

傾斜スタート台を利用した 20m Dash の疾走速度に関する研究

— 単一傾斜台と複合傾斜台の比較 —

内山了治¹⁾ 田辺 潤²⁾ 坂田洋満³⁾

1) 長野工業高等専門学校 2) 早稲田大学本庄高等学院 3) 木更津工業高等専門学校

I 緒言

スプリント能力を向上させる手段のひとつとして、ダウンヒルランニング（坂下り走）の有効性は古くから指摘されている。最高疾走速度を増加させることを目的とした場合、坂の至適傾斜角度に関しては、Nelson, R. C ら (1971) は、2.6 度より緩やかな傾斜を、J. Pross (1983) は、2 度 (1/22) より浅い傾斜を、村木ら (1988a, 1988b, 1990) は 2 度ないし 3 度の傾斜が望ましいとしている。また、荒川ら (1988, 1991, 1995, 1996) は安全性との関連から 1.59% (0.9 度) ~ 3.57% (2.04 度) の傾斜を推奨している。しかしながら、指導現場に於いて理想的な斜度を持ち、安全が確保できる傾斜走路を見つけることは容易ではない。

内山、田邊ら (2002a, 2002b, 2002c, 2003a, 2003b) はこのことに着目し、手軽に自作できる傾斜走路（傾斜スタート台）を考案し、この走路を使用した疾走速度の変化、疾走動作分析等を報告している (Table1)。この走路の最大の特徴 (Table2) は 2 つの傾斜角度を組み合わせたことである。物体が同じ高さから滑り降りた場合、Fig. 1 に示した斜

Table 1 Recent studies regarding the inclination track.

Year	Contents
2002	傾斜走路の長さについて (18, 15, 10m)
2002	傾斜走路後の 20m 疾走速度について
2002	傾斜走路終端における疾走速度と下肢動作の変容
2003	傾斜走路の製作と活用について
2003	傾斜走路を利用したクラウチング・スタートの動作分析

Table 2 Characteristics of two angles inclination track.

1. 単一角度斜面に比べ、斜面終端までの移動時間が短縮され平均速度が高まる。
2. 単一角度斜面に比べ、フラット走路への移行部分の斜度を緩やかに設定できるため、平坦走路の疾走にスムーズに移行できる。
3. スタート直後の 4m (-4%) の走路は 2 歩ないし 3 歩のステップで通過できるため、傾斜角度を気にとめず疾走できる。
4. 物理的には、同等の速度獲得には、単一傾斜より走路長を短縮できるため製作費用も削減できる。
5. 斜度が緩やかであり安全性に配慮している。
6. 移動可能である。

田邊、内山ら (2002a, 2002b) より、筆者ら一部改変。

面では、 $\theta_1 = \theta_2$ とするよりも $\theta_1 > \theta_2$ の方が A ~ C 間の所要時間は、物理計算上約 2 秒短縮される。これは人間の疾走においても同様と考えられるが、人間の身体は常に走路に接していないので、走者の疾走能力や斜度の大きさのパラメーターが影響し、人が走る場合も同様に所要時間が短縮されるかは明らかでない。

そこで、本研究では単一角度と 2 つの角度を組み合わせた傾斜スタート台をそれぞれ製作し、クラウチング・スタートからの 20m 全力疾走の速度特性を比較検討することにより、傾斜スタート台の有効性についての知見を得ることを目的とした。

II 方法

1. 傾斜スタート台

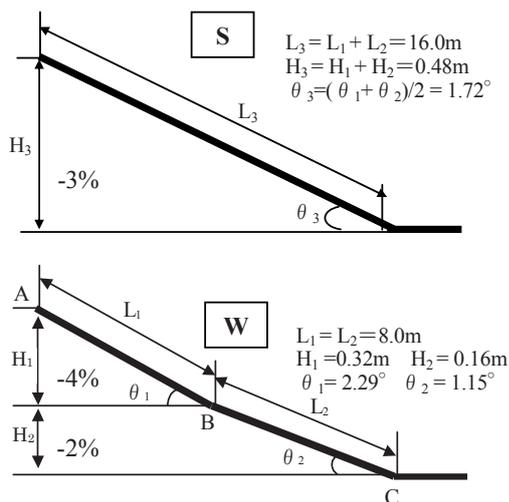


Fig.1 Outline of the inclination track.

本研究に用いた傾斜スタート台は、長野高専技術教育センター製作の-4%と-2%の傾斜を組み合わせた走路（以下、W傾斜台）と、単管を利用した-3%の斜度を持つ走路（以下、S傾斜台）とした。走路幅は0.91m、走路長はいずれも16mとし、傾斜台の最高点高さはW、S傾斜台ともに0.48mとした。走路表面は耐水性ラワンベニヤ板(21mm)の上に厚さ9mmのウレタンシートを敷いた。いずれも走路からの反響や弾みの影響はなかった。走路の概要はFig. 1に示したとおりである。

2. 被験者

被験者は、陸上競技部に所属し短距離を専門とする男子高専学生と高校生計9名とした。被験者の身体的特徴と100m自己最高記録はTable 3に示した。

3. 実験試技

実験試技は、平坦走路（以下、固有）、Sおよび

Table 3 Characteristics of subjects.

Sub.	Age (yrs)	Body height (m)	Body mass (kg)	100m best record (s)
K. K	18	1.73	69.0	10.68
I. T	17	1.73	58.0	10.93
H. S	17	1.61	52.0	11.21
K. M	16	1.66	59.0	11.57
N. T	17	1.70	60.0	11.42
I. H	17	1.62	52.0	11.94
K. Y	17	1.65	51.0	11.87
M. H	17	1.76	59.5	11.98
I. Y	16	1.74	56.0	12.86
Mean	16.89	1.69	57.4	11.61
S. D	0.57	0.05	5.27	0.61

W傾斜台から、クラウチング・スタートによる20m全力疾走を、それぞれ2本ずつとした。傾斜台の終端から20mまでの距離は、W、S傾斜台ともに4mとした。記録の良かった試技を分析の対象とした。

被験者には、試技前に十分なウォーミングアップと傾斜台からのスタートに慣れる時間的な配慮をした。試技間は15～20分の十分な回復時間を設けた。また、試技順については、固有試技を全員が実施した後、被験者をランダムに2グループに分け、試技順による影響を取り除く配慮をした。

4. 分析方法

疾走速度は、4台のVTRカメラ(Camera-1,2: Photron(株)FASTCAM-Rabbit mini2、Camera-3,4: SONY(株) VX-1000、TRV900)の映像から算出した。Camera-3,4には、ビデオタイマー(FOR. A VGT-55)をインポーズした。カメラの設置位置は、Camera-1,2はスタートラインから5mの側方40m地点に、Camera-3,4はスタートラインから20mの側方40m地点に、それぞれカメラレンズの中心までの地上高を1.20mとして設置した。Camera-1,2は毎秒240フレーム、Camera-3,4は毎秒60フレーム、露出時間はともに1/1000秒に設定し、それぞれパニング撮影した。

算出した項目の群間差の検定は、各群間にTテストを用い、有意水準は5%とした。

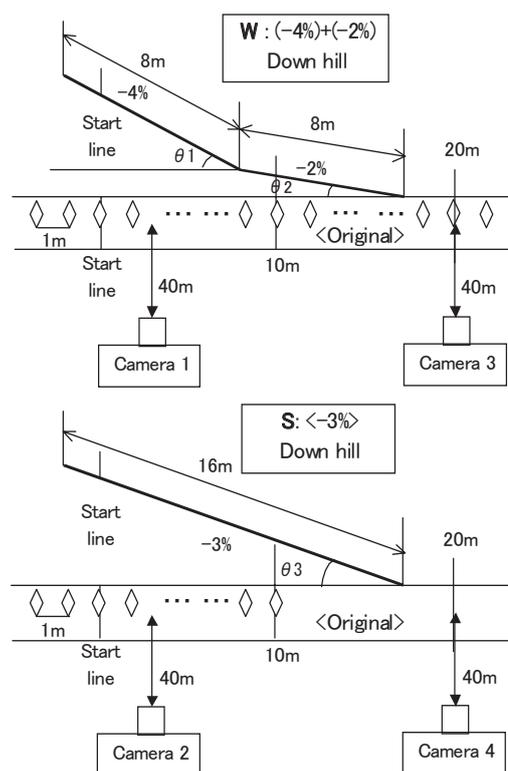


Fig.2 Setting of the experiment.

III 結果と考察

1. 疾走タイムについて

固有、SおよびW傾斜台を利用した20m全力疾走タイムをTable 4に示した。それぞれの平均値を比較すると、10m通過タイムと20m疾走タイムはいずれもW傾斜台が最も速く、次いでS傾斜台であった。W傾斜台では、固有と比較し、10m通過タイムは0.02秒、20m疾走タイムは0.06秒、10から20mの区間タイムは0.04秒それぞれ短縮した。WとS傾斜台の比較では、10m通過タイムは0.01秒、20m疾走タイムは0.03秒、10から20mの区間タイムは0.02秒それぞれW傾斜台で短縮した。各試技の平均値の差に関しては、固有とW傾斜台間では0.1%水準で、固有とS、及びSとW傾斜台間は1%水準で有意差が認められた。また、10m通過タイムでも、固有とS傾斜台は5%水準で、固有とW、SとW傾斜台間はいずれも1%水準で有意差が認められた。また、10mから20mの区間タイムについては、固有とS傾斜台は1%水準で、固有とW傾斜台は0.1%水準で有意差が認められた。以上の結果は、S傾斜台よりW傾斜台を利用した疾走の方が速く走ることが判明した。しかし、物体が滑り降りる場合の物理計算の差(約2秒)と同等な違いは認められなかった。これは、-4%の傾斜走路8m区間は、6歩程度で通過し、ランニングは物体のように回転による、連続性がないためと考えられる。

2. 疾走速度の増加について

20m全力疾走固有における疾走速度を1として、

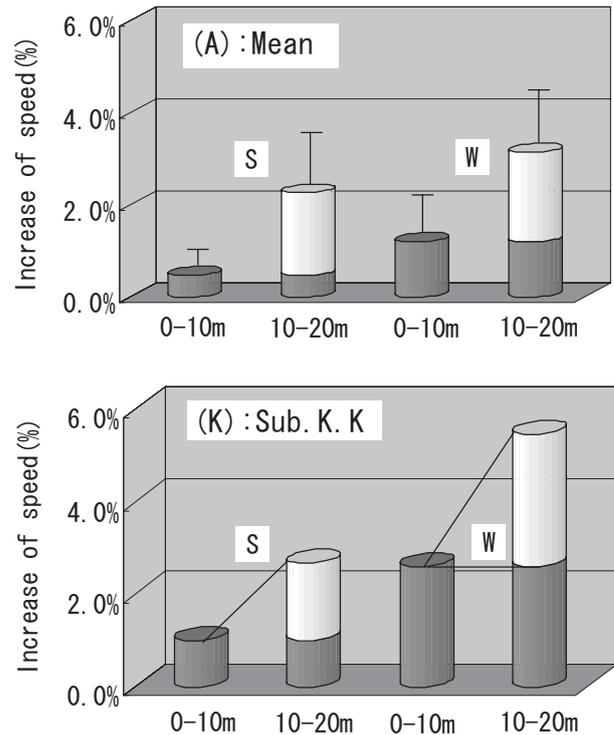


Fig. 3 Proportion of speed increase in 10m and 20m of case as the 100% of the Original. (A): Mean of Subjects. (K): Data of Sub. K. K.

SとW傾斜台からの20m疾走における、0から10m区間及び10から20m区間の速度増加割合をFig. 3に示した。図の上段(A)は被験者の平均値を示し、下段(K)は、速度増加が最も大きかった被験者K.Kの増加割合を示した。

被験者全体の平均値は、S傾斜台10m区間で

Table 4 Comparison of running time between original(0), -3%(S) and (-4%)+(-2%)(W) incline track dash.

Sub.	Original			S: -3%			W: (-4%)+(-2%)		
	10m	20m	10-20m	10m	20m	10-20m	10m	20m	10-20m
K. K	2.00	3.15	1.16	1.98	3.11	1.13	1.95	3.05	1.10
I. T	2.03	3.18	1.15	2.04	3.19	1.15	2.02	3.16	1.14
H. S	1.98	3.15	1.17	1.98	3.13	1.15	1.98	3.12	1.15
K. M	2.10	3.30	1.21	2.08	3.29	1.21	2.08	3.29	1.21
N. T	2.07	3.27	1.20	2.07	3.26	1.19	2.08	3.24	1.15
I. H	2.17	3.45	1.29	2.16	3.40	1.25	2.13	3.40	1.26
K. Y	2.07	3.27	1.20	2.06	3.20	1.14	2.03	3.19	1.16
M. H	2.09	3.33	1.25	2.06	3.30	1.24	2.04	3.25	1.21
I. Y	2.12	3.39	1.27	2.11	3.31	1.20	2.10	3.29	1.19
Mean	2.07	3.28	1.21	2.06	3.25	1.19	2.05	3.22	1.17
S. D	0.06	0.10	0.05	0.05	0.09	0.04	0.06	0.10	0.04
T-test	0>S>>W 0>>W	0>>S>>W 0>>>W	0>>S 0>>>W	>:P<0.05, >>:P<0.01, >>>:P<0.001					

0.46%増加、10mから20m区間でさらに1.8%増加、20m全体では2.26%の増加であった。W傾斜台に関しては、10m区間で1.2%、10mから20m区間で1.95%、20m全体では3.15%の増加であった。被験者個々の増減をみると、速度が低下した被験者が、S傾斜台で2名、W傾斜台で1名見受けられた。これらは走路に不慣れで、安定して走れなかったことが原因として推察された。また、最も速度増加が大きかった被験者K.Kについては、S傾斜台10m区間で1.0%、10mから20m区間でさらに1.67%増加し、20m全体では2.67%増加した。W傾斜台に関しては、10m区間で2.6%、10mから20m区間で2.85%、20m全体では5.45%の増加であった。

ダウンヒル走の速度増加に関する要因としては、H. Kunzら(1981)、JACK Pross(1983)、NELSON, R. Cら(1971)、尾縣ら(1985)、内山ら(2002a)がストライドの増加を挙げているが、本研究結果も同様にピッチは高まらずストライドの増加によってもたらされたといえる。

一方、疾走速度を高めるためのスプリント・アシステッド・トレーニングについて、村木ら(1988a、1988b、1990)は、疾走最高速度の8%から10%程度の増加が望ましいことを報告しているが、本研究ではこのレベルの増加までには僅かに至らなかった。しかし、この走路による疾走速度の開発を目的としたトレーニングは、練習方法の工夫や傾斜台の直前に加速区間を設けるなどの改良により、可能となることが示唆された。

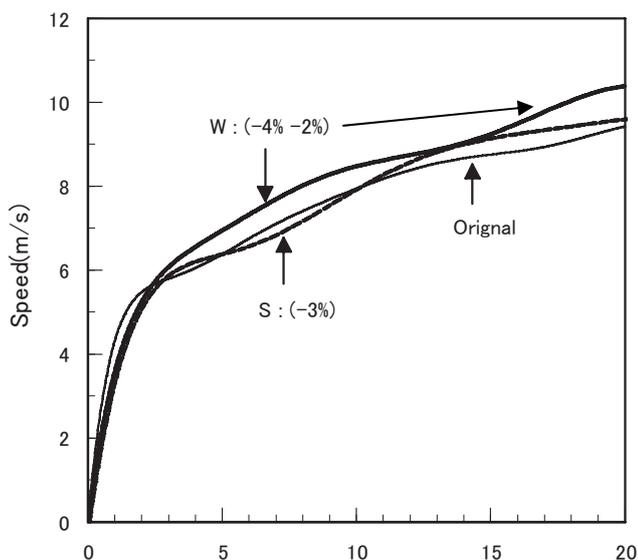


Fig. 4 Comparison of the speed curves by 3 kinds of tracks, Sub. K. K.

3. SとW傾斜台の比較

最も速度増加が大きかった被験者K.Kの速度曲線をFig. 4に示した。この曲線は、被験者K.Kの疾走速度特性と、SおよびW傾斜台の特徴を良く表している。W傾斜台に関しては、-4%の終端(スタートから8m)付近に於いて、他の走路に比べ高い値を示し、8m以降緩やかな傾斜(-2%)をうまく生かし、平坦走路での疾走に滑らかに移行できたものと考察される。S傾斜台については、スタート後6m~8m地点に於いて固有の速度より一時的な低下が見受けられるが、ストライドの急激な伸長によりピッチが低下し、速度も低下したものと思われる。また、傾斜後半で大きく加速され、傾斜終端手前付近で固有と逆転している。傾斜終端の16m付近では、S、W傾斜台がほぼ等しくなり、固有の速度より高い値を示した。S傾斜台については、進行方向へ飛び跳ねる、いわゆる前方に跳躍するような走りで平坦路に移行し、その結果、ストライドが増加し一時的に速度が高くなりW傾斜台とほぼ同等の値を示した。その後はW傾斜台の方が大きな速度で疾走していた。W傾斜台は予想どおり、疾走速度の低下なく平坦走路に滑らかに移行できることを示していた。

IV まとめ

本研究では、単一角度と2つの角度を組み合わせた傾斜スタート台からの、20m全力疾走の速度タイム及び速度特性を比較検討し、傾斜スタート台の有効性について、以下の知見を得た。

- 1) 疾走タイムは、W傾斜台からの疾走が最も速く、S傾斜台及び固有と比較し有意差が認められた。
- 2) W傾斜台における疾走速度の増加は、20m疾走全体で3.15%であり、S傾斜台(2.26%)より効果的であることが認められた。
- 3) 単一角度と2つの角度を組み合わせた傾斜スタート台からの疾走タイム差は、物理計算上の値どおりにはならなかったが、2つの角度を組み合わせた傾斜台の有効性は認められた。

参考文献

- 荒川勝彦(1988) ダウンヒル・ランニングの速度特性について. 日本体育学会第39回大会号, p. 560.
- 荒川勝彦(1991) 短距離走のトレーニング処方に資するダウンヒル・ランニングの基礎的研究. 日本体育学会第42回大会号, p. 678.

- 荒川勝彦 (1995) ダウンヒル・ランニングの客観的時間と主観的時間の関係. 日本体育学会第46回大会号, p. 504.
- 荒川勝彦 (1996) ダウンヒル・ランニングの安全性に関する研究. 日本体育学会第47回大会号, p. 548.
- H. Kunz, D. A. Kaufman (1981) Biomechanics of hill sprinting, Track technique, No. 82, 2603-2604.
- Jack Pross (1983) Gradients and their usage, Track Technique, No. 82, 44-47.
- 村木征人, 阿江通良, 宮下 憲, 伊藤信之 (1988a) 等張性トウ・トレーニングにおける適正牽引力とトレーニングの即時効果, スプリント・アシステッド・トレーニングに関する研究(第1報), 昭和63年度 日本体育協会スポーツ科学研究報告, pp. 9-27.
- 村木征人, 阿江通良, 宮下 憲, 伊藤信之 (1988b) トウ・トレーニングの実践的応用と留意点, スプリント・アシステッド・トレーニングに関する研究(第1報), 昭和63年度 日本体育協会スポーツ科学研究報告, pp. 39-43.
- 村木征人, 阿江通良, 宮下 憲, 伊藤信之, 森田正利 (1990) 等張性牽引トレーニングがスプリント・パフォーマンスに及ぼす影響—筑波大学研究班の研究経緯と研究成果の概要—, スプリント・アシステッド・トレーニングに関する研究(第2報), 平成元年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, pp. 3-8.
- Nelson, R. C. and Osterhoud, R. G : Effects of altered slope and speed on the biomechanics of running, Medicine and Science in Sport, Vol. 6, Biomechanics II, 220-224, Karger, Basel, 1971
- 尾縣 貢, 栗原崇志, 関岡康雄 (1985) 短距離走のトレーニング手段としての坂下り走の有効性, 陸上競技マガジン, ベースボールマガジン社, 東京, 35-11, 202-205.
- 田邊 潤, 内山了治 (2002a) 移動式傾斜走路の研究開発, 早稲田大学本庄高等学院 研究紀要, 20, 35-45.
- 田邊 潤, 内山了治 (2002b) 移動式傾斜走路の開発, 日本スプリント学会第12回大会, p. 13.
- 内山了治, 田邊 潤, 坂田洋満 (2002c) ダウンヒル・ランニングの加速過程における速度と下肢の変容. スプリント研究 12, 33-42.
- 内山了治, 坂田洋満, 渡辺誠一, 田邊潤, 川久保洋一 (2003a) 傾斜走路を利用したクラウチング・スタートの動作分析. スプリント研究 13, 28-39.
- 内山了治, 渡辺誠一, 関 廣治, 深井郁夫, 三尾敦 (2003b) 傾斜走路の製作とその活用. 長野工業高等専門学校紀要 36, 97-102.