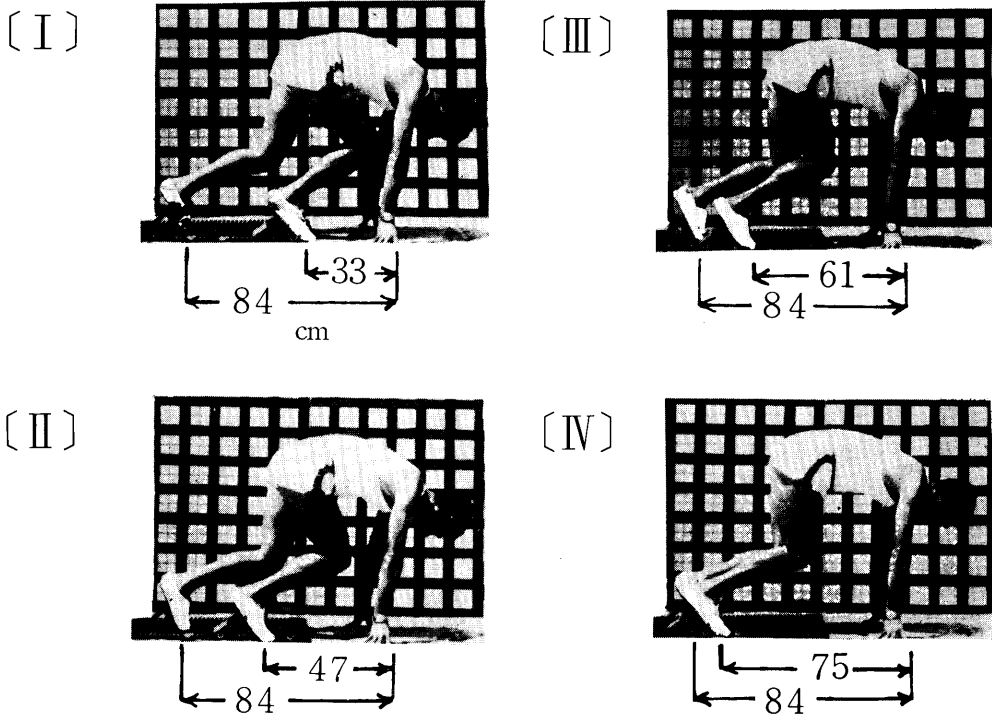
競走におけるスタートの重要性は古くから認識されており, 古代オリンピアでもスタート石が用いられていた¹⁾。1887年²⁾にクラウチングスタート法 (日本では蹲踞出発法といわれた) が考案されるまでは, 競走のスタートはスタンディングスタートで行われていた。1927年にスターティングブロックが考案されてクラウチングスタートに, より有利な条件が加わり, 現在では最も一般的なスタート法となっている。クラウチングスタートを行うときにはいくつかの技術的なポイントがあるが, 最も重視されているのはスタートラインに対して両足をどんな位置に置くかということである。この点については, ブロック採用以前, 採用後を通じて多くの研究がなされてきた。スタートに対する両足の位置の影響は主として次の3つの方向から検討されている³⁻¹²⁾。それらは 1) スタート合図に対する飛び出しの早さ, 2) ブロックに対するキック力の大きさ, 3) スタート後の速度である。これらの研究結果には一致点があると同時に対立する点もある。そこで我々は, スタート姿勢における前後の足の位置とスタートの成否の関係を整理する目的で二次にわたって実験を行った。

II 第 1 次 実 験

II-1 実験方法

出発合図用シグナル (ピストル) およびスタートラインから15mの地点においた関門 (100cmの支柱の上に細い竹製の横木をおいた) にマイクロスイッチをつけペンオシログラフに導いて走タイムを測定した。また, この区間の足跡 (シューズのつま先から次のつま先まで) から歩幅 (ストライド) を測定記録した。またスタートラインから5m前方で走路に直角な30mのところから8ミリシネカメラをおいてスタート直後のフォームを毎秒64コマで撮影した。

* 京都市立日吉丘高校



第1図 スターティングスタイルI～IV

実験に用いたスターティングスタイルは第1図に示した4種である。即ち、スタートラインと後足ブロックの距離は一定(84cm)にし、前足ブロックをスタートラインから33cm(I型), 47cm(II型), 61cm(III型), 75cm(IV型)のように変化させた。これらのスタイルはそれぞれエロンゲート型(I型), ミディアム型(II型), パンチ型(III型)およびパンチ型の変形であるロケット型(IV型)に相当する。

被験者は大学男子スプリンター5名である。彼らに上記の4種のスターティングスタイルから10回ずつ、合計40回のスタートダッシュ(15m)を行わせた。スターティングスタイルの実施順序はアトランダムとし、試技の間には十分な休息をとらせた。なお、彼らのうちの2名に対しては、自動体重計を用いて「用意」の構えをとったときに四肢にかかる荷重の大きさを測定した。

II-2 実験結果

a) 四肢への荷重

「用意」の構えをとったときに四肢にかかる荷重は第1表に示したように、前足の位置でかなりの変動を示した。第2図には第1表の結果並びに重心位置を模式的に示した。前足をスタートラインから遠くするにつれて両手にかかる荷重は体重の51%(I型), 59%(II型), 63%(III型), 65%(IV型)のように増加した。これに対し、前足にかかる荷重は42%(I型)から30%

第1表 四肢にかかる荷重配分

(単位: kg)

スタイル	I			II			III			IV		
部 位	両手	前足	後足	両手	前足	後足	両手	前足	後足	両手	前足	後足
Sub. U	36.2	30.8	5.5	41.9	25.9	4.7	44.9	23.2	4.4	46.4	22.2	3.9
Sub. T	32.0	25.6	4.4	36.9	21.3	3.8	39.4	19.1	3.5	41.0	17.8	3.2
平 均	34.1	28.2	5.0	39.4	23.6	4.3	42.2	21.2	4.0	43.7	20.0	3.6
	50.5%	41.9%	7.6%	58.8%	35.1%	6.1%	62.7%	31.4%	5.9%	65.1%	29.8%	5.1%

備考 被検者の体重 U: 72.5kg T: 62.0kg

(IV型)へと減少し、後足にかかる荷重は5%から7%で変化が小さかった。第2図に◎印で示した身体重心の位置は前足が後方になるにつれて後方に移る。

b) ストライド

スタートから10歩までのストライドは第2表の通りであった。前足のブロックから第1歩までの距離は5名の平均値でI, II, III, IV型はそれぞれ101cm, 100cm, 95cm, 91cmであり、前足の位置が後方になるほど短縮する。これをスタートラインからの距離でみるとI型からそれぞれ68cm, 53cm, 34cm, 16cmである。

スタート後10歩の距離はI型からそれぞれ1445cm, II型1423cm, III型1400cm, IV型

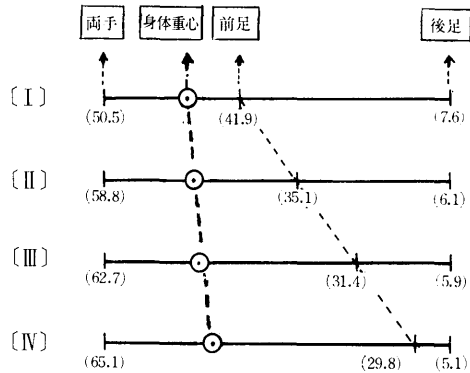
1337cmでありIV型に比べるとI, II, III型はそれぞれ108cm, 86cm, 63cm長くなっている。以上のように、スターティングスタイルにおける前足ブロックの位置のストライドへの影響はスタート直後の1歩にとどまらず10歩間において一層大きな差となっている。

c) 走の前傾角度

疾走フォームがほぼ真横から撮られている3歩目までのフォームについてキック足と身体重心を結ぶ線が地面とつくる角度を前傾角度とし、その結果を第3表に示した。個人による変動は見られるものの、ブロックを離れる瞬間および第1歩のキック時の前傾角度はスタートにおける前足ブロックが後方になるほど小さく(深く前傾)になっている。

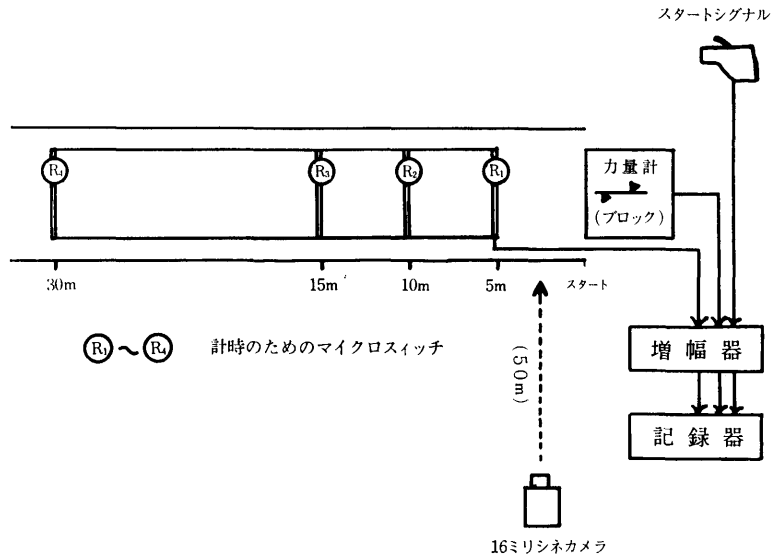
d) 15m走タイム

第4表に15m走タイムを示した。5名の平均値はI型2.698秒, II型2.707秒, III型2.780秒, IV型2.810秒であり, I型とII型には有意の差は無いが, I, II型はIIIおよびIV型よりも有意に優れていた。



第2図 4種のスターティングスタイルの前足の位置と身体重心の位置の関係。

() の数字は四肢への荷重の体重に対する割合(%)を示す。



第3図 第2次実験、測定装置配置図

スピード100mm/秒)に描かせた。

スタート直後の疾走フォームをスタートラインの前方3mで走路に直角な50mの地点に設定した16ミリシネカメラ (NAC K. K, phort-sonics, フィルムスピード200コマ/秒) で撮影した。フィルム映像とオシロ記録紙の結果を合わせるために マイクロスイッチの付いた 合図盤を作り、同時に写した。

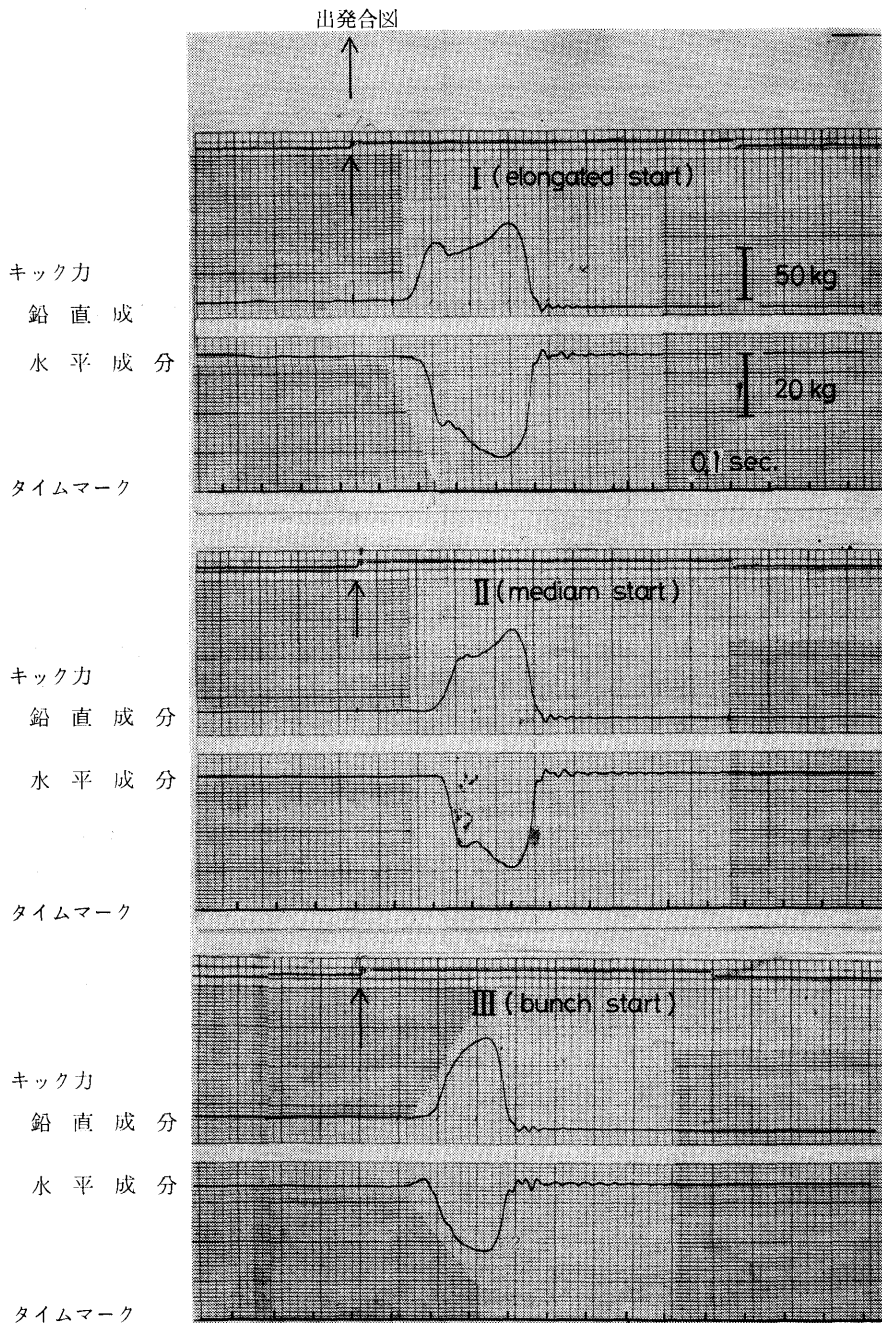
被験者は大学生男子スプリンター4名で、彼らの体格と走能力および本人に個有のブロック位置を第5表に示した。本実験で採用したブロック位置は後足ブロックをスタートラインから80cmと一定にし、前足ブロックはスタートラインから40cm (I型), 55cm (II型), 70cm (III型) のように変化させた。これらのブロック位置は第1次実験と同様に、それぞれ、エロンゲート型、ミディアム型、パンチ型に相当するブロック位置である。ただし、第1次実験でのブロック位置がやや極端だと被験者の感想にもとづいて、前足ブロックは7cm後方に、後足ブロックは4cm前方に修正した。上記の各スターティングスタイルからそれぞれ3回ずつのスタート

第5表 被験者の体格、走能力、個有のブロック位置

被験者	身長 (cm)	体重 (kg)	ベストタイム			個有のブロック位置 (cm)	
			30m ※	50m ※	100m	前足	後足
K	169	62	4'' 1	6'' 2	11'' 0	58	78
Y	180	62	4'' 1	6'' 2	11'' 3	56	65
O	167	62	4'' 1	6'' 3	11'' 0	55	70
A	170	62	4'' 1	6'' 3	11'' 5	52	67

註) ※印は日常の練習中の記録である。

ダッシュを行わせ、30m走タイムの最も優れた試技を検討資料とした。



第4図 I型(上), II型(中), III型(下)のスタートにおけるキック力の波形。被験者K。

第2表 スタート後のストライド

(単位: cm)

被験者	スタイル	歩数	1 †		2	3	4	5	5歩までの距離 ††	6	7	8	9	10	10歩までの距離 †††
			前足ブロックから	スタートラインから											
H	I		103	70	103	117	135	142	567	160	164	178	179	221	1469
	II		100	53	102	111	129	138	523	154	160	176	181	214	1418
	III		97	36	100	114	128	141	519	155	162	176	180	202	1394
	IV		97	22	95	106	129	135	487	148	159	172	180	192	1340
U	I		99	66	102	122	130	149	569	151	168	169	188	201	1446
	II		98	51	98	122	125	150	546	147	167	162	181	186	1389
	III		91	30	93	110	130	149	512	146	169	164	182	185	1358
	IV		93	18	89	122	122	148	499	143	164	162	180	184	1332
T	I		93	60	102	118	135	153	568	159	171	175	183	181	1437
	II		95	48	95	116	134	146	539	158	167	174	184	188	1410
	III		91	30	92	109	131	140	502	155	165	169	184	192	1367
	IV		91	16	90	110	131	138	485	155	164	168	185	192	1349
N	I		104	71	98	121	125	147	562	148	165	164	185	189	1413
	II		102	55	102	121	129	150	557	149	167	167	186	188	1414
	III		97	36	98	119	127	145	525	148	167	169	185	188	1382
	IV		83	8	92	117	121	142	480	147	163	164	183	178	1315
K	I		107	74	100	131	134	152	591	156	169	171	174	198	1459
	II		107	60	104	133	135	157	589	161	176	177	180	201	1484
	III		101	40	103	128	131	155	557	156	173	174	181	190	1447
	IV		93	18	92	125	124	152	511	152	165	166	179	176	1349
平均—標準偏差	I		101.2 4.83	68.2 4.83					571.4 10.09						1444.8 19.29
	II		100.4 4.03	53.4 4.03					552.8 19.78						1423.0 32.10
	III		95.4 4.24	34.0 4.24					523.0 18.64						1389.6 31.24
	IV		91.4 4.93	16.4 4.63					492.4 11.2						1337.0 12.70

<差の有意性> * : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$

†

**(I : II, I : IV, II : III, III : IV)

††

**(I : III, I : IV, II : IV)

†††

**(I : III, I : IV, II : IV, III : IV)

*(II : III, III : IV)

第3表 スタートから3歩の前傾角度

(単位: degree)

歩 数	U				T				K			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
0	44.5	42.0	37.5	38.0	40.0	38.5	36.0	33.0	40.0	38.5	33.5	—
1	52.5	47.0	47.0	42.5	48.0	46.0	45.5	45.0	47.5	51.5	45.0	—
2	50.5	49.0	48.5	49.0	52.0	48.5	48.0	47.0	43.5	46.0	—	—
3	52.5	48.0	53.0	53.5	53.0	48.0	52.0	51.5	50.5	52.5	—	—
歩 数	N				H				平均——標準偏差			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
0	36.5	36.5	35.0	35.5	40.0	41.5	39.0	40.0	40.2 -2.54	39.4 -2.06	36.2 -1.91	36.6 -2.63
1	50.0	48.0	49.0	48.5	53.0	51.0	44.5	47.5	50.2 -2.25	48.7 -2.18	46.2 -1.63	45.8 -2.33
2	47.5	48.0	52.5	45.0	52.5	49.5	49.0	51.0	49.2 -3.34	48.2 -1.21	49.5 -1.77	48.0 -2.24
3	59.0	49.0	53.5	53.5	54.0	52.5	53.5	53.0	53.8 -2.84	50.0 -2.07	53.0 -0.61	52.8 -0.82

$P < 0.05$ での有意差は次の対に認められた。0歩におけるIとIII, IとIV, 1歩におけるIとIII, IとIV, IIとIV

第4表 15m走タイム

(単位: sec)

被 験 者 スターティ ングスタイル	H	U	T	N	K	平均——標準偏差
I	2.775	2.742	2.592	2.633	2.750	2.698——0.007
II	2.767	2.842	2.625	2.575	2.725	2.707——0.010
III	2.833	2.925	2.650	2.708	2.783	2.780——0.010
IV	2.933	3.000	2.642	2.700	2.775	2.810——0.014

$P < 0.01$ での有意差はIとIII, IとIV, IIとIII, IIIとIVの対に認められた。

III 第2次実験

III-1 実験方法

実験は全天候走路で行い、実験装置は第3図のように配置した。走路の端に力量計（新興通信工業, JF/500K）を埋めこみ、前後においたスターティングブロックを力量計に取り付けてブロックに対するキックの水平分力、鉛直分力を測定した。従って、ここで測定したキック力は両足のキック力を個々にとらえたものではなくて、両足のキック力のトータルされたものである。走タイムは第1次実験と同様の装置をスタートラインからの4地点（5m, 10m, 15m, 30m）に置き、ここからのシグナルをペンオシロ記録紙（渡辺測器K.K, WTR281, ペーパー

III-2 実験結果

第4図はブロックを固定した力量計から得たキック力の記録例（被験者K）である。このような記録紙上の出発合図からキックが完了するまでの時間（離足時間）を求め、その結果を第6表に示した。離足時間はI型よりもII, III型が短かく、前足ブロックの位置がスタートラ

インから遠くなり両足間隔が狭くなるほどブロックからの離足が早くなる傾向を示していた。

b) ブロックに対するキック力

第4図に示したブロックに対するキック力の記録にみられるように、I型およびII型のキック力曲線はIII型のものと異なった波形を示していた。I型、II型のキック力曲線は2つの山を形づくっているのに対し、前足ブロックが後方にある両足ブロックの間隔の狭いIII型の波形は1つの山となっている。同時撮影した16ミリシネフィルムとの照合では、キック力曲線の第2の山は後足がブロックから離れ、前足でキックしている状態を示していた。

キック力の大きさは第7表の通りであるが、キック力の鉛直成分並びに水平成分の最大値はそれぞれ体重の150%と50%程度となっていた。スタートの飛び出しに影響力の大きいキック力の水平成分は、被験者YではIII型が大きく、被験者OはII型が、KとAはI型が大きい値を示していた。キックの水平成分の力積をみると被験者KとAはI型、YとOはII型が大きく、III型からのスタートで最大の力積を示した者はみられなかった。

第6表 離足時間 (単位: 秒)

スターティング スタイル	平均	標準偏差
I	0.493	0.0311
II	0.470	0.0212
III	0.405	0.0166

第7表 キック力並びに力積

スター ティング スタイル	力の方向	Sub. K		Sub. Y		Sub. O		Sub. A		力 積	
		最大キ ック力 (kg)	力 積 (kg・S)	最大キ ック力 (kg)	力 積 (kg・S)	最大キ ック力 (kg)	力 積 (kg・S)	最大キ ック力 (kg)	力 積 (kg・S)	平 均	標準偏差
I	鉛直分力	77.52	16.43	77.52	19.46	85.27	17.83	93.02	17.60	17.83	1.08
	水平分力	31.25	7.00	12.92	3.16	23.75	4.00	7.50	4.23	4.60	1.44
II	鉛直分力	81.39	13.57	77.52	15.81	96.90	17.05	85.27	15.04	15.36	1.26
	水平分力	30.00	5.60	18.08	4.02	12.50	4.25	21.25	3.30	4.29	0.83
III	鉛直分力	81.39	11.16	81.39	14.50	93.02	12.25	62.01	12.48	12.60	1.21
	水平分力	20.00	3.20	21.96	3.84	23.75	3.80	16.25	2.45	3.32	0.56

c) スタートおよびスタート直後の前傾姿勢

スタートおよびスタート直後の3歩について、キック終了時点の前傾角度を第8表に示した。ここでの前傾角度は上体の前傾角度と下肢の前傾角度であって、その角度は肩峰点と大転子の延長線と地面との角度並びに大転子と果点を結ぶ線と地面との角度として求めた。表から明らかなようにブロックを離れるときの上体の前傾角度は前足ブロックの位置が後方にあるは

第8表 スタート並びに3歩までの前傾角度

(単位:度)

被験者, スターティング スタイル		スタート		1 歩 目		2 歩 目		3 歩 目	
		上 体	下 肢	上 体	下 肢	上 体	下 肢	上 体	下 肢
K	I	22	35	25	45	38	43	54	44
	II	6	37	30	42	36	42	49	42
	III	8	35	19	43	33	41	43	43
Y	I	29	32	31	46	51	41	43	43
	II	21	35	30	42	48	40	41	43
	III	18	33	24	42	37	42	37	42
O	I	22	39	20	47	38	45	38	47
	II	19	39	17	49	28	46	33	48
	III	9	36	36	44	28	43	28	49
A	I	26	37	45	38	40	43	51	41
	II	17	38	37	41	37	42	52	38
	III	9	36	31	39	33	40	34	44
I	平 均	24.75	35.75	30.25	44.00	41.75	43.00	46.50	43.75
	標準偏差	2.947	2.586	9.364	3.536	5.402	1.414	6.344	2.165
II	平 均	15.75	37.25	28.50	43.50	37.25	42.50	43.75	42.75
	標準偏差	5.804	1.479	7.228	3.202	7.119	2.179	7.395	3.562
III	平 均	11.00	35.00	27.50	42.00	32.75	41.5	35.50	44.50
	標準偏差	4.062	1.225	6.500	1.871	3.192	1.118	5.408	2.693

差の有意性: スタートにおける上体の角度IとII ($P<0.05$), IとIII ($P<0.01$)

ど深く (角度が小), その後の3歩についてもスターティングスタイル間に顕著な差が無くなっているが, ブロックからの離足時の傾向が依然として見られる。これに対し, 下肢の前傾角度にはスターティングスタイルの違いによる差が小さくほぼ同様の傾向を示していた。

d) 疾走速度

スタート後の5m, 10m, 15m, 30m地点における平均走速度は第9表の通りである。30m地点での速度は速い者で6.85m/秒, 遅いで6.82m/秒であったことから, これら4名のスタートダッシュの能力はほぼ同等といえる。スターティングスタイル別に疾走速度を比較すると, どの地点においてもスタイル間の差は小さく, しかもスタイル間の優劣に一定の序列を見出すことはできなかった。

IV 考 察

2次にわたる実験の結果を以下の観点について整理しつつ考察をすすめることとする。

1. 飛び出しの早さに与える影響

出発合図に対してできるだけ早く飛び出すことは短距離走に限らず重視されるべきであるが,

第9表 各地点の走速度

(単位: 秒)

被験者・スタイル		5 m	10m	15m	30m
K	I	2.94	4.76	5.47	6.73
	II	3.55	4.76	5.58	6.77
	III	3.57	4.74	5.54	6.83
Y	I	3.57	4.76	5.49	6.80
	II	3.57	4.81	5.51	6.80
	III	3.68	4.83	5.58	6.82
O	I	3.68	4.85	5.68	6.82
	II	3.57	4.72	5.51	6.76
	III	3.52	4.72	5.47	6.76
A	I	3.57	4.78	5.58	6.85
	II	3.62	4.78	5.56	6.80
	III	3.55	4.72	6.43	6.79
I	平 均	3.44	4.79	5.56	6.80
	S. D.	0.292	0.037	0.083	0.044
II	平 均	3.57	4.77	5.54	6.78
	S. D.	0.258	0.033	0.031	0.018
III	平 均	3.65	4.75	5.51	6.80
	S. D.	0.060	0.045	0.059	0.027

ことに短距離走においては走タイムの短縮への影響は大きいといえる。ブロックからの離足タイムは第6表のように0.41秒(III型)から0.49秒(I型)であった。ブロックからの離足タイムの中味は出発合図からキックの起りまでの反応時間とキックをしている動作時間に分けられるが、今回の結果は第4図のようにキックの始まりの判定が極めて微妙であったので敢えてこれらの時間に分けて求めることは省いた。しかし、第4図の例において視覚的に明らかなように、また、従来の報告⁸⁾に指摘のあるように、スタート動作の時間において反応時間にはスタイルによる差異は無く、キック時間に影響が現われるといえるであろう。上記の離足時間の結果は、Dickinson⁴⁾、Henry⁸⁾、保田たち⁹⁾、袖山たち¹²⁾の報告にもあるように、前足のスターティングブロックがスタートラインから遠く、両ブロック間隔が狭いほど離足が早くなることを示している。

第4図のブロックに対するキック力曲線を見るとI、II型では2つの山があって両足の離足の時間差を示しているが、III型のスタートでは離足の時間差があるにもかかわらずキックの波形には1つの山しか見られない。キック力についての検討はあとに譲るが、III型(パンチ型)からのスタートにおける後足の動作は、力強いキックよりもむしろ早い引き上げをねらいとして起されているように思われる。側方から写したフィルムの映像では離足時の前足の伸展はいずれの場合にも完了しており、スターティングスタイルによる違いは見られなかった。一方、用意の姿勢での前脚の膝角度はスターティングスタイルによる違いがみられ(第1図の例の前

脚の膝角度はⅠ型83°, Ⅱ型90°, Ⅲ型103°, Ⅳ型110°), 前足ブロックがスタートラインから遠くなるほど膝の屈曲が小さい。従って, ブロックに対するキック動作における膝の伸展角度は前足の位置がスタートラインから遠いほど小さくなる。先に筆者らは膝の角度と伸展筋力を測定し, 膝角度が135°から155°で最大筋力を現わし, それよりも角度が大きくても, また小さくても発現される筋力が低下すること, ことに膝角度が先に述べた角度よりも小さくなると筋力の低下が著しいことをみた¹³⁾。このことから推論すれば「用意」の姿勢における膝角度の違いは, 体重の前方への移動という負荷に対して, 前脚が伸展動作を起していくときの動作の速さ(キックの速さ)に影響が現われると考えられる。

以上に述べたように早く飛び出すことは走のタイムを短縮するための一つの要因である。早く飛び出し, しかも飛び出しの速度が大きければ申し分ないのであるが, この点については以下に検討する。

2. 飛び出しの速さに与える影響

スタートにおいて高い速度で飛び出す力は両ブロックに対して発揮されたキック力の反作用として得られる。

スタートのキック力曲線(第4図)をみるとⅢ型からのキック力曲線はⅠ型, Ⅱ型のキック力曲線と異なり, その波形には2相の山がみられない。Ⅰ, Ⅱ型のキック力曲線における2つの山は, 前後においた両足の間隔が広いために, 前後の足のキックのタイミングに差の大きいことを示している。Ⅲ型(パンチ型)によるキック力曲線が1つの山を現わしていることは, 前後の足のキックに時差の小さいことを示すものであるが, 後足のキック力の貢献度について考える必要もあろう。Kistler⁵⁾によれば, 前足のキック力の大きさにはスターティングスタイルによる違いはなく, 後足のキック力および前後足のキック力の合計はパンチ型が最小で, 両足間隔が広いほど大きくなりエロンゲート型が最大を示したという。前足のキック力に差のないことは古藤たち¹¹⁾によっても確かめられている。今回の実験においては前後のブロックを同じ力量計の上に取り付けたために, 前後足のキック力を別々に測定できなかった。従って後足のキック力の大きさのみについて検討することはできない。しかし, Ⅲ型のスタートの離足が早く, キック力曲線から両足のキックに時差の極めて小さいことを考えるならば, Ⅲ型のスタートにおける後足のキックがキック力に与える貢献度は小さいと考えられる。

野村と岩田¹⁴⁾は垂直跳びの跳躍高とキック力の関係を分析し, 跳躍高は最大キック力($r=0.505$)よりもキック力の力積($r=0.740$)できまる度合の大きいことを報告している。従来⁵⁾の報告ではスタートのキック力をその力積の観点から論じたものはみられないが, スタートの飛び出しはキックのある一時点の力の大小よりもキック力のトータルに支配されると思われる。両足のブロック間隔の狭いⅢ型(パンチ型)は離足が早く, 両足間隔の広いⅠ型(エロンゲート型)は離足が遅いことは先に述べたが, ブロックに発揮されたキック力の力積は, 鉛直, 水平両方向とも第7表のようにⅠ>Ⅱ>Ⅲの傾向にあって両足間隔が狭いほど小さかった。先に筆者ら¹³⁾は種々の膝角度からの垂直跳びについて分析し, 膝の屈曲が大きくて脚伸展動作の範囲が増加するにつれて跳躍高が大きくなることを報告した。このことから推論すると, スタートにおいても前脚の脚伸展動作の範囲が広いとキック時間が延長し, その間の力積が大きくなってより大きな推進力を得るといえよう。以上のことはHenry⁸⁾のエロンゲートスタート

は離足は遅いが飛び出しの速度が大きいという報告に通じるものである。

3. 飛び出しの前傾姿勢に与える影響

スタート直後の身体の前傾角度は前足ブロックがスタートラインに近いエロンゲート型（Ⅰ型）で大きく、遠いバンチ型（Ⅲ型）で小さいことがみられた。スタート直前の構えの身体重心位置は第2図にみられるように、前足ブロックが後方になるほど後方に移る。しかし、身体重心の後方への移動距離の大きさは前足の後方への移動よりも僅かである。その結果として、前足が支持足となってキックするときの身体の前傾度はエロンゲート型よりもバンチ型の方が深くなるものと考えられる。

走の加速度の大きさと前傾度の大きさは表裏をなしており、スタート直後では大きな加速、大きな前傾がみられ、一方、競走の終盤で疾走速度が低下（減速＝負の加速度）してくる時点においては後傾姿勢となるといわれている¹⁵⁾。スタートにおいて大きな前傾度を得るにはスタンディングスタートよりもクラウチングスタートが優れているといえるし、クラウチングスタートのうちでも、より大きな前傾度の得られるバンチ型が加速度の得やすいスタイルだといえよう。一方、スタート後のストライドもスターティングスタイルによる影響が顕著で、前足をスタートラインに近くおくエロンゲート型ではストライドが広く、遠くにおくバンチ型では狭くなっていた。スタート時に前傾度の大きいことはキックに際して飛び上る要素が小さくなり、ストライドが狭くなるものと推察される。

4. 走速度あるいは走タイムについて

第1次実験における15m走タイムの結果において、両足間隔の広いエロンゲート型とミディアム型の間には差はみられなかったが、これら2つの型は両足間隔の狭いバンチ型およびロケット型よりも有意に優れていることがみられた。しかし、第2次実験の結果は5, 10, 15, 30mのどの地点においてもスタイルによる顕著な走速度の差ないしは一定の傾向は見られなかった。従来報告をみても、袖山たち¹²⁾はスタートダッシュのタイムは両足間隔が広い方がよいと述べ、Henry⁸⁾はバンチ型は飛び出しは早いとそのスピードはおそく、エロンゲート型は飛び出したときのスピードは速いとその優位は10yd.で失われるといい、Dickinson⁴⁾は2.5yd.のタイムは両足間隔が狭い方がよいと報じているように一定の結果がみられない。このように実験条件として与えられたスターティングスタイルのもつ力学的特質が走速度や走タイムの上に一定の傾向として出ないのは、まづ、スタート後の疾走速度はスターティングスタイルのもつ諸々の特質も被験者の特性によってその適否が異なり、スタイルそのものの優劣を反映していないとも考えられる。さらに、それぞれのスターティングスタイルの特質が疾走能力のうえに反映されるには、それぞれのスタイルからのスタートによく習熟していなくてはならない。ところが選手（スプリンター）は彼らに独自のスタイルに習熟しているために、別のスタイルに対しては不得手で十分にその効果を発揮することができない。また、スタート技術に習熟していない一般人を対象とした場合は、スタート技能が未確立で不安定のために、スターティングスタイルの特質を十分に現わし得ないところがあるなど疾走速度にはいろいろの条件が重なるためであろう。

V 総 括

種々のクラウチングスタートのもつ特性を理論的に整理する目的で、大学生男子短距離選手を対象にスタートダッシュを行わせ、身体運動学的な分析を試みた。

実験の対象としたスターティングスタイルはエロンゲート、ミディアム並びにパンチ（パンチおよびロケット）スタートでキック時間、キック力の大きさ、飛び出しの前傾姿勢、走速度（走タイム）、スタート直後のストライドなどについて測定した。その結果、それぞれのスターティングスタイルの特性は次のようにまとめられた。

- エロンゲートスタート：ブロックに対するキック力の水平分力の力積が大きくなる。しかし、ブロックからの飛び出しがおくれ、スタート時の身体の前傾が浅くなる。
- パンチスタート：ブロックからの飛び出しが早く、スタート時の身体前傾が深くなるが、ブロックに対するキック力の水平分力の力積が小さくなる。
- ミディアムスタート：ブロックからの飛び出しの早さ、ブロックに対するキック力の水平分力の力積の大きさ、スタート時の身体の前傾角度などの点において、前二者の中間的傾向を示す。

文 献

1. 佐藤信一，外園一人：オリンピックの研究，p. 59，歩兵出版，1969.
2. Doherty, J. K.: Modern track and field., Prentice-Hall. Inc., 1963.
3. Bresnahan, G. T.: A study of the movement pattern in starting the race from the crouch position., Res. Quart., 5: 5~11, 1934.
4. Dickinson, A. D.: The effect of the foot spacing on the starting time and relation of physical measurement to foot spacing., Res. Quart., 5: 12~19, 1934.
5. Kistler, J. W.: A study of the distribution of the force exerted upon the blocks in starting the sprint from various starting position., Res. Quart., 5: 27~32, 1934.
6. Nakamura, H.: An experimental study of reaction time of the start in running the race., Res. Quart., 5: 33~45, 1934.
7. Henry, F. M. and Trafton, I. R.: The velocity curve of sprint running., Res. Quart., 22: 409~421, 1951.
8. Henry F. M.: Force time characteristics of the sprint start., Res. Quart., 23: 301~318, 1952.
9. 保田喬，和久田賢夫，中川敬，藤原進一郎：デカトロンカウンターによるスタート現象の分析的研究，体育学研究，6—1: 208, 1961.
10. 遊佐清有，小川義雄，片尾周造，里吉政子：スタート動作と反応時，体育学研究，10—2: 159, 1966.
11. 古藤高良，浅川正一，武政喜代次，小佐文雄，山西哲郎：スタートの実験的研究，体育学研究，13—5: 264, 1969.
12. 袖山紘，浅川正一，金原勇，小佐文雄：クラウチングスタートの構えに関する基礎的研究，体育学研究，13—5: 168, 1969.
13. 野原弘嗣，山岡誠一，畑岡正夫，花田登：跳躍運動の研究（第1報）種々の膝角度における静的筋力と瞬発力について，京都教育大学紀要，40—B: 77~86, 1972.

14. 野村治夫, 岩田敦: 跳躍運動における 荷重とスピードの関係, 身体運動の科学 (I) Human Power の研究, キネシオロジー研究会編, 杏林書院, 1974.
15. トム・エッカー著, 佐々木秀幸訳, 織田幹雄監修: 陸上競技ダイナミックス, ベースボールマガジン社, 1974.

Summary

The aim of this study is theoretical description of characteristics of the crouching start.

Starting dash with various starting style of block spacing (elongated start, medium start, bunch (bunch and rocket) start) were carry out on college sprinter. To derive the characteristics of each starting style, some biomechanical data (time and force kicked the blocks, time clearing blocks, front lean of the body, running time (running speed) running strides) were analyzed.

elongated start: (advantage) larg ehorizontal impulse of the kicking to the blocks.

(disadvantage) later clearing the blocks and shallow front learn of the body at start.

bunch start : (advantage) sooner clearing the blocks and deep front lean of the body at start.

(disadvantage) smaller horizontal impulse of the kicking to the blocks.

medium start : (advantage and disadvantage) the time clearing blocks, impulse of kicking force, the angle of front lean of the body were medium between elongated start and bunch start.