

## 長距離選手の等速性筋力と競技成績に関する研究

菊 地 邦 雄

広島大学総合科学部保健体育講座

(1986.10.31 受理)

### A Study on Relationship between Isokinetic Muscular Strength and Performance of Long Distance Runners

Kunio KIKUCHI

#### Abstract

The purpose of this study is to examine the relationship between isokinetic muscular strength and performance of long distance runners.

25 long distance runners were chosen as the subjects of this study. The subjects were grouped into A group (superior to 14.5 minutes of 5000m record), B group (inferior to 14.5 minutes of 5000m record), C group (best 5 of 5000m record) and D group (worst 5 of 5000m record).

The leg extension strength was determined by measuring the peak torque generated through a range of constant velocity by the use of an isokinetic dynamometer (Cybex II, Lumex Inc.).

Each subject was in sitting position in a chair with the knee angle 90 degrees, and swang the right leg in vigorous knee extension at the velocity of 30, 120, 210, and 300°/sec.

The results were summarized as follows;

- 1) Peak torque of B group was superior to that of A group.
- 2) Peak torque of D group was superior to that of C group.
- 3)  $\dot{V}O_{2,max}$  of A group was 3.6 l/min. and that of B group was 3.8 l/min.
- 4)  $\dot{V}O_{2,max}$  in C group was 3.8 l/min. and that in D group was 3.7 l/min.
- 5) Apparent difference was shown between age, years of athlete's experience of A group and those of B group.
- 6) Significant difference was found in age, years of athlete's experience of C group and those of D group.
- 7) Regression equation between best record of 5000m (Y) and age of athletes (X) was  $Y = -5.06X + 988.22$ .
- 8) Regression equation between best record of 5000m (Y) and years of athlete's experience (X) was  $Y = -3.38X + 905.21$ .

#### 緒 言

陸上競技の長距離種目において、良い競技成績を収めるための生理学的要因として、呼吸循環機能、筋力などがあげられる。なかでも、肺臓や心臓の各機能の良し悪しが競技成績に大きな影

響をもたらすが、筋の筋出力の大小も大きな要因となっていることを見逃すことはできない。

筋出力の筋収縮の方法には、かつて等張性筋収縮と等尺性筋収縮に二大別されてきたが、最近、等速性筋収縮が注目されるようになった。この筋収縮の特徴は、筋収縮の初めから終りまで、一定の速度内で筋収縮させる点であり、ある種の機器を使用すれば、筋収縮の速度を速くも遅くも加減できることである。

著者ら<sup>1)</sup>は、陸上競技選手を対象として競技種目別に等速性筋力を検討した結果、長距離選手は短距離選手、跳躍選手よりもピークトルクが、各角速度において劣ることが明らかとなった。しかし、長距離選手が良い記録を生み出すためには、走行過程において、1回毎の筋出力が高いこと、そしてその高い筋出力をいかに長時間持続させるかといった要素が問題となる。

著者らは、いままでに、長距離選手の体力<sup>2)</sup>、循環機能<sup>3),4)</sup>、ペース配分<sup>5)</sup>などの側面から検討してきたが、今回は、長距離選手の角速度30, 120, 210および300°/secの際のピークトルクと%ピークトルクを測定し、それらが5000mの記録とどのような関りを持つかの検討を試みたので報告する。

### 研究 方 法

被検者は、某企業の陸上競技部に所属する長距離選手男子25名である。

資料を検討するにあたって、各選手の5000m公式記録の最高タイムを14分30秒を境にしてそれより良いグループ(以下Aグループと呼ぶ)、それより悪いグループ(以下Bグループと呼ぶ)に分けた。さらに、全選手の中で5000m公式記録の良い者上位5名(以下Cグループと呼ぶ)と悪い者5名(以下Dグループと呼ぶ)を選んだ。表1は、A, B, C, D各グループ別にみた被検者の年齢、競技経験年数、身長、体重および5000mの最高タイムの各平均値を示したものである。

表1 各グループ別にみた年齢、競技経験年数、身長、  
体重および5,000m最高タイムの比較

Group	N	Age		Years of experience		Height		Weight		5,000m best record
		years	years	years	years	cm	cm	kg	kg	
A group	17	23.2±2.7	9.5±2.9	165.9±4.8	55.0±4.0	14'14"0±10"1				
B group	8	19.9±1.1	6.4±2.1	168.4±3.9	54.8±3.3	15'00"3±18"5				
C group	5	24.3±1.9	9.6±2.5	165.2±5.3	53.8±4.4	14'02"0±07"3				
D group	5	19.4±0.9	5.4±2.1	167.6±4.8	53.5±3.2	15'02"0±16"1				

等速性筋力の測定には、Cybex II (Lumex社製)を用い、右側下肢膝関節を約90度に保ち、角速度30, 120, 210, 300°/secの際の脚伸展動作を行なわせた。そして、トルク曲線からピークトルクを求め、さらには角速度30°/secのピークトルクを100%として、その他の角速度におけるピークトルクの割合を%ピークトルクとして計算した。

選手の有酸素的能力を検討するために、自転車エルゴメータ法によって最大酸素摂取量の測定をエアロビックプロセッサ(日本電気三栄製, 391型)を用いて併せて行なった。

### 研究 結 果

#### 1. A, B各グループの等速性筋力の比較

図1は、A, B各グループのピークトルクと%ピークトルクを示したものである。ピークトルク

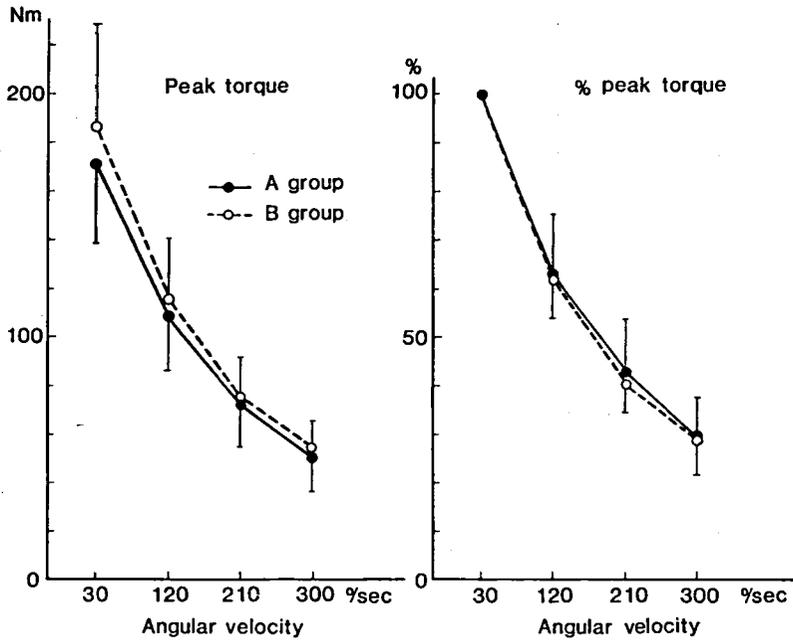


図1 AとB各グループのピークトルクと%ピークトルクの比較

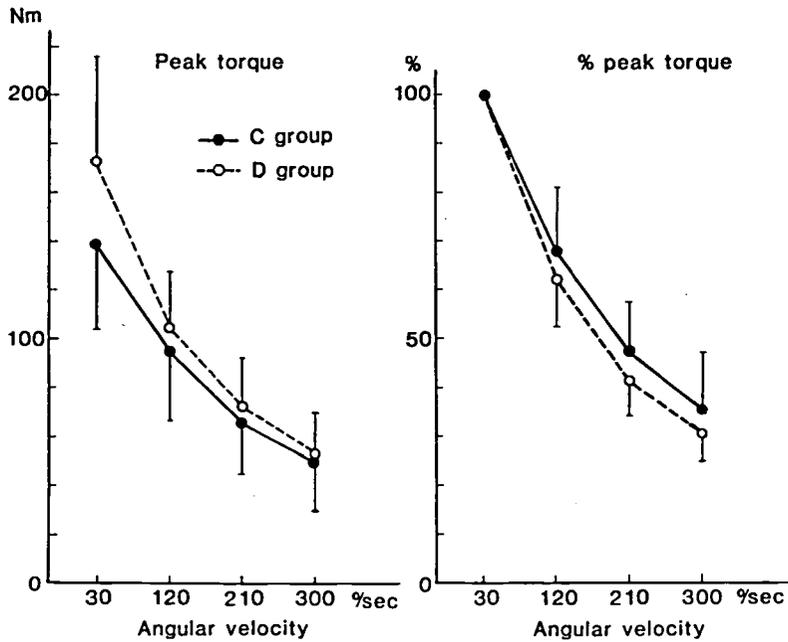


図2 CとD各グループのピークトルクと%ピークトルクの比較

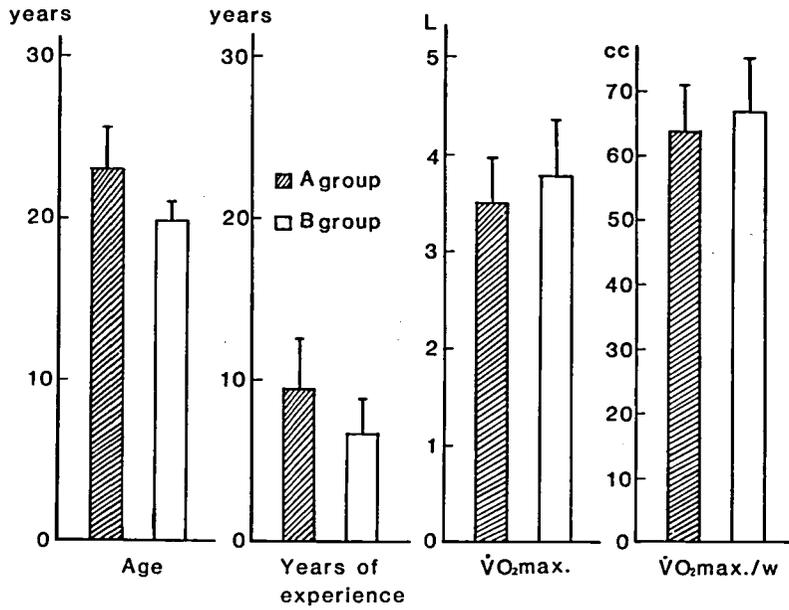


図3 AとB各グループの年齢, 競技経験年数, 最大酸素摂取量, 体重あたりの最大酸素摂取量の比較

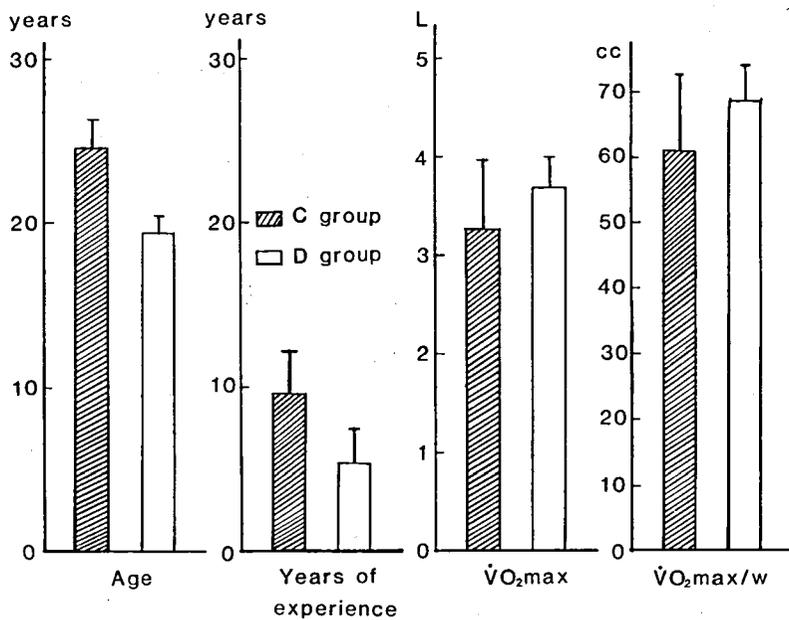


図4 CとD各グループの年齢, 競技経験年数, 最大酸素摂取量, 体重あたりの最大酸素摂取量の比較

くは、AグループがBグループに比べて劣る傾向を示したが、2者グループ間で有意な差はみられなかった。％ピークトルクでは、A、B各グループ間で殆んど差は見られなかった。

## 2. C, D各グループの等速性筋力の比較

図2は、CとD各グループのピークトルクと％ピークトルクを示したものである。ピークトルクは、CグループがDグループよりも各角速度のピークトルクにおいて劣る傾向が見られるが、％ピークトルクにおいては、CグループはDグループよりもすぐれている傾向を示した。統計的に有意差の検定を行なった結果、ピークトルク、％ピークトルクともにC、D各グループ間では有意な差は見られなかった。

## 3. A, B各グループの最大酸素摂取量、年齢、競技経験年数の比較

図3は、AとB各グループの最大酸素摂取量、年齢、競技経験年数を示したものである。Aグループの最大酸素摂取量は3.6ℓ/分であり、Bグループのそれは3.8ℓ/分であり、BグループはAグループより多い傾向が見られたが有意な差はみとめられなかった。AとBグループ間の体重あたりの最大酸素摂取量の差は最大酸素摂取量の絶対値の場合とほぼ同じ傾向を示した。Aグループの年齢は23.2才、競技経験年数は9.5年であり、Bグループではそれぞれ19.9才、6.4年を示し、A、B各間の有意差の検定を行なった結果、年齢においては5%水準、競技経験年数では1%水準でともに有意な差がみとめられた。

## 4. C, D各グループの最大酸素摂取量、年齢、競技経験年数の比較

図4は、CとD各グループの最大酸素摂取量、年齢、競技経験年数を示したものである。Cグループの最大酸素摂取量は3.3ℓ/分であり、Dグループのそれは3.7ℓ/分を示し、DグループがBグループより多い傾向を示したが、有意な差がみとめられなかった。体重あたりの最大酸素摂取量においては、CとD各グループ間の差は最大酸素摂取量の絶対値の場合とほぼ同じ傾向を示した。Cグループの年齢は24.3才、Dグループのそれは19.4才、そしてCグループの競技経験年数は9.6年、Dグループのそれは5.4年を示し、CとDグループ間でいずれの場合にも5%ないし1%水準で有意な差がみられた。

## 5. A, B, C, D各グループの5000mの競技記録と年齢、競技経験年数との関係

AとBグループとの間で統計的に有意の差が見られた項目は年齢と競技経験年数で、年齢の場合5%水準で有意な差がみとめられ、競技経験年数の場合1%水準で有意な差がみとめられた。CとDグループとの間でも、年齢と競技経験年数において5%水準、1%水準で有意な差がみとめられた。

図5は、各グループ間で有意差のみられた年齢、競技経験年数と5000mの最高タイム間の回帰直線を求めたものである。年齢と5000mの最高タイムとの間では $Y = -5.06X + 988.22$ であり、競技経験年数と5000mの最高タイム間では $Y = -3.38X + 905.21$ である。この両直線から年齢や競技経験年数の多い者は5000mの競技記録が良いことが明らかである。

## 考 察

長距離選手の競技成績を左右する条件はいくつか考えられる。なかでも体力、栄養、トレーニング法、指導者、施設といった条件は必要欠くべからざるものである。特に、体力の要素としての呼吸循環機能、具体的には、酸素摂取量、酸素負債量、心拍数、心拍出量といった肺臓、心臓の

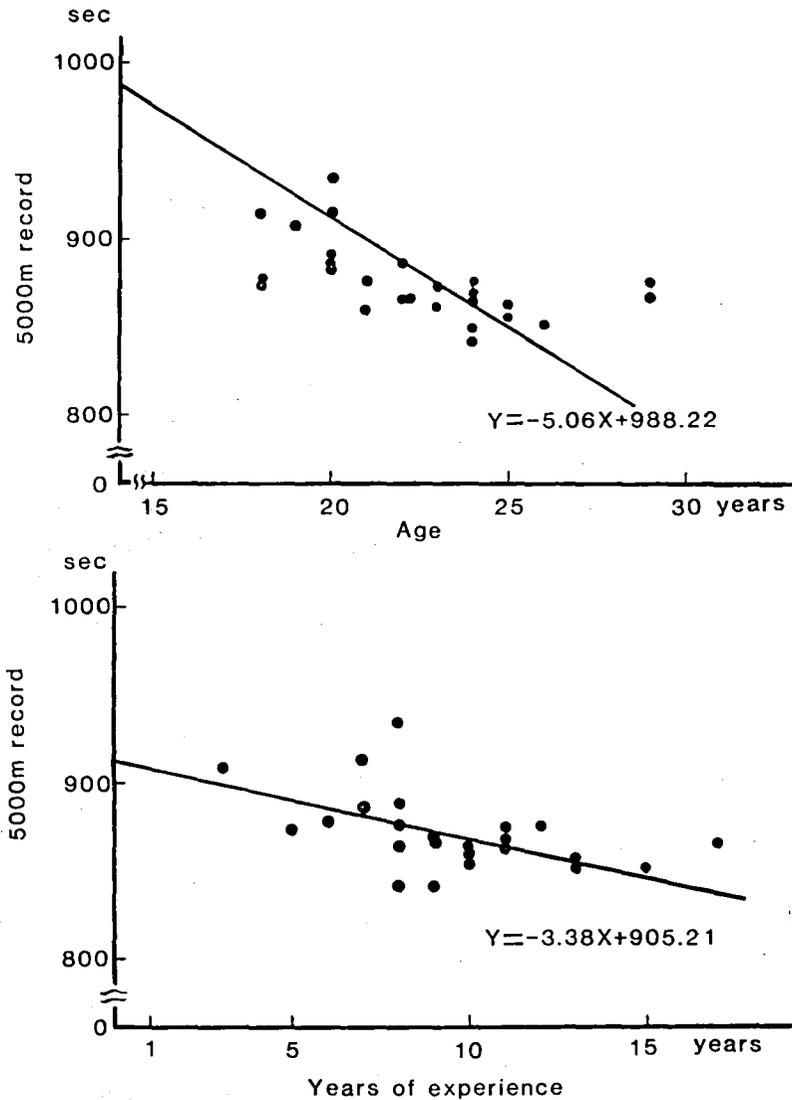


図5 年齢, 競技経験年数と 5,000m 最高タイムの回帰直線

生理学的因子が長距離選手の能力を決定する。また、体力のなかでも筋力の要素を見逃がすことはできない。それは走行時に消費されるエネルギー量をできるだけ少なくして、効率のよい走法を行なうことが競技成績を向上させる条件となるからである。そのためには、走行時に発揮される1歩毎の筋出力を大きくし、その筋出力が初期から終期まで低下しないように維持できる能力を養うことである。

最近、長距離選手の条件として特に必要なことは、パワーの増強によってキック力を高め、それが推進力となってスピードのある走法ができることである。長距離選手の体型も、従来はやせ型で、体重も少ない者が多かったが、最近、身長が高く、筋肉質の体型の者が多くなり、競技成績も後の方が前者に比べて良い記録を残している場合が多くなった。そのことは、競技成績を左右する因子として筋力の要素が大きな関わりを持っていることを示しているといえるであろう。

Sale と MacDougall<sup>2)</sup>の研究によれば、筋出力トレーニングの効果には特異性が存在し、そのトレーニングの方法、すなわち、動作様式、運動速度、収縮のちがひおよび収縮力によって筋の適応の仕方もちがってくるという指摘がある。そこで本研究では、筋収縮の方法を等速性という点に視点を置いてその筋出力と競技成績との相互関係を明らかにしようとした試みである。従来の等張性筋収縮や等尺性筋収縮は、発揮される筋出力のみに重点がおかれ、運動速度についてはほとんど考慮されていない。それに対し、等速性筋収縮は、運動速度を人工的に一定にし、規定された速度より速く運動を行なおうとした場合、その速度を越えようとする力、つまり加速度を発生する力が抵抗として筋にかかるために筋出力トレーニングとしては効果がより一層期待できるわけである。

本研究の等速性筋力の出力と 5000m の競技成績との間に有意な差がみられなかったことは、筋力も競技成績の要因とはなっているが、その他の要因がより大きな要素となっていることを示すものであろう。基礎体力としての等速性筋力や最大酸素摂取量よりも、競技経験年数や心臓の機能、そして競技当日の健康状態や気温、湿度といった条件が競技成績を大きく左右する要因となっていると推察できる。

本研究の被検者は、日本のレベルでは二流選手に属し、アジア競技大会やオリンピック競技大会へ出場するレベルの選手達の等速性筋力の出力と競技成績との関係についての検討は今後残された課題である。最近、長距離種目に要求されるスピードの向上のためには、全身のパワーと筋パワーの養成が急務であるが、前者では呼吸循環機能のトレーニング、後者では、走ることの主働筋である大腿四頭筋などの下肢筋のトレーニングが必要となる。

## 結 語

某企業の陸上競技部の長距離選手男子 25 名を対象として、等速性筋力と 5000m の競技成績との関連性を、1. A グループ (5000m のタイムが 14 分 30 秒より良いもの)、2. B グループ (5000m のタイムが 14 分 30 秒より悪いもの)、3. C グループ (5000m のタイムの上位 5 名)、4. D グループ (5000m のタイムの下位 5 名) について検討し、つぎの成績を得た。

(1) ピークトルクは、A グループが B グループに比べて劣る傾向を示したが、2 者グループ間には有意な差はみられなかった。% ピークトルクでは、A、B 各グループ間で殆んど差は見られなかった。

(2) C グループと D グループ間のピークトルクは、C グループは D グループよりも劣る傾向が見られたが、% ピークトルクでは、C グループが D グループよりすぐれている傾向を示した。いずれの場合にも有意な差はみられなかった。

(3) A グループの最大酸素摂取量は 3.6 l/分であり、B グループのそれは 3.8 l/分を示し、B グループは A グループより多い傾向を示したが、有意な差はみられなかった。

(4) C グループの最大酸素摂取量は 3.3 l/分であり、D グループのそれは 3.7 l/分を示し、D グループは C グループよりも多い傾向を示したが、有意な差はみとめられなかった。

(5) A グループの年齢、競技経験年数は、それぞれ 23.2 才、9.5 年であり、B グループのそれらは、19.9 才、6.4 年を示し、A と B 各グループの間では、年齢では 5% 水準、競技経験年数では 1% 水準で有意な差がみられた。

(6) C グループの年齢、競技経験年数は、それぞれ 24.3 才、9.6 年であり、D グループのそれらは 19.4 才、5.4 年であり、C と D 各グループの間で、年齢では 5% 水準、競技経験年数では 1% 水準で有意な差がみとめられた。

(7) 年齢と 5000m の最高タイムとの間の回帰直線は  $Y = -5.06X + 988.22$ 、そして競技経験年

数と5000mの最高タイムとの間のそれは $Y = -3.38X + 905.21$ であった。

(本論文の要旨は、第35回日本体育学会大会で発表した。稿を終るに当り、広島大学総合科学部助手磨井祥夫氏の御協力に深謝致します。)

#### 参 考 文 献

- 1) 菊地邦雄, 調枝孝治, 渡部和彦, 磨井祥夫: 発育期におけるスポーツ選手の等速性筋力の特性の解明と筋力トレーニング処方確立, デサントスポーツ科学, 6: 58—66, 1985.
- 2) Sale, D. and D. MacDougall: Specificity in strength training; A review for the coach and athlete, *Canad. J. Appl. sport Sci.*, 6: 87—92, 1981.
- 3) 和田實, 菊地那雄, 杉山允宏, 高本登; 中・長距離選手の体力に関する縦断的研究, 広島体育学研究, 4: 27—36, 1977.
- 4) 和田實, 菊地邦雄, 磨井祥夫: 中・長距離選手の循環機能に関する研究—心拍数の絶対値, 増加率および回復率からみたトレッドミル5分間走とオールアウト走の比較—, 広島体育学研究, 5: 33—44, 1979.
- 5) 和田實, 菊地邦雄, 高倉正樹: 中・長距離選手の循環機能に関する研究—トレッドミル5分間走行時の心拍数の変化についての遂年的検討—, 広島体育学研究, 10: 51—59, 1984.
- 6) 和田實, 菊地邦雄, 磨井祥夫: 陸上競技の中・長距離種目におけるペース配分と記録の関係に関する研究, 広島体育学研究, 6: 53—70, 1980.