

陸上競技選手における 30 m 走の疾走能力と無酸素性 パワーおよび柔軟性との関係

三 本 木 温¹・黒 須 慎 矢²

要 旨

高校、大学陸上競技選手 17 名を対象にして、30 m 走の 10 m ごとの走速度と、垂直跳び、メディシンボール投げ、自転車エルゴメーターによる最大無酸素パワーおよび柔軟性を測定した。30 m 走の疾走速度は 4.55 ± 0.23 秒であった（平均値 \pm 標準偏差）。垂直跳びと最大無酸素パワーの成績はこれまでの先行研究で報告されている国内トップ選手や国体県代表選手に比べて低い水準にあった。柔軟性は同年代の一般健常者と比べてやや低い水準にあることが示唆された。30 m 走の疾走速度と垂直跳び、メディシンボール投げおよび最大無酸素パワーの成績との間には有意な正の相関関係が認められ、10 m の走速度よりも 30 m までの走速度との間の関連が密接になる傾向が認められた。また 30 m 走の疾走速度と長座体前屈の成績との間に有意な正の相関関係が認められた。これらのことから、30 m 疾走速度は垂直跳びや立幅跳びなどの跳躍力や最大無酸素パワーとの間に密接に関係する一方で、10 m 疾走速度にはそれほど影響しないことが明らかとなり、10 m 程度の距離でのダッシュ能力にはこれら以外の体力要因が影響していることが示唆された。

キーワード：短距離走、疾走能力、無酸素性パワー、柔軟

I. 緒 言

短距離疾走能力に影響する体力的要因として、これまでの先行研究では下肢の筋力、パワーなどが挙げられてきた¹⁾。なかでも自転車ペダリング運動や跳躍運動で発揮される無酸素性パワーの重要性が指摘されている²⁾。これらの研究においては短距離疾走能力を 50 m 前後の走距離で評価しており、それよりも短い距離での疾走能力について検討した研究は少ない。短距離走成績向上の方法を考える際には、疾走区間をいくつかに分けたうえで、スタート、加速、最大スピードの発現、スピードの維持といったテーマごとに課題解決を図ることが多い³⁾。こ

のことは疾走局面によって走速度に影響する要因が異なることを示唆するものである。また、多くの球技スポーツでは、全力疾走する距離は 50 m よりも短いことが多い^{4) 5)}。したがって、スタートから前半部分での疾走能力に影響する要因を明らかにすることは、陸上競技短距離走だけではなく、球技スポーツのトレーニングを考える際にも有用な資料となるであろう。

近年、柔軟性の向上がパワー向上をもたらすことが報告されており⁶⁾、短距離疾走能力などパワー向上のために柔軟性の重要性を指摘する指導者が多い。しかし柔軟性が短距離走のどの局面における疾走能力と関係が深くなるのかは十分に明らかにされていない。

そこで本研究では、陸上競技選手を対象にして 30 m の疾走能力と無酸素性パワーおよび柔

¹ 八戸大学人間健康学部

² 石巻市立蛇田中学校

軟性との関係について検討することを目的とした。

II. 方 法

1. 被験者

被験者には、大学男子陸上競技選手7名、高校男子陸上競技選手10名の計17名を用いた。彼らの競技種目は、短距離走9名、中距離走2名、長距離走2名、跳躍1名、投擲3名であった。表1に被験者の身体的特性を示した。本研究への参加にあたっては、被験者に対して事前実験の目的、方法、危険性などについて説明を行い、同意を得た。本研究は八戸大学倫理委員会の承認を受けて実施した。

2. 測定項目および測定方法

(1) 疾走能力の測定

疾走能力の測定は全天候型舗装の陸上競技場において行った。被験者に直走路においてスタンディング姿勢から30mの全力疾走を行わせ、光電管（フィットネスアポロ社製、スピードトラップ）を用いてスタート時から10m、20mおよび30mの通過時間を計測した。測定値は0.01秒まで表した。測定は1回行い、各区間の通過時間を距離で除すことにより、疾走速度を算出した。

(2) 無酸素性パワーの測定

垂直跳びは、腰に手を当てた立位の姿勢から、一つは膝を曲げた姿勢を取らせてから反動を付けずに、もう一つは立位から反動を付けて全力で上方へ跳躍させた。跳躍時の滞空時間をマッ

トスイッチ（PROBOTICS社製、Just Jump Systems）を用いて測定し、跳躍高を算出した。測定値はcmで表した。測定回数は2種目ともに2回ずつ行い、値が高い方を代表値とした。垂直跳びは陸上競技場において実施した。

立幅跳びは、陸上競技場の砂場を用いて実施した。両足を肩幅程度に開いて立ち、助走をつけずに反動をつけてできるだけ遠くに跳躍させた。測定は2回行い、記録はメジャーで踏切位置から着地点までの距離を計測した。測定値はcmで表した。

メディシンボール投げは、重さ5kgのメディシンボール（EVERNEW社製）を用いた。ボールを両手で持ち、肩幅程度に開いて立った姿勢で助走を付けず反動を付けて、一つは前上方に向かって下手投げで、もう一つは後方に向かって下手投げで出来るだけ遠くに投げさせた。記録はメジャーで実距離を計測し、測定値はmで表した。試技は2回ずつ行わせ、値が高い方を代表値とした。

最大無酸素パワーの測定は、ハイパワー自転車エルゴメーター（コンピウエルネス社製、POWERMAX-VII）を用いて行った。ウォーミングアップの後、実験運動として10秒間の全力ペダリングを、2分間の休息をはさんで3種の負荷で繰り返し行わせた。負荷の設定は、自転車エルゴメーター内蔵のコンピューターにより、最初の試技は被験者の体重を基にして設定し、2回目と3回目の負荷は直前の試技における最高回転数を基にして設定した。

(3) 柔軟性の測定

長座体前屈は、短距離走に関係が深い大腿二頭筋、大殿筋の柔軟性を測ることを目的として測定した。まず両脚と両膝を伸ばして座り足底を床面に対して垂直の角度にして、両膝を伸ばしたまま両腕を伸ばし指先で台を押しながら、上体をゆっくり前屈させた。測定は2回行い、計測は長座体前屈計（EVERNEW社製、KJ091）を用いて記録を測定した。測定値はcmで表した。

表1. 被験者の身体的特徴

	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)
平均	18.0	169.3	62.5
標準偏差	2.1	6.8	11.2
最大	22.0	178.0	88.2
最小	16.0	158.0	45.0

連続上体捻転は、長座体前屈と同様に短距離走に関係が深い大腿二頭筋、大殿筋の柔軟性を測ることを目的として測定した⁷⁾。まず①両脚と両膝を伸ばして座り足底を床面に対して垂直にする。②膝を伸ばしたまま、片手で反対脚のつま先にタッチする。③タッチした後、①の姿勢に戻る。反対側の手で②を行う。これら①～④の動作を繰り返させた。測定時間は20秒とし、休息をはさんで測定は2回行い、高い値を代表値とした。測定値は回で表した。

連続肩内外転は、疾走中に行う腕振りに関係の深い肩関節の柔軟性を測ることを目的として測定した⁷⁾。まず①直立の姿勢をとり脚は5～10 cm 程度開く。そして②肘を曲げないまま両手を頭の上で合わせる。③手を離し肘を曲げないまま腰の辺りで手を合わせる。これら②～③の動作を繰り返させた。測定時間は20秒とし、休息をはさんで測定は2回行い、高い値を代表値とした。測定値は回で表した。

3. 統計処理

被験者における各測定項目の成績について、平均値と標準偏差を求めた。疾走速度とパワーとの間の相関係数はピアソンの方法を用いて求めた。統計処理の有意性は危険率5%で判定した。

III. 結 果

表2に、30 m 走における10 m ごとの記録と疾走速度を示した。10 m, 20 m および30 m の

走速度はそれぞれ 4.89 ± 0.20 m/s (平均値 \pm 標準偏差; 以下同じ)、 6.00 ± 0.30 m/s および 6.62 ± 0.32 m/s であり、距離が増加するとともに走速度が増加する傾向が認められた。

表3に、無酸素性パワーの成績を示した。垂直跳びの跳躍高は、反動無しが 49.4 ± 8.2 m, 反動付きが 60.9 ± 8.2 cm であり、反動を付けた方が跳躍高が高くなる傾向にあった。立ち幅跳びの跳躍距離は 229.9 ± 20.7 cm であった。メディシンボール投げの投距離は、フロント投げが 9.00 ± 1.73 m, バック投げが 8.67 ± 2.44 m であった。自転車エルゴメーターによる最大無酸素パワーは、絶対値が 812.5 ± 151.0 W, 体重当たりの値が 13.1 ± 1.49 W であった。

表4に、柔軟性の成績を示した。長座体前屈が 45.6 ± 7.5 cm, 連続上体捻転が 40.8 ± 5.5 回, 連続肩内外転が 60.4 ± 3.9 回であった。

表5に、30 m 走の疾走速度と無酸素性パワーおよび柔軟性との間の相関係数を示した。30 m 走における10 m ごとのすべての走速度と、垂直跳びの跳躍高および立ち幅跳びの跳躍距離との間にはいずれも有意な相関関係が認められた($r=0.572 \sim r=0.797$, $p < 0.05$)。また、30 m の走速度とメディシンボールのフロント投げの投距離との間に有意な相関関係が認められた($r=0.496$, $p < 0.05$)。さらに、10 m ごとのすべての走速度と自転車エルゴメーターによる体重当たりの最大無酸素パワーとの間に有意な相関関係が認められた($r=0.668 \sim r=0.871$, $p < 0.01$)。柔軟性においては、20 m および30 m の走速度と長座体前屈との間に有意な相

表2. 30 m 走の成績

	0-10 m		0-20 m		0-30 m	
	記録 (秒)	速度 (m/s)	記録 (秒)	速度 (m/s)	記録 (秒)	速度 (m/s)
平均	2.05	4.89	3.34	6.00	4.55	6.62
標準偏差	0.09	0.20	0.17	0.30	0.23	0.32
最大値	2.24	5.24	3.75	6.41	5.20	7.04
最小値	1.91	4.46	3.12	5.33	4.26	5.77

表3. 無酸素性パワーの成績

		平均	標準偏差	最大値	最小値
跳躍					
反動無し垂直跳び	(cm)	49.4	8.2	62.2	38.4
反動付き垂直跳び	(cm)	60.9	8.2	74.4	44.5
立幅跳び	(cm)	229.9	20.7	260	190
メディシンボール投げ					
フロント投げ	(m)	9.00	1.73	11.92	6.10
バック投げ	(m)	8.67	2.44	13.30	5.20
最大無酸素パワー					
絶対値	(W)	812.5	151.0	1,083	598
体重当たり	(W/kg)	13.1	1.49	16.0	9.3

表4. 柔軟性の成績

		平均	標準偏差	最大値	最小値
長座体前屈	(cm)	45.6	7.5	55.0	24.5
連続上体捻転	(回)	40.8	5.5	49	30
連続肩内外転	(回)	60.4	3.9	66	51

表5. 30 m 走における 10 m ごとの走速度と無酸素パワーおよび柔軟性との間の相関係数

	走速度		
	10 m	20 m	30 m
反動無し垂直跳び	0.575*	0.598*	0.697**
反動付き垂直跳び	0.624**	0.667**	0.783**
立幅跳び	0.572*	0.765**	0.797**
メディシンボール投げ			
フロント投げ	0.036	0.395	0.496*
バック投げ	-0.156	0.183	0.263
最大無酸素パワー			
絶対値	-0.052	0.334	0.419
体重当たり	0.668**	0.804**	0.871**
長座体前屈	0.296	0.561*	0.651**
連続上体捻転	0.553*	0.284	0.280
連続肩内外転	0.327	0.370	0.493*

*: $p < 0.05$

** : $p < 0.01$

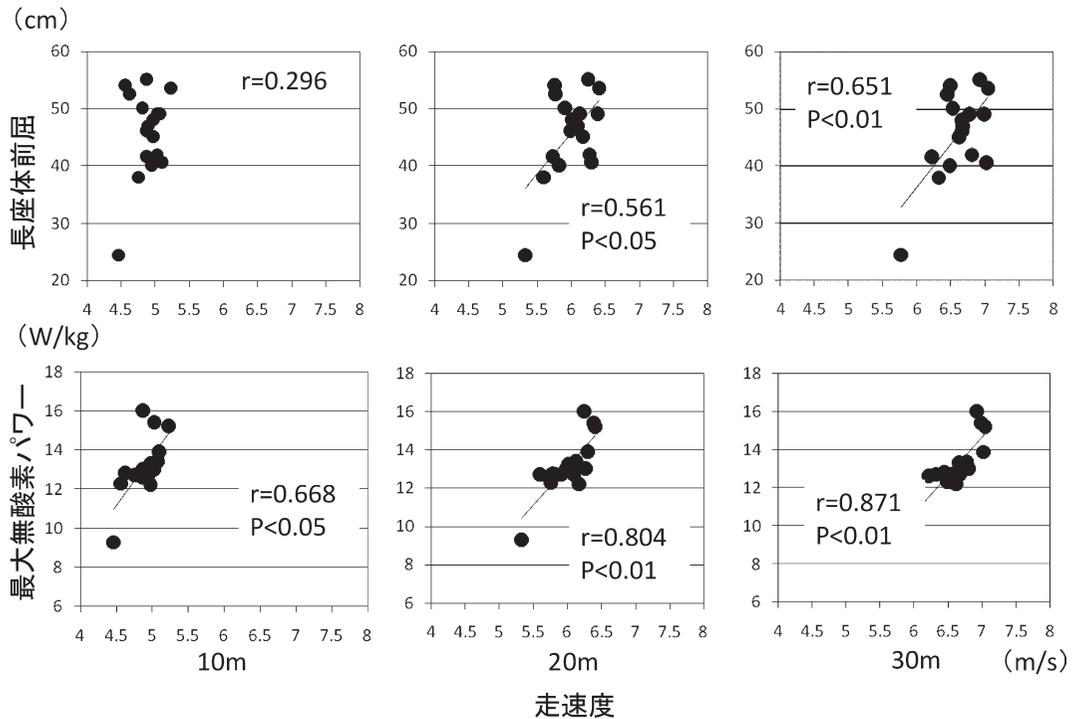


図 1. 30 m 走における 10 m ごとの走速度と最大無酸素パワー（体重当たり）および長座体前屈との関係

関関係が認められた ($r=0.651, p<0.01$)。また、10 m の走速度と連続上体捻転、および 30 m の走速度と連続肩内外転との間に有意な相関関係が認められた ($r=0.553, p<0.05$)。

図 1 に、30 m 走の疾走速度と長座体前屈および自転車エルゴメーターによる体重当たりの無酸素性パワーとの関係を示した。いずれの項目においても走距離が長くなるにつれて走速度との関連が密接になる傾向が認められた。

IV. 考 察

本研究では 30 m 走における疾走速度、各種の無酸素性パワーおよび柔軟性についての測定を行った。

30 m の走速度は、平均値で 6.62 m/s であり、10 m ごとに測定した走速度は距離が長くなるにつれて増加する傾向にあり、20 m～30 m の

区間において記録した走速度の平均は 8.34 m/s で最高値で 9.09 m/s であった。走記録でみた場合には、平均値で 4.55 秒、最も良い記録を示した被験者で 4.26 秒であった。岡先⁸⁾は大学男子陸上競技選手 18 名を対象にして 30 m 走を行わせ、その記録と走速度を光電管を用いて測定した結果、走速度が高い群の記録は平均で 4.06 秒、低い群では 4.25 秒であったことを報告した。また、篠原と前田⁵⁾は、球技スポーツ選手と陸上競技選手を対象にして 50 m 走を行わせ、その時の走速度をレーザー式の計測器で測定した結果、球技スポーツ選手では 30 m 前後の距離で平均 8.81～9.00 m/s の走速度に達したことを報告した。これらのことから、本研究の被験者の短距離疾走能力は平均値でみると陸上競技選手としてはやや劣る水準にあるものと示唆される。

本研究における被験者の垂直跳びの成績は、

反動無しでの平均値が 49.4 ± 8.2 cm, 反動付きでの平均値が 60.9 ± 8.2 cmであった。シドニーオリンピック日本代表選手のデータ⁹⁾によると、短距離ハードル選手の反動付き垂直跳びの平均値は 67.6 ± 9.15 cmであった。串間²⁾らは国体県代表選手(陸上競技短距離とハードル)を対象にして体力測定を行った際のマットスイッチで計測した垂直跳びの跳躍高について平均で 54.18 cm, 最高値で 64.50 cmであったと報告している。

最大無酸素パワーの成績は、絶対値が 812.5 ± 151.0 W, 体重当たりの値が 13.1 ± 1.49 Wであった。中村¹⁰⁾は、本研究と同様の方法により各種スポーツ選手の最大無酸素パワーについて測定し、そのうち陸上競技短距離選手は、平均値で絶対値が $1,030$ W, 体重あたりの値が 14.8 wであったとしている。なお立ち幅跳びとメディシンボール投については、比較が可能な先行研究が見当たらなかったために、被験者の成績がどの程度の水準にあるかを評価することは難しい。

被験者の柔軟性の測定のうち、長座体前屈の平均値が 45.6 ± 7.5 cmであった。平成21年度に文部科学省が公表した、体力運動能力調査結果¹¹⁾によると17~19歳男子の平均値は $49.42 \sim 52.20$ cm, 20~24歳男子の平均値が 46.02 cmであった。連続上体捻転と連続肩内外転の平均値はそれぞれ、 40.8 ± 5.5 回, 60.4 ± 3.9 回であった。これらについては、メディシンボール投げ等と同様に公表されている基準値等が見当たらなかった。以上のことから本研究の被験者は、無酸素性パワーについては国内トップクラスあるいは県代表レベルの陸上競技選手に比べてやや劣る水準にあり、柔軟性については同年代の一般健常者と比べてもやや劣る水準にあることが示唆される。

本研究では短距離走の疾走能力について、これまで検討されることが少なかった50 mよりも短い距離における疾走能力と各種の無酸素性パワーおよび柔軟性との関係について検討し

た。その結果、30 m走における10 mごとの走速度と垂直跳びおよび立ち幅跳びの成績との間に有意な相関関係が認められた。また、30 mの走速度とメディシンボールのフロント投げの投距離との間に有意な相関関係が認められた。さらに、10 mごとの走速度と自転車エルゴメーターによる体重当たりの最大無酸素パワーとの間に有意な相関関係が認められた。本研究における無酸素性パワーの測定項目は、先行研究の結果から短距離走の疾走速度との関連が深いことが知られており、陸上競技選手などのコントロールテストにも用いられるものである。本研究の結果はこれまでの報告と一致するものであると考えられるが、その一方で、10 mごとの走速度との関係を見ると、30 mの走速度ではメディシンボール投げや柔軟性との間にも有意な相関関係が認められ、また体重当たりの最大無酸素パワーとの間の関連性が、10 m走の走速度よりも密接になる傾向が認められた(図1)。田中¹²⁾は高校野球選手32名を対象にして、30 m走における疾走速度と各種のジャンプ能力との関係について検討した結果、スタートから5 mまでの区間の走速度と最も関係が深かったのは立ち三段跳びであったが、その相関係数は 0.35 であったことを報告し、跳躍型のパワー以外の要素が大きく影響していることを示唆した。短距離走では身体を静止した状態から急激に加速していき、本研究の被験者は30 mまでに $8 \sim 9$ m/sの速度に達していた。10 m程度の距離では、動作速度が遅く発揮する力が大きい、「力型」¹³⁾のパワー発揮が要求される可能性がある。これに対して30 m以降の疾走では既にかんりの速度で移動している身体をさらに加速しつつ、それ以降の走速度の低下を最小限に抑えることが求められる。したがって10 mの走速度は脚筋力との関係が深いのかかもしれないが、本研究ではこれらの測定を実施しなかった。疾走速度と脚筋力との関連については今後さらに検討する必要がある。また、垂直跳びや立ち幅跳びは、下肢筋群でのパワー発揮の貢献が大

きいこと、ドロップジャンプやバウンディングに比べると踏切時間が長いこと、反動動作を含むことといった特徴があり、これらのことが影響して30mまでのすべての場面での疾走速度に影響していたと考えられる。また本研究では長座体前屈と20m、30m走の走速度との間に有意な相関関係が認められた。日本人の陸上競技短距離選手ではスタート以降走速度が大きくなると股関節の動作範囲が大きくなる場合が多いので¹⁴⁾、無理なく大きな動作を行うためには身体各部の柔軟性が重要な要因となる可能性がある。ただし、本研究において股関節および肩関節の動的柔軟性の指標として測定した連続上体捻転と連続肩内外転と30mまでの疾走速度との間には一定の傾向が認められなかった。短距離疾走能力と動的柔軟性との関係については、測定項目の選定を含めてさらに検討する必要がある。

本研究の結果から、競技力がトップレベルではない陸上競技選手において30m程度の疾走能力を高めるためには、垂直跳びや立幅跳びなどの跳躍力や最大無酸素パワーを高めるようなパワートレーニング、および柔軟性を高めるようなトレーニングが有効であることが示唆された。また30mよりも短い10m以内の距離でのダッシュ能力を高めるためには上述したパワートレーニングだけでは十分ではないことが示唆された。これらの点について今後さらに検討する必要がある。

文 献

- 1) 生田香明, 根木哲朗, 栗原崇志, 播本定彦: 敏捷性・筋力・パワーからみた短距離疾走能力 体育学研究 26(2): 111-117, 1981.
- 2) 串間敦郎, 稲田夏希, 松迫睦美: 疾走速度に関係する体力要素の検討 宮崎県立看護大学研究紀要 1: 26-32, 2000.
- 3) 松尾彰文, 広川龍太郎, 柳谷登志雄ほか: 男

女100mレースのスピード変化 バイオメカニクス研究 12(2): 74-83, 2008.

- 4) 大橋二郎, 池田誠剛, 沼澤秀雄ほか: サッカーフィットネスの科学 pp.25-58, 東京電機大学出版局, 東京, 1998.
- 5) 篠原康男, 前田正登: 球技系スポーツ選手における疾走加速様態に関する研究 コーチング研究 23(2): 179-182, 2010.
- 6) Kokkonen J., Nelson AG., Tarawhiti T. et al.: Early-phase resistance training strength gains in novice lifters are enhanced by doing static stretching. J Strength Cond Res 24(2): 502-6, 2010.
- 7) 松浦義行: 体力測定法 pp.189, 朝倉書店, 東京, 1989.
- 8) 岡先聖太: 加速局面における疾走速度と股関節のパワー発揮能力との関係 早稲田大学大学院スポーツ科学研究科修士論文 2008.
- 9) (財)日本オリンピック委員会: 第27回オリンピック競技会(2000年シドニー)日本代表選手体力測定報告書 pp.37-72, 2001.
- 10) 中村好男: アネロビックパワーからみたスポーツ選手の体力 Jpn J Sports Sci 6: 697-702, 1987.
- 11) 文部科学省: 平成21年度体力・運動能力調査結果の概要及び報告書について http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/22/10/1298221.htm, 2010.
- 12) 田中昭憲: 高校野球部員の30mダッシュ能力の発達と各種ジャンプ力との関係 北海学園大学経営論集 6(4): 99-105, 2009.
- 13) 高松薫, 佐藤芳弘, 宮坂雅昭ほか: 無氣的パワーにおける“カ型”と“スピード型”のタイプからみたラグビー選手の特性 体育学研究 34(1): 81-88, 1989.
- 14) 貴嶋孝太, 福田厚治, 伊藤章ほか: 世界と日本の一流短距離選手のスタートダッシュ動作に関するバイオメカニクス分析 陸上競技紀要 4: 56-66, 2008.

The relationships between running speed in 30 m-run, and anaerobic power and flexibility in track and field athletes

Yutaka SAMBONGI¹ and Shin-ya KUROSU²

Abstract

Seventeen track and field athletes performed 30 m-run, counter movement jump, medicineball throw, maximal anaerobic power performed by cycling and flexibility test. Running speed in the 30 m-run was 4.55 ± 0.23 second (mean \pm SD). The performance of in the counter movement and maximal anaerobic power performed by cycling was in a low level compared with national top athletes.

The performance of flexibility test was in a low level compared with the general person of same age group. The running speed in the 30 m-run was correlated significantly with performance of counter movement jump, medicineball throw and maximal anaerobic power performed by cycling and sitting trunk flexion. The relationships between the running speed in the 30 m-run and anaerobic power was closer than the running speed up to 10 m during 30 m-run.

These results suggested that running speed in the 30 m-run relate closely with anaerobic power, but running speed up to 10 m during 30 m-run may relate with physical fitness except anaerobic power.

Keywords : sprint running, running ability, anaerobic power, flexibility

¹ Hachinohe University, Faculty of Human Health Science

² Hebata Junior High School, Ishinomaki City