

長距離選手における競技記録とパワー発揮能力の年間変化

Change of athletic record and power generation capacity throughout the two years in long distance runners

宮崎 大佑*, 田中 重陽**, 熊川 大介***, 岡田 雅次***

Daisuke MIYAZAKI*, Shigeharu TANAKA**
Daisuke KUMAGAWA*** and Masaji OKADA***

Abstract

The purpose of this study was to examine the relationship between Athletic record, maximal anaerobic power and middle power generation capacity throughout the two seasons in collegiate long-distance runners.

The subjects were 18 male collegiate long-distance runners. In this study, the athletic record was measured throughout the season1 and season 2. The maximal anaerobic power, middle power and middle power to peak power ratio in each season were measured by cycling ergometer (Power max VII), respectively. Subjects were classified by Athletic record based by 10,000m athletic record faster (AG) and slower (BG) than 30 : 30. in season 1. As a results, the Athletic record of 5,000m was improved in AG. On the other hand, the Athletic records of 5,000m and 10,000m in BG. In addition, middle power to peak power ratio in season2 was showed significantly higher than that of season1 in BG. The change ratio of middle power to peak power ratio was obtained BG than AG.

From these results, it might be considered that improve the anaerobic power production capacity reflect to improve the Athletic record as in previous studies. Especially, these results suggest that improving Athletic records by improving anaerobic power generation capacity is effective for long-distance runners who have not yet reached a high level.

Key words; power generation, capacity athletic record, long distance runners

* 国士館大学 21 世紀アジア学部非常勤講師 (Faculty of 21st century Asia an adjunct teacher, Kokushikan University)
** 国士館大学政経学部 (Faculty of Political Science and Economics, kokushikan University)
*** 国士館大学体育学部 (Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

I. 緒言

これまでの陸上競技・長距離種目に関する先行研究によれば、最大のパフォーマンスを引き出す因子として、全身持久力及び身体特性が挙げられている^{1) 3) 4) 14) 16)}。これらの先行研究において、最大酸素摂取量や乳酸作業閾値 (LT)、血中乳酸蓄積開始点 (OBLA)、脚筋力及び無酸素パワーなどといった生理学的指標は、脂肪量や骨格筋量などの身体組成との関連性が強いことが明らかにされている^{5) 9) 10) 14)}。さらに、陸上競技・長距離選手を対象とした1年間にわたる走トレーニングに及ぼす影響について検討した満園ら^{7) 11) 12) 13)}によれば、1年間で同一スピードに対する酸素摂取量が有意に低下したことから、走行経済性の向上を報告している。したがって、これらの多くの研究からも最大酸素摂取量 (有酸素性能力) は長距離選手の競技力向上に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

一方、帖佐²⁾は、一定の距離をより速く走るためには最大酸素摂取量が優れていることのみならず、無酸素パワー発揮能力についても重要な要素であると述べている。また、陸上競技・長距離選手に必要とされる有酸素系能力及び最大無酸素性パワー以外の要素について検討し、杉田¹⁵⁾は、5,000mの競技記録は有酸素系能力 (最大酸素摂取量) のみならず解糖系能力 (40秒パワー) も少なからず影響を及ぼしているであろう事を指摘している。

しかしながら、無酸素性パワー (ハイパワー)、解糖系 (ミドルパワー) と競技記録との関連性について論じた研究はあまりみられない。また、長期のトレーニングによって無酸素性パワー及び解糖系パワーがどの程度変化し、それらが5,000m、10,000m及び20kmの異なる距離における記録にどのように関連するのかは明らかになっていない。これらの点について検討することは、競技記録の向上や各人のトレーニングプログラム作成のための有用な情報として活用できると考えられ

る。

そこで本研究では、学生陸上長距離選手における競技記録、最大無酸素性パワー及びミドルパワー発揮能力の年間変化と競技記録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

被験者は、大学陸上競技部長距離ブロックに所属する選手18名とした。本研究では、競技能力別にみた各競技記録及び各能力の年間変化について検討するために、シーズン1における10,000mの競技記録によって群分けした。ここでは、10,000m競技記録の30分30秒 (1830秒) を基準とし、30秒30秒より速いグループをAG群、遅いグループをBG群として分類した。30分30秒を基準とした理由としては、東京箱根間往復大学駅伝競走大会において、各大学のエントリー選手 (16名) のほとんどが30分30秒より速い記録であったことである。これらの被験者は、日頃より専門的なトレーニングを実施している陸上競技長距離選手であった。表2では1年間の主なトレーニングメニューと1日あたりの平均走行距離を示した。あらかじめ被験者には本実験の目的と方法を十分に説明し、書面にて同意を得た上で実験を行った。また、本研究は本学のヒトを対象とした研究に関する倫理審査委員会に申請し、許可を得た上で測定を実施した。

2. 測定項目

1) 5,000m、10,000m及び20kmにおける競技記録

本研究における5,000m、10,000m及び20kmの競技記録は、シーズン1 (前年)、シーズン2 (後年) として2年間の自己最高記録を採用した。競技記録採用の対象とした大会及び競技会は、5,000m及び10,000mについては、日本陸上競技連盟の公認競技会で記録された成績を、20kmの記録につ

表1 研究開始時における被験者の身体的特性及び競技経験年数

		群別	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
n=18	シーズン1	AG	19.7±0.9	168.4±5.6	55.2±4.4
		BG	18.6±0.7	170.9±3.5	57.9±5.7
	シーズン2	AG	20.7±0.9	169.1±5.8	54.7±4.0
		BG	19.6±0.7	171.5±3.2	56.3±5.0

平均値±標準偏差

表2 主なトレーニングメニューと1日あたりの平均走行距離

期	主なトレーニングメニュー	1日あたりの平均走行距離
走りこみ期	ロード (30~35km走)、1000m×15本、 5km×4本	50~55km
調整期	5000m×2、300m×10本+10000m、 2000m×1本	25~30km
鍛練期	クロカン (30~35m走)、ロード (150分jog)、 hill×15本、補強トレーニング	50~60km
試合期	1000m×5本、16000m (ペース走)、 70~80分jog	25km

いては、公認ロードレース大会及びタイムトライアルの記録についても採用した。

2) 最大無酸素パワーの測定

本研究におけるハイパワーの測定は、電磁式自転車エルゴメーター (Power Max VII, コンビ社製) を用いて最大無酸素パワーテストを実施した。最大無酸素パワーテストは、3回の異なる作業負荷値において10秒間の最大努力によるペダリング運動をそれぞれ2分間の休息を挟んで行うものである^{4) 6) 17)}。3回の試技における負荷設定については、第1ステップは体重によって決定され、第2ステップ及び第3ステップの作業負荷値については各被験者の前試技におけるパワーレベル (設定された負荷値に対する回転数) から、自動

的に適正な負荷設定がなされる^{2) 20)}。測定開始前には、サドルの高さを被験者の立位姿勢時における大転子の高さに調整した後、乗車した時の被験者に感覚によって上下の調整を行わせ、つま先はトゥークリップによってペダルに固定した。その後、被験者には十分なウォーミングアップを行わせた後、座位姿勢での全力ペダリング運動を実施させた。3試技の全力ペダリングによって得られたピークパワー値を基に算出された最大無酸素パワー値をハイパワー能力と定義した。

3) ミドルパワーの測定及び対ピークの定義

ミドルパワーの測定は、ハイパワー測定と同様の自転車エルゴメーターを使用して、Wingate testによって測定した³⁾。このテストは、負荷を

体重の7.5%kpに設定し、30秒間の全力ペダリング運動を実施させるというものである。自転車エルゴメーターをPCにケーブルで接続し、0.1秒毎のパワー及び回転数について記録した。得られた値から、平均パワー及び除脂肪量1kgあたりの平均パワーを記録した。さらにミドルパワー測定時におけるピークパワー値に対する平均パワー比率(対ピーク)を算出した。本研究では、平均パワーをミドルパワー能力の指標とした。

3. 統計処理

競技記録及びパワーの測定項目の年間変化については、対応のあるt検定を用いて、また競技能力別にみた群間差については、対応のないt検定を用いて有意差の検定を実施した。本研究における有意水準はすべて危険率5%未満をもって有意とした。

Ⅲ. 結果

1. 競技記録の年間比較

1) 競技能力別における5,000m、10,000m及び20kmの競技記録の年間比較

図1は、5,000m、10,000m及び20kmにおける競技記録の年間変化について競技能力別に示した

ものである。5,000m競技記録において、AG及びBGともにシーズン1とシーズン2との間に有意な差が認められた。10,000m競技記録においては、AGに有意な年間変化は認められなかったものの、BGにおいては有意な競技記録の向上が認められた。20kmの競技記録では、AG、BG共に有意な競技記録の向上は認められなかった。

2) 各種パワーの年間比較

図2は、最大無酸素性パワー、ミドルパワー及び対ピークを競技能力別に示し、シーズン1とシーズン2で比較したものである。最大無酸素パワー及びミドルパワーにおいては、シーズン1とシーズン2との間に有意な差は認められなかった。一方、対ピークにおいては、AGは有意な年間変化が認められなかったものの、BGにおいては有意な年間変化が認められた。

3) 競技能力パワー発揮能力の変化率

表3は、シーズン1に対するシーズン2の変化率を示したものである。各競技記録に関しては有意差こそないものの、AG、BG共に記録の向上が認められた。各種パワーにおいては、最大無酸素パワーは、AG、BG共に低下する傾向が確認された。ミドルパワーに関しては、AGは向上している

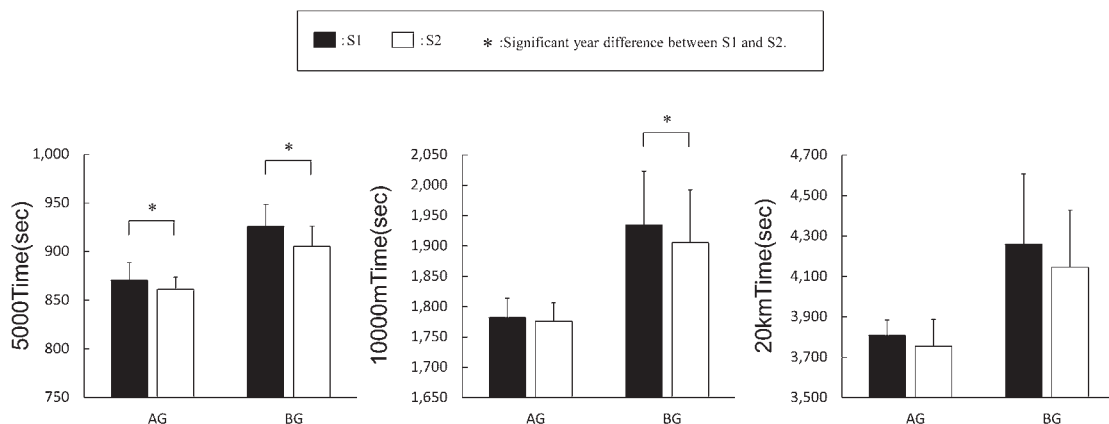


図1 競技能力群別にみた5000m、10000m及び20kmにおける競技記録の年間比較

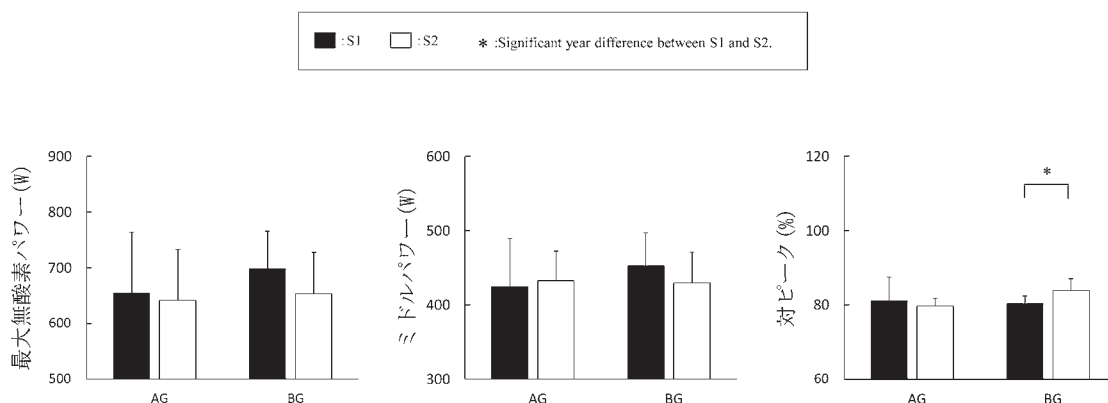


図2 競技能力群別にみた最大無酸素パワー、ミドルパワー及び対ピークにおける年間比較

表3 競技記録及び各種パワーのS1に対するS2の変化率

	競技記録			各種パワー		
	5000m (%)	10,000m (%)	20km (%)	MAP (%)	ミドルパワー (%)	対ピーク (%)
AG	1.1±1.0	0.3±1.3	1.4±3.0	-1.5±5.2	2.9±9.4	1.1±6.5
BG	2.2±1.7	1.5±0.8	2.5±3.8	-6.2±9.2	-4.7±7.5	4.5±3.3

※変化率は、S1に対してS2の記録が向上した場合は正の値で示されている。* :p<0.05

るものの、BGは低下している傾向が確認された。一方、対ピークにおいてはどちらの群共に、向上しており、特にBGに有意な向上が認められた。

IV. 考察

本研究では、陸上長距離選手における競技記録及び各パワーの年間変化について検討した。その結果、5,000m、10,000m及び20kmにおいてシーズン1からシーズン2にかけて記録は向上していることが確認された。特に、BGは5,000m及び10,000mにおいて有意な記録の向上が示され、20kmにおいても記録が向上していた。陸上競技・長距離種目における最大パフォーマンスを引き出す因子として杉田ら^{15) 18) 19)}の先行研究では、最大酸素摂取量の重要性や有酸素系能力の向上が競技力向上に繋がると報告されている¹⁴⁾。また、右

田¹⁴⁾は、有酸素性パワーの量を示す最大酸素摂取量は持久的能力の重要な要因と報告している。これらの結果をふまえ本研究では、シーズン1からシーズン2にかけて最大無酸素性パワー、ミドルパワー及び対ピークの年間変化について検討した。最大無酸素パワー、ミドルパワー及び対ピークの年間変化についてみると、最大無酸素パワーは絶対値において低下が認められた。また、ミドルパワーは、AGは増加傾向があったものの、BG群は低下する傾向を示した。対ピークに関しては、AGはシーズン1よりもシーズン2が低下しているが、BGにおいては有意に向上している結果が得られた。このことから、1年間の陸上長距離の専門的なトレーニングによってパワー発揮能力のうち、対ピークが向上し、その傾向はAGよりもBGの方が高いことが明らかとなった。

小原²¹⁾は、VO₂maxから測定した長距離選手

における最大無酸素パワーと記録との関係について長距離選手におけるスプリント能力の向上と長距離の走能力の向上を兼ねそろえたトレーニング手段として最大無酸素パワーが有効であることを指摘している。また、最大無酸素パワー発揮能力の高い選手は、最大酸素摂取量を引き上げる可能性があることを示唆している。この結果と本研究におけるBGで対ピークの有意な年間変化を示されたことを踏まえると、パワー発揮能力の向上は記録の向上に影響するものと考えられることができる。また、黒田⁸⁾は長距離選手を対象とした研究において、高付加トレーニングを用いることでパワー発揮能力を高めることを指摘している。さらに、表2に示した通り、主なトレーニングメニューをみても、最大無酸素パワー、ミドルパワー及び対ピークの値を向上させるトレーニングが含まれていない。よって、持続的なトレーニングのみならずパワー発揮能力の向上を主眼としたトレーニングを組み込むことで競技記録の向上が認められる可能性が示唆された。

V. 総括

本研究は5,000m、10,000m及び20kmと各種パワー発揮特性の年間変化について検討した。このことから、1年間の専門的トレーニングにより記録が向上し、特に一定レベルに達していない選手は対ピークの向上により記録の向上が見込める可能性が示唆された。先行研究でも指摘されているように、各種パワー発揮能力は、長距離選手の記録の向上に影響を及ぼす因子であり、今後のトレーニングへの導入や選手の競技能力を推定する指標となりえることが推察された。

参考文献

- 1) 明石正和、横内靖典、武藤幸政、畠山栄子、永都久典 (1994) スポーツ選手の形態及び最大無酸素パワーに関する研究：城西大学研究年報、自然科学編 18 p37-50
- 2) 帖佐寛章、栗本関夫、青木純一郎 (1971) 長距離走者のVo₂maxの縦断的研究：順天堂大学保健体育紀要 第14号 p91-93
- 3) Dotan & Bar-Or, O. (1983) Load optimization for the Wingate anaerobic test. Eur. J. Appl. Physiol., 51 p409-417
- 4) 堀川浩之、佐藤三千雄、朝比奈茂 (1998) 一般大学生における無酸素性パワーの特徴：日本体育学会大会号 49 p451
- 5) 池袋敏博、久保啓太郎、八重嶋克俊、五十嵐克三、矢田秀昭、金久博昭、角田直也 (2009) 陸上長距離選手の下肢筋群における筋厚発達の部位差：トレーニング科学第21巻 第3号 p311-318
- 6) 川崎勇二 (1989) 陸上競技選手のアネロビックパワーに関する一考察 —本学中・長距離選手の基礎的体力測定を中心として—：中央学院大学教養論叢 2 p63-77
- 7) 川崎勇二 (1990) 陸上競技選手のアネロビックパワーに関する一考察 —中長距離選手の競技能力に及ぼす影響について—：中央学院大学教養論叢 3 p65-78
- 8) 黒田善雄、加賀谷熙彦、塚越克己、雨宮輝也、太田祐造、酒井惇子 (1968) 日本人一流競技選手の最大酸素摂取量 —第1報—：日本体育協会スポーツ科学研究報告 p1-8
- 9) 丸山敦夫、美坂幸治 (1983) VO₂AT及びVO₂sub-maxによる長距離選手Performanceの推定について：鹿児島大学教育学部研究紀要 35 p53-64
- 10) 松下美知、柳瀬香南、松本和、永野久子、古井正明、山崎光世、兵頭重徳、林繁實 (1993) 高校長距離ランナーの最大酸素摂取量：高知学園短期大学紀要 第24号 p17-25
- 11) 満園良一 (2004) 長距離ランナーにおける持続的トレーニング時の下肢筋力特性と身体組成の変化：久留米大学健康・スポーツ科学センター研究紀要 第12巻 第1号 p31-36
- 12) 満園良一、柚木孝敬、小宮秀一 (1997) 長距離ランナーにおける身体組成、走行経済性および走パフォーマンスの縦断的評価：久留米大学保健体育センター研究紀要 第5巻 第1号 p47-51
- 13) 満園良一、辻本尚弥、吉田典子、木場孝繁、松元圭太郎、濱田広一郎 (2007) 長距離ランナーにおけるLTレベルの長時間運動パフォーマンスに対する分岐アミノ酸摂取の影響：久留米大学健康・スポーツ科学センター紀要 第14巻 第1号 p7-13
- 14) 右田孝志 (2001) 長距離走者の最大酸素摂取量に相当する走運動における持続時間とVO₂の緩成分：久留米大学健康・スポーツ科学センター研究紀要 第9巻 第1号 p1-10
- 15) 杉田正明、松垣紀子、小林寛道 (1997) 大学陸上長距離選手におけるエネルギー供給系能力とパフォーマンス：日本体育学会大会号 48 p260

- 16) 田中宏暁、沢木啓祐、重松森雄 (2001) 体重は長距離の記録の主な規定因子である：日本運動生理学雑誌 8 p51-52
- 17) 田中重陽、角田直也 (2011) 男女スポーツ選手における下肢の筋形態が無酸素パワーに及ぼす影響：日本生理人類学会誌 Vol.16 No.3 p141
- 18) 豊岡示朗、足立哲司、宮原清彰、松生香里、福島利浩、鈴木従道 (2000) マラソン競技記録と平均マラソンスピードでの酸素摂取量、固定血中乳酸濃度の関係：大阪体育大学紀要 第31巻 p27-38
- 19) 山地啓司 (1985) 一流スポーツ選手の最大酸素摂取量：体育学研究 30 p183-193
- 20) 山崎省一、青木純一郎 (1977) 長距離走者の競技記録と無酸素的能力：体力科学26 p87-95
- 21) 小原達郎 (1990) 持久性競技成績と換気性閾値、 VO_2max および短・中・長距離走能力の相互関係：長崎大学教育自然科学研究 第42号 51~58