

男子大学生の長距離選手における パワーに関する形態学的評価

成 山 公 一^{*}・中 西 増 代^{**}・三 野 耕^{***}

Morphological evaluation of the power of male college student long-distance runners

NARIYAMA Koichi^{*}

NAKANISHI Masuyo^{**}

MINO Tsutomu^{***}

Abstract

The purpose of this study is to perform a morphological evaluation of the power (body weight × running speed, kg·m/sec.) of male college student long-distance runners.

The subjects of the study were runners from the main 30 universities participating in the *ekiden* convention in the 2010 academic year.

The following data were collected : height (cm), weight (kg), and their times on the 5,000m run and/or 10,000m run.

Data were collected from 507 participants of the 10,000m run and from 694 participants of the 5,000m run, and summarized as follows.

The following formula was obtained from the T-score of each data item, with power as a difference of body surface area and weight.

$$5,000\text{m run} : \log(\text{Power}) = 0.3397 \cdot \log S + 0.6597 \cdot \log W$$

$$10,000\text{m run} : \log(\text{Power}) = 0.3337 \cdot \log S + 0.6658 \cdot \log W$$

(S : body surface area (cm²), W:weight (g)) .

There was no significant difference between theoretical power as calculated by the theoretical formula and the runner's actual power. Each correlation was confirmed as significant, and it was clearly demonstrated that actual power could be 70% or more accounted for by the theoretical value.

平成22年10月30日 原稿受理

*大阪産業大学 人間環境学部スポーツ健康学科教授

**大阪工業大学 情報科学部非常勤講師

***大阪産業大学 人間環境学部スポーツ健康学科教授, 兵庫教育大学名誉教授

This suggests that a long-distance runner's power can be estimated from body surface area and weight.

Key words: male college student long-distance runners, morphological evaluation, evaluation of the power, T-score

要約

本研究の目的は、男子大学生の長距離選手のパワー（体重×走速度，kg・m/sec.）について形態学的に評価することである。

対象は、2010年度の駅伝大会に参加する予定の主要な30大学の選手である。

収集された項目は、身長(cm)、体重(kg)と5,000m走および10,000m走の自己記録である。なお、5,000m走では694名、10,000m走では507名の自己記録が収集された。

その結果、つぎのようにまとめられた。

パワーが体表面積と体重との差として、各項目のT得点からつぎの式が得られた。

$$5,000\text{m走} : \log(\text{Power}) = 0.3397 \cdot \log S + 0.6597 \cdot \log W$$

$$10,000\text{m走} : \log(\text{Power}) = 0.3337 \cdot \log S + 0.6658 \cdot \log W$$

(S：体表面積(cm²), W：体重(g))

これらの式から推定されたパワーは、実際の各選手のパワーとの間に差がみられず、相関関係はいずれも有意に認められ、理論値は実際のパワーを70%以上説明できることを明らかにした。

これらから、求められた体表面積と体重とから長距離選手のパワーを評価できることを示唆するものであった。

キーワード：長距離選手、形態学的研究、パワー診断、T得点

1. はじめに

記録、すなわち運動成果からみた時、日本人の短距離選手よりも長距離選手の方が世界で通じる選手が多いことから形態的に合っているのかもしれない。なぜなら日本人短距離選手は、世界の選手に比べて身長に対して幅育が狭く、体重が少なく、非常に高いパワー出力（ハイ・パワー）が比較的低いように思われる。

一方、世界的な長距離選手は、身長が低く、幅育も狭く日本人選手とよく似た体型の選手が多いことから日本人の体型は、長距離に有利な形態であるかもしれない。

Nariyama, Minoら（1999）は、日本において1998年度高校チャンピオンとなった駅伝、野球、ラグビー、バスケットボールおよびサッカーのレギュラー選手の体重に対する体表面積の比（：比体表面積）を比較したところ、駅伝選手の比体表面積が最も大きいことを

報告している。この報告から駅伝選手など長距離選手は、質量（ \propto 体重）よりも体表面積が大きい、やせ型の形態が有利であることを示唆するものである。

また、長距離走の生理的な面から有酸素性のエネルギー供給（ロー・パワー）の長けた選手ほど競技成績がよい（Fox, 1984）ことも事実である。

そこで、本研究は男子大学生の長距離選手におけるパワーについて形態学的に評価することを目的とした。

2. 方法

長距離選手の記録は、2009年度の全国主要30大学選手名鑑（池田哲雄，2009）から各大学から提出された各選手の生年月日，身長，体重，および5,000m走および10,000m走の自己記録を695名から収集した。

得られた資料数は、5,000m走では694名，10,000m走では507名であった。

体表面積は身長と体重とから藤本ら（1968）の方法で算出し，比体表面積（ s ：体表面積（ cm^2 ）／体重（ g ））を求めた（三野・成山，2004）。

なお，パワー（ $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{sec.}$ ）は，走速度（ $\text{m}/\text{sec.}$ ）と体重（ kg ）の積から求めた。

実測値と理論値の標準誤差（SDE）は，（理論値－実測値）÷標準偏差で求めた。

統計結果は平均値±標準偏差で示し，グループ間における平均値の差の検定は一元配置の分散分析の後，対応のないt検定を行った。相関関係は，Pearsonの相関係数を用いた。検定の有意水準は5%未満とした。

3. 結果

表は，5,000m走694名および10,000m走507名の身長，体重，比体表面積，走時間，走速度，およびパワーの平均値と標準偏差である。全資料695例の内，記録がなかった選手は5,000m走で1名，10,000m走で188名で，両方の記録を有していたものは，506名であることから5,000m走および10,000m走の形態的には同等であったものと考えられる。

図1は， $\log s$ と $\log \text{Power}/s$ を示したものである。

5,000m走および10,000m走，いずれも右下がりの有意な高い相関関係が得られ，この時の回帰式は，

$$5,000\text{m走} : \text{Power}/s = 24.5s^{-3.03}$$

$$10,000\text{m走} : \text{Power}/s = 20.9s^{-3.15}$$

Table Mean and standard deviation of physical characteristic in endurance run player of College Athlete

No.	5000m RUN		10000m RUN	
	694		507	
Height(cm)	170.9	± 5.2	170.6	± 5.2
Weight(kg)	55.6	± 4.3	55.2	± 4.3
s	0.288	± 0.009	0.289	± 0.009
running time(sec.)	894.4	± 41.7	1853.0	± 85.3
speed(m/sec.)	5.60	± 0.25	5.41	± 0.24
power(kgm/sec.)	311.23	± 26.14	298.58	± 25.54

s : specific body surface area

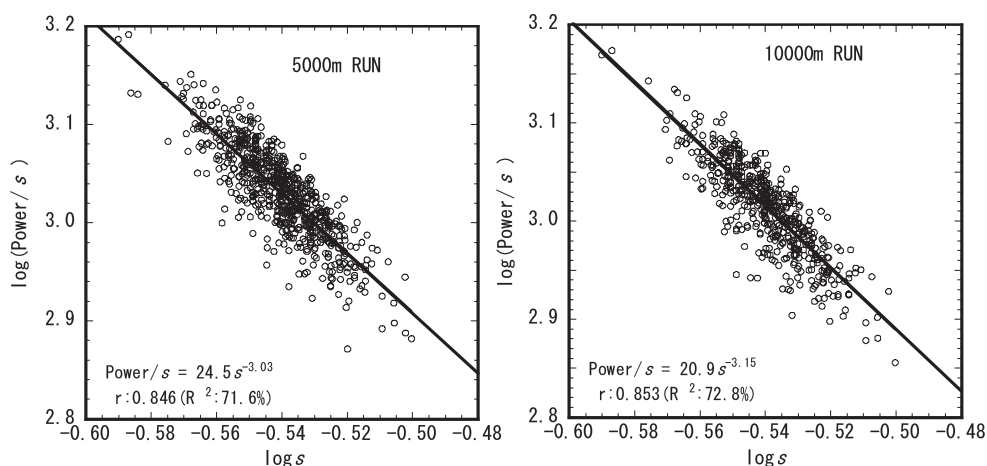


Fig. 1 log s ~ log Power/s (left : 5,000m run ; right : 10,000m run)

で、比体表面積から比体表面積当たりのパワーを5,000m走では72%、10,000m走では73%と70%以上の説明ができることを示唆している。

大学長距離選手の資料（T得点）をもとにFunaki and Minoの報告（1974, 1976a, 1976b）にみられる同化作用に比例する体表面積と異化作用に比例する体重とからパワーを求める算出式を、

$$\log(\text{power}) = k_s \cdot \log S - k_w \cdot \log W, (k_s, k_w : \text{const.})$$

として、定数 k_s および k_w を求めたところ、

5,000m走では、

$$\log(\text{power}) = 0.3397 \cdot \log S + 0.6597 \cdot \log W \quad \dots \dots \dots (1)$$

10,000走では、

$$\log(\text{power}) = 0.3337 \cdot \log S + 0.6658 \cdot \log W \quad \dots \dots \dots (2)$$

と非常に近似した定数が得られた。

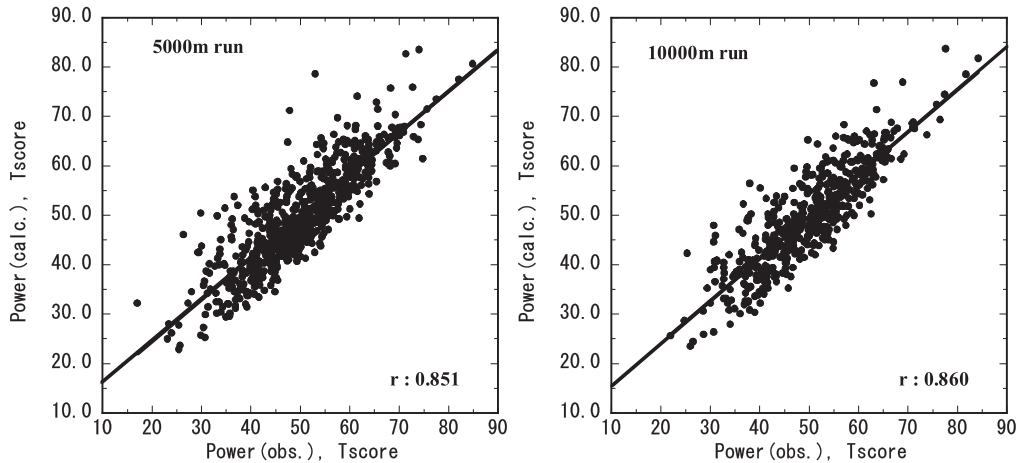


Fig. 2 Power(obs.) ~ Power(calc.) , (left : 5,000m run ; right : 10,000m run)

体表面積と体重とからパワーを推定する式 (1) と式 (2) の推定精度の目安として、個人の実測値と理論値の差をF検定による有意性の検討、実測値を予測する精度を表す決定係数 (R^2 : %, $R^2 = r^2 \times 100$) および全体の標準偏差 (5,000m走 : S.D.=26.14, 10,000走 : S.D.=25.54) で除したSDEから検討した。

F検定では、パワーの実測値と理論値との間のFo値は、5,000m走で0.839および10,000走で0.779といずれも差があるとはいえず実測値と理論値は近似していることが明らかにされた。

図2に示したように実測値と理論値の相関係数は、5,000m走では $r=0.851$ 、10,000走では $r=0.860$ と高いもので、5,000m走では73%、10,000m走では74%をも高い確率で形態的なものからパワーが説明できることを示すものであった。

つぎに、式 (1) および式 (2) から得られた個人のパワーの理論値から5,000m走および10,000走を評価した (図3)。

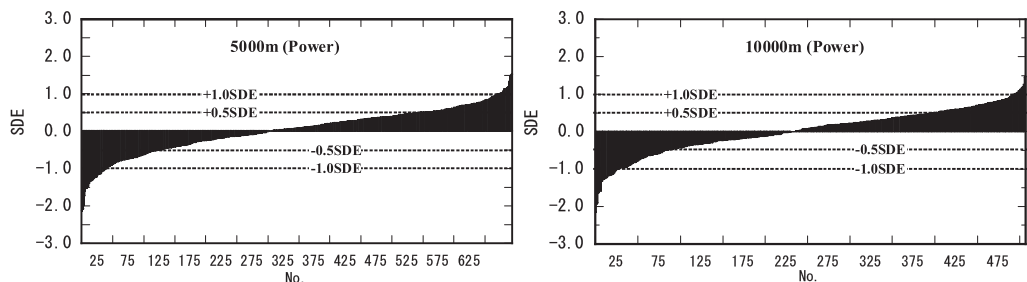


Fig. 3 Distribution of Power (SDE) , (left : 5,000m run ; right : 10,000m run)

個人値の実測値と理論値の差が、 $-0.5 \leq \text{SDE} < 0.5$ の範囲にあり形態学的な評価から得られた理論値が実測値に相応していたものは、5,000m走の場合で694名中468名(67.4%)、10,000m走の場合で507名中339名(66.9%)であった。 $\text{SDE} \leq 0.5$ 、すなわち理論値よりも実測値が優れていたものは、5,000m走で108名(15.6%)、10,000m走で84名(16.6%)、 $-0.5 < \text{SDE}$ 、すなわち理論値よりも実測値が劣っていたものは、5,000m走で118名(17.0%)、10,000m走で84名(16.6%)であった。

これらのことからパワーにおけるSDEは、各選手の形態学的な側面から運動成果を評価できる指標になるものと考えられた。

図4は、走時間の理論値と実測値との差のSDEについて示したものである。

$-0.5 \leq \text{SDE} < 0.5$ の範囲にあった選手は、5,000m走の場合で694名中282名(40.6%)、10,000m走の場合で507名中202名(39.8%)であった。 $\text{SDE} \leq 0.5$ 、すなわち理論値よりも実測値が優れていたものは、5,000m走で241名(34.7%)、10,000m走で171名(33.7%)、 $-0.5 < \text{SDE}$ 、すなわち理論値よりも実測値が劣っていたものは、5,000m走で170名(24.5%)、10,000m走で134名(26.4%)であった。

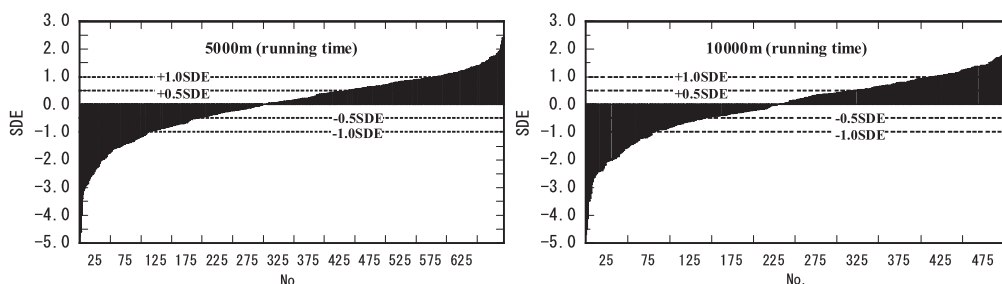


Fig. 4 Distribution of running time (SDE) , (left : 5,000m run ; right : 10,000m run)

4. 考 察

長距離走の評価には、その記録に関連する内的環境や外的環境が考えられる。

内的環境として、最大酸素摂取量や無酸素性作業閾値などの生理学的評価 (Costillら, 1973. ; Daniels, 1985), 外的環境として走動作など技術的な評価であるバイオメカニクスの評価 (Cavanagh and Kram, 1985), ペースや疲労を考慮した効率に関わる評価 (Daniels, 1985.) など内外の環境が運動成果 (記録) につながっている。

本研究は、身長と体重とから求めた体表面積と筋量など活性組織の量である質量を体重とみなしてロー・パワーを見積もろうとしたものである。

よって、質量とみなした体重には活性組織だけでなく脂肪という不活性組織も含まれていることをも考慮した解釈が必要となる。

また、理論値と実測値が相応している場合には、体組成や体力と走技術が相応して発揮されていると解釈できるものの、記録を向上させるにはパワーを向上させるのか走技術を向上させるのかをしっかりと見据えた指導が必要である。

一方、理論値よりも実測値が優れていた場合には、体組成や体力などに対して走技術が優れている傾向にあり、一層記録を向上させるためにはパワーの向上、すなわち体組成や体力の改善が必要である。

逆に、理論値よりも実測値が劣っていた場合には、体組成、とくに不活性組織の蓄積や未熟な走技術、心理的なものが大きく影響している場合が考えられ、トレーニングによる質量の増大や走技術の向上、心理的なものの向上を図る必要が考えられる。

文 献

- Cavanagh, P. R., Kram, R., [1985], "The efficiency of human movement - a statement of the problem", *Med. Sci. Sports Exerc.*, vol. 17, pp.304-308.
- Costill, D. L., Thonason, H., Robert, E., [1973], "Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running", *Med. Sci. Sports Exerc.*, vol. 5 (4), pp.248-252.
- Daniels, J. T., [1985], "A physiologist's view of running economy", *Med. Sci. Sports Exerc.*, vol. 17 (3), pp.332-338.
- Farrell, P. A., Willmore, J. H., Cnyle, E. F., Billing, J. E., Costill, D. L., [1979], "Plasma lactate accumulation and distance running performance", *Med. Sci. Sports Exerc.*, vol. 11 (4), pp.338-344.
- Fox, E. L., [1984], *Sports Physiology*, pp.26-39, Holt Sanders Japan, Tokyo, .
- 藤本薫喜・渡辺 孟・坂本 淳・湯川幸一・森本和枝, [1968], 「日本人の体表面積に関する研究 第18篇 - 3期にまとめた算出式 -」, 『日衛誌』, 第23巻, pp.443-450.
- Funaki, H. and Mino, T., [1974], 「Maximum oxygen intake and specific body surface area (Preliminary Report)」, 『京府医大誌』, 第83巻, pp.779-783.
- Funaki, H. and Mino, T., [1976a], 「Specific (Body) surface area and motor ability (Preliminary Report)」, 『京府医大誌』, 第85巻, pp.73-77.
- Funaki, H. and Mino, T., [1976b], 「Metabolic rate and specific surface area」, 『京府医大誌』, 第85巻, pp.749-756.
- 池田哲雄 編集／発行人, [2009], 『陸上競技マガジン10月号増刊 (大学駅伝2009秋号)』, 第59巻

第18号（通算806号）』, pp.35-65, ベースボールマガジン社.

Nariyama, K., Mino, T., and Miyamoto, Y., [1999], “Body surface area/body mass of member of championship teams at various competitions and high schools throughout Japan”, *Youth Sports in the 21st Century : Organized Sport in the Lives of Children and Adolescents, Celebrating 20 Years of the Institute for the Study of Youth Sports at Michigan State University*, Michigan State University, p.66.

三野耕・成山公一, [2004], 「学齢期の比体表面積基準チャートの作成とその利用について」, 『学校保健研究』, 第46巻, pp.29-43.