

陸上競技選手における脚筋力特性の評価

古 泉 一 久*
 塚 田 勇**
 横 内 靖 典

I. 緒 言

陸上競技における短距離種目や跳躍種目での競技力を考えた場合、特に下肢の筋力が注目される^{1)~7), 9)~11)}。短距離種目での疾走速度や、走幅跳、三段跳での助走速度を高めるためには、下肢の三関節（股関節、膝関節、足関節）まわりの、より高い筋出力と、より速い動きが重要といえる。特に膝関節での伸展・屈曲時の等速性筋力については、これまで多くの研究^{3)~7), 9), 11)}がされてきており、なかでも Alexander³⁾や、山本ら¹¹⁾は競技力との密接な関係があることを報告している。また、競技種目別の運動様式の違いにより、筋力発揮に種目毎の特異性がみられることも指摘されている^{4,6)}。したがって、競技選手がトレーニングを継続していく際には、これらの測定データを指標とすることが有用であると考えられる。しかし実際には、例えば一言に短距離種目といっても、競技水準が高くなるほど 100 m, 200 m, 400 m といった専門性も高くなり、競技力向上のためには、それぞれの種目にあったトレーニングの方向付けが細分され、明確に示されなければならない。その意味において、現状では、選手個々がこれらのデータに基づき、自らのトレーニング課題を把握するためには充分とはいえない。そこで今回の研究目的として、短距離種目から 100 m, 400 m, 跳躍種目から走幅跳、三段跳の 4 種目をとりあげ、これらの筋力特性を比較することによって、競技における今後のトレーニングの課題を見出すことを試みた。

II. 方 法

1. 被 験 者

被験者は、4年以上の競技歴を有する男子大学陸上競技選手 24 名（19~22 歳）とした。対象を短距離種目と跳躍種目に限定し、100 m を専門とする者 8 名、400 m を専門とする者 7 名、走

* 城西大学理学部非常勤講師

** 城西医療技術専門学校理学療法学科

表1 競技成績

100 m	400 m	走り幅跳び	三段跳び
11"33 ± 0"25	49"26 ± 1"51	6 m 59 ± 30.7	14 m 19 ± 96.2

幅跳を専門とする者6名、三段跳を専門とする者3名とした。測定実施時より一年以内に記録した、公式競技会での最高記録を種目毎に表1にまとめた。測定時には全ての被験者に競技上の傷害はなく、また、測定の目的および測定結果の意義について説明し、研究への協力を得た。

2. 膝関節伸展、屈曲時における等速性筋力の測定

等速性筋力測定器 (Cybex NORM™) を用い、右膝関節の伸展および屈曲時におけるピークトルク値の測定を行った。角速度は 0, 60, 180, 300, 400, 500 degree/sec とし、全ての角速度とも膝関節の伸展、屈曲を最大努力で連続3回行い、そのうちの最大値を測定値として用いた。また測定間の休息は20秒とした。全ての測定は椅座位にて行い、股関節を90度屈曲位、膝関節を90度屈曲位の状態で、体幹、大腿部をそれぞれベルトで固定した。特に測定時には、被験者の膝関節の回転軸とダイナモメータの回転軸が一致するように注意した。また、膝関節の測定可動範囲は、膝関節伸展位を0度とし、90度屈曲位までとした。なお等尺性筋力 (0 degree/sec) における膝関節角度は、伸展時70度、屈曲時30度に固定し、それぞれ最大努力で3秒間の筋力発揮を行った。全ての測定結果については、Cybex NORM™ に内臓されたコンピュータプログラムによりピークトルク値を算出した。

Ⅲ. 結 果

1. 種目別の膝関節伸展時における角速度—ピークトルク値関係

膝関節伸展時の、それぞれの角速度に対するピークトルク値を、種目別の平均値で図1に示した。全ての種目とも角速度が速くなるに従いピークトルク値は低下していく傾向をみせた。等尺性筋力発揮時 (0 degree/sec) においては、三段跳 (291 Nm)、走幅跳 (285.5 Nm)、400 m (255.7 Nm)、100 m (242.5 Nm) と種目間の違いがみられるが、60 degree/sec 以上の角速度では種目間の値が接近する傾向を示した。さらにこれを体重当たりのピークトルク値でも (図2)、ほぼ同様の傾向であった。次に0 degree/sec 時のピークトルク値を基準にして、それぞれの角速度での割合を図3に示した。それぞれの角速度とも短距離種目 (400 m, 100 m) が、跳躍種目 (走幅跳, 三段跳) より、わずかに高い値を示している。

2. 種目別の膝関節屈曲時における角速度—ピークトルク値関係

膝関節屈曲時の、それぞれの角速度に対するピークトルク値を、種目別の平均値で図4に示し

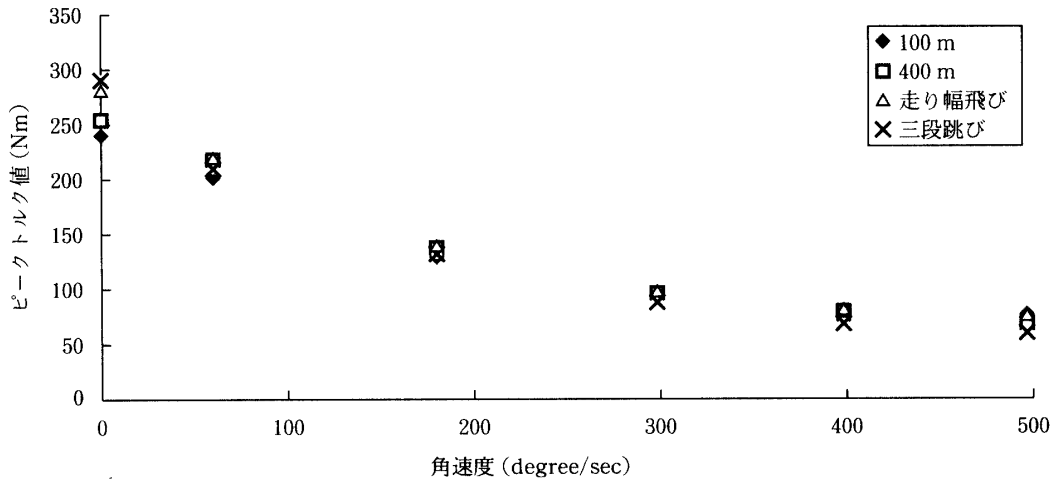


図1 膝関節伸展時における角速度—ピークトルク値関係

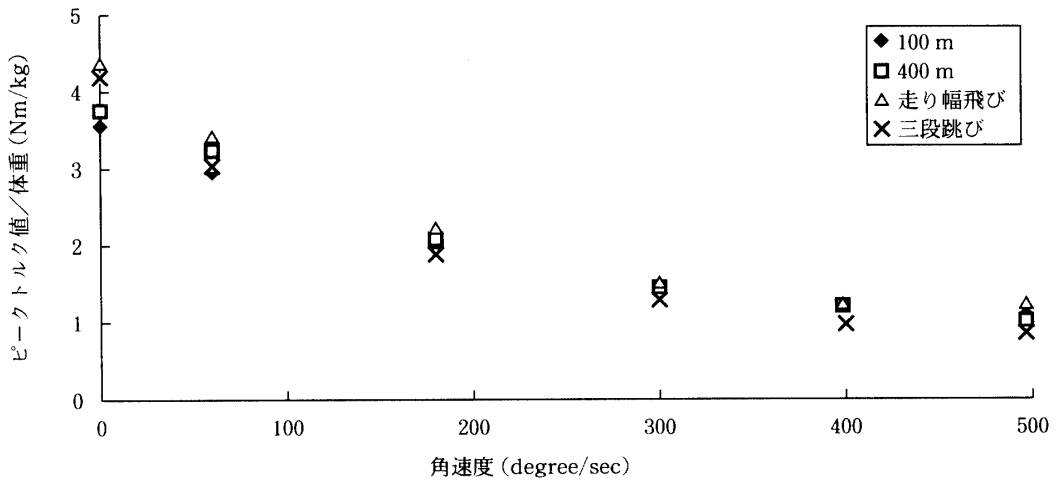


図2 膝関節伸展時における角速度—体重当たりのピークトルク値関係

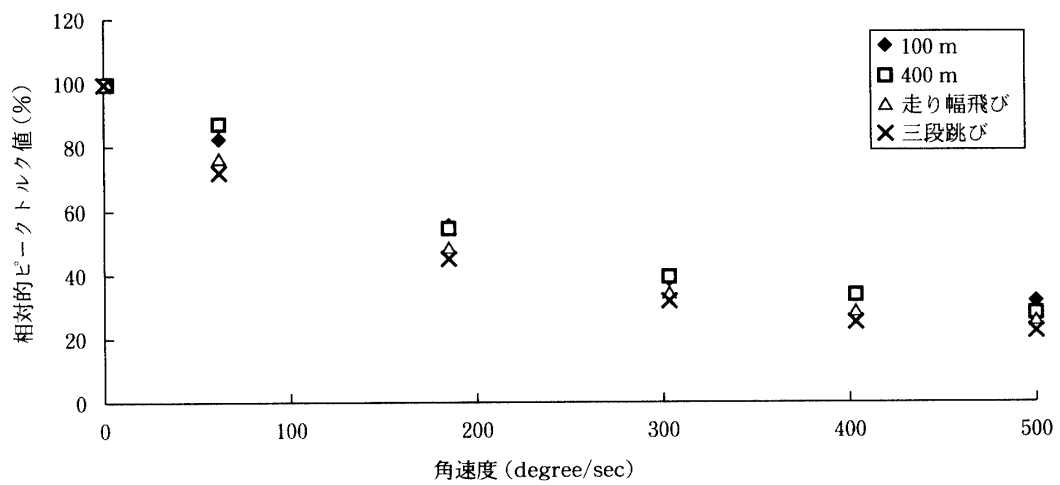


図3 膝関節伸展時における角速度—相対的ピークトルク値関係

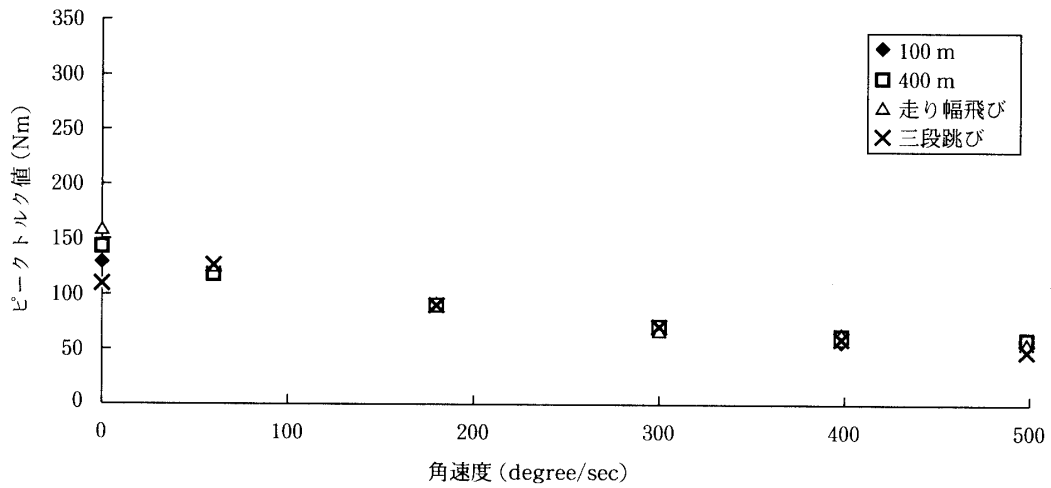


図4 膝関節屈曲時における角速度—ピークトルク値関係

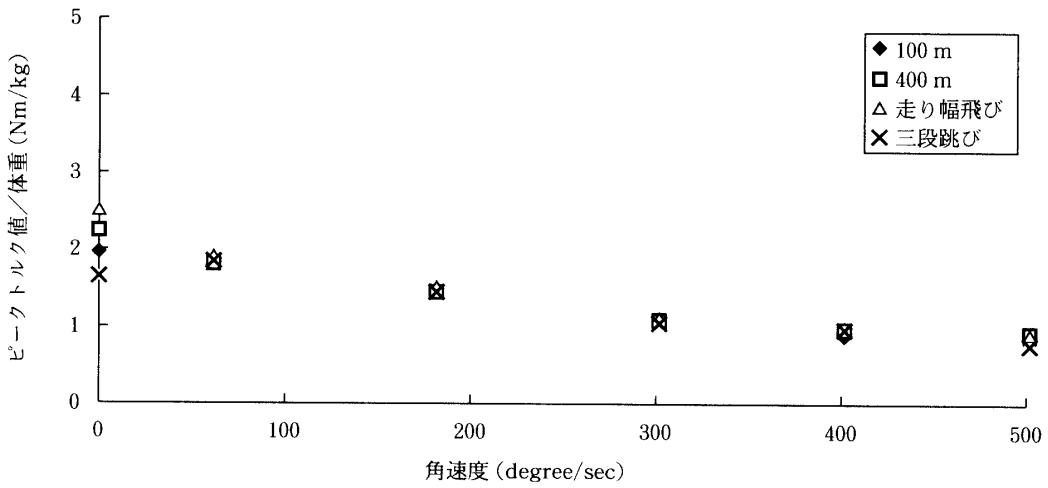


図5 膝関節屈曲時における角速度—体重当たりのピークトルク値関係

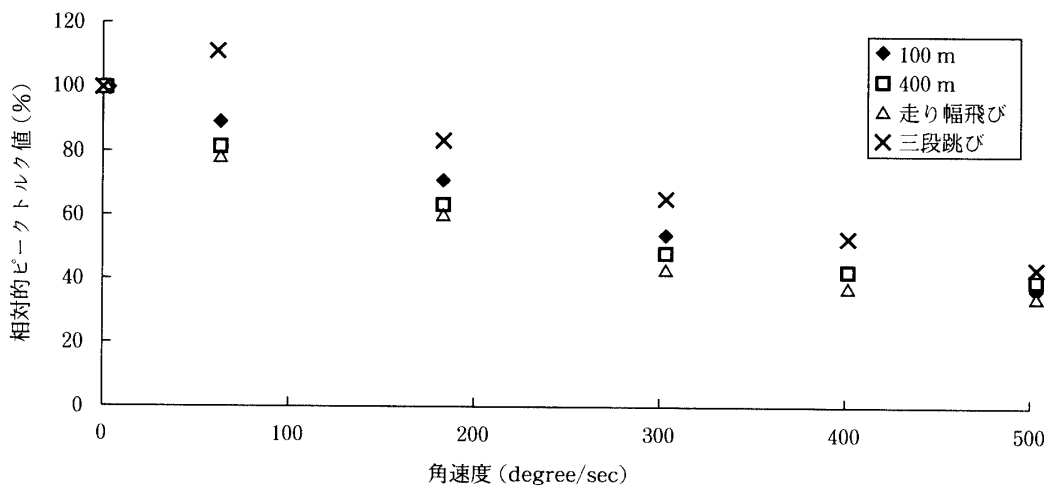


図6 膝関節屈曲時における角速度—相対的ピークトルク値関係

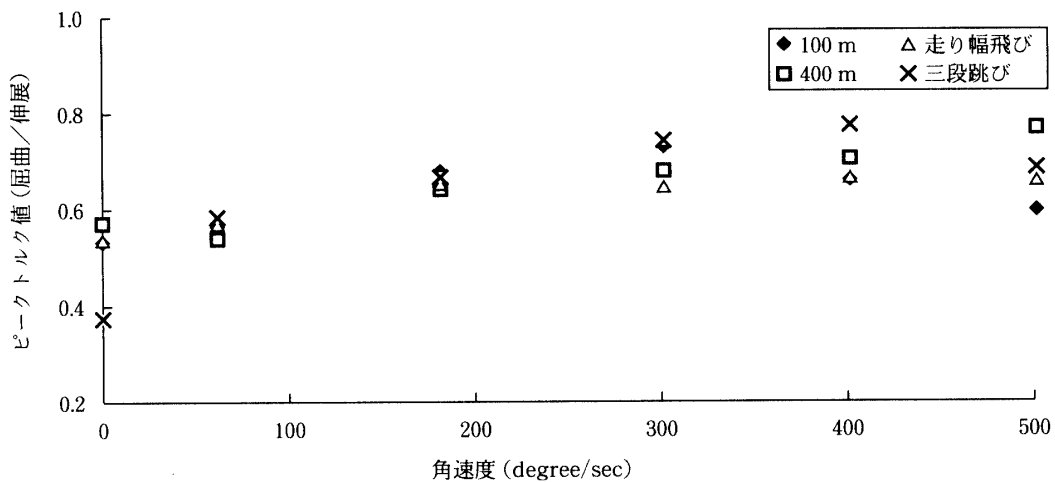


図7 角速度—膝関節屈曲／伸展関係

た。全ての種目とも伸展時同様、角速度が速くなるに従い、ピークトルク値は低下していく傾向をみせた。等尺性筋力発揮時 (0 degree/sec) においては、走幅跳 (158.7 Nm), 400 m (147.3 Nm), 100 m (131.0 Nm), 三段跳 (111.7 Nm), と種目間の違いがみられるが, 60 degree/sec 以上の角速度では, いずれの種目ともほぼ同様の値を示した。さらにこれを体重当たりのピークトルク値でも (図5), ほぼ同様の傾向であった。次に0 degree/sec 時のピークトルク値を基準にして, それぞれの角速度での割合を図6に示した。三段跳の値が全ての角速度において, 他の種目より高い値を示す傾向にあった。特に60 degree/sec では, 唯一100%を上回る値 (110.7%) を示した。また角速度が速くなるに従い, 種目間の値が接近する傾向をみせている。

3. 種目別の屈曲・伸展比

膝屈伸運動時の, それぞれの角速度に対する屈曲・伸展比について, 種目別に図7に示した。0 degree/sec 時においては, 三段跳を除いた種目では0.5~0.6の範囲であるのに対して, 三段跳は0.38という低い値を示した。さらに60 degree/sec では, 全ての種目が0.5~0.6の範囲に入っており, 180 degree/sec では全ての種目とも, より高い値をみせている。300 degree/sec 以上の角速度では種目間のばらつきがみられてきており, 高速度になるほどばらつきは広がっていく傾向をみせている。

IV. 考 察

角速度—ピークトルク値関係, すなわち力—速度関係にみられる, 角速度の上昇に伴うピークトルク値の低下は, 伸展時, 屈曲時ともに, いずれの種目もほとんど同じ値で推移していた (図1, 2, 4, 5)。これは今回とりあげている種目 (短距離, 跳躍) の運動様式が, 短時間に大きな

力を発揮する特徴を持つものであり、筋線維比率⁸⁾に大きな違いがないことを示唆している。屈曲・伸展比では、300 degree/sec までは角速度の上昇に伴い、大きくなっていく傾向をみせている。このことは、走運動を主とする種目では、トレーニングの効果として、大腿二頭筋の高速度における筋力発揮が高く、そのため速度の上昇に伴う筋出力の低下は、膝伸展力より膝屈曲力の方が小さい⁹⁾とする報告と一致する。しかし300 degree/sec 以上の角速度の上昇では、すべての種目ともそれまでみられていた、屈曲・伸展比が大きくなっていく傾向が停滞し、種目毎のばらつきが大きくなっている。このような400, 500 degree/sec での高速度での測定は報告例が数少なく^{4,6)}、種目の特性を反映しているかどうかはさらに検討を要するであろう。

ところで、今回得られた測定値を、過去に報告されている一流陸上競技選手の測定値^{9,10)}と比較すると、膝伸展力ではいずれの種目とも値が拮抗し、ほぼ同レベルであるの対し、膝屈曲力では明らかに今回の測定値が低い値をみせていた。膝屈曲力の重要性については、短距離走のスプリントスタイルとして、着地時に膝関節をあまり屈曲せず、高い身体重心位置を保ったまま地面をキックすることが理想であるとし、その動作を効果的に行うためには、膝関節屈筋群の強化が重要である⁵⁾という指摘がある。また、疾走中の下肢筋群の機能を分析した結果²⁾、膝関節屈筋群の負パワーや負仕事は、疾走スピードとともに著しく増加したとして、大きなスピードで疾走するためには、膝伸展筋群より膝屈筋群のほうが重要であると指摘している。以上のことを総合すると、膝関節の屈曲力は疾走速度に影響を与え、短距離種目等の競技力にきわめて重要な要因であると考えられる。したがって今回対象とした被験者については、膝関節の屈筋群の強化が課題といえよう。

最近では測定技術の進歩により、股関節の伸展・屈曲力が測定されるようになり、この股関節における筋出力が、陸上競技選手の疾走速度に大きく貢献しているという報告^{7,10)}もみうけられる。今後の課題としては、膝関節、股関節、さらには足関節における、それぞれの筋出力と競技力との関係を分析、検討していきたい。

V. 要 約

大学陸上競技選手の短距離（100 m 8名, 400 m 7名）、跳躍（走幅跳6名, 三段跳3名）を対象に、膝関節の伸展および屈曲時の等速性筋力を測定し、角速度—ピークトルク値関係から、競技力向上のためのトレーニング課題を見出すことを試みた。その結果、伸展、屈曲時ともに種目間の違いはほとんどみられず、屈曲・伸展比では、速い角速度で種目間の違いが認められた。一流選手の測定値と比べると、伸展力ではいずれの種目もほぼ同水準であったが、屈曲力はいずれの種目も一流選手の値より低い値を示した。したがって今後は、それぞれの種目特性に応じた膝関節屈曲力の強化が、トレーニングの課題とすることができる。

参考文献

- 1) 阿江通良 (1991) : 走高跳および走幅跳の踏切における身体各部の使い方・貢献度, *J. J. Sports Sa.*, 9 : 130-36.
- 2) 阿江通良, 宮下憲, 横井孝志, 大木昭一郎, 波川侃二 (1986) : 機械的パワーからみた疾走における下肢筋群の機能および貢献度, *筑波大学体育科学系紀要*, 9 : 229-239.
- 3) Alexander M, J. L. (1989) : The relationship between muscle strength and sprint kinematics in elite sprinters. *Can. J. of sports science*, 14 : 148-157.
- 4) 石井隆士, 日隈広至, 水野増彦, 菅原勲, 登坂一晴, 宮舘美能留, 松田竜太郎, 細谷治朗, 岸田謙二, 渡辺文雄, 古泉一久, 長谷川健, 清田寛, 大和眞 (1998) : 陸上競技男女トラック種目の等速性筋力の特徴, *日本体育大学紀要*, 28 : 67-75.
- 5) 小林寛道 (1989) : ソウル五輪代表スプリンターおよびジュニア優秀スプリンターの脚力の特徴, *競技力向上のスポーツ科学 I*, 朝倉書店, 東京, pp.19~37.
- 6) 古泉一久, 渡辺文雄, 松田竜太郎, 宮舘美能留, 登坂一晴, 村本和世, 清田寛, 大和眞 (1999) : スポーツ種目別にみた筋力特性の評価, *疲労と休養の科学*, 14 : 59-68.
- 7) 持田尚, 小林論, 繁田進, 有吉正博 (1999) : 100 m 疾走能力と下肢筋力およびその持久性との関係—各疾走局面に着目して—, *陸上競技研究*, 38 : 2-14.
- 8) 琉子友男, 福永哲夫, 近藤正勝, 塩野潔, 森本哲郎 (1982) : Isokinetic 作業時の peak torque に及ぼす筋線維比率および筋断面積の影響, *体育学研究*, 27 : 135-142.
- 9) 若山章信, 深代千之, 小林規, 柳等, 小嶋俊久 (1993) : 陸上競技の短・中・長距離一流選手における脚筋力発揮特性の比較, *スポーツ医・科学*, 7 : 7-13.
- 10) 渡邊信晃, 大山下圭悟, 狩野豊, 安井年文, 宮下憲, 久野譜也, 勝田茂 (1998) : 男女スプリンターの下肢筋力が疾走速度に及ぼす影響—股関節の屈曲および伸展筋力に着目して—, *日本体育学会第 49 回大会号*, 291.
- 11) 山本利春, 山本正嘉, 金久博昭 (1992) : 陸上競技における一流および二流選手の下肢筋出力の比較—100 m 走・走幅跳・三段跳選手を対象として—, *J. J. Sports Sa.*, 11 : 72-76.