



Tokyo Gakugei University Repository

東京学芸大学リポジトリ

<http://ir.u-gakugei.ac.jp/>

Title	大学サッカー選手に観る競技力と簡易体力テスト指標の 関連性
Author(s)	安部, 久貴; 藤枝, 賢晴
Citation	東京学芸大学紀要 第5部門 芸術・健康・スポーツ科学 , 56: 131-141
Issue Date	2004-10-29
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2309/2939">http://hdl.handle.net/2309/2939</a>
Publisher	東京学芸大学紀要出版委員会
Rights	

## 大学サッカー選手に観る競技力と簡易体力テスト指標の関連性

安部 久貴\*・藤枝 賢晴\*\*

健康・スポーツ科学

(2004年6月3日受理)

### 1. 序論

現在、FIFA 加盟国数は国際連合加盟国数よりも多く、サッカーは地球規模のスポーツといっても過言ではない。サッカーのプレーは、パス、ドリブル、キック、ジャンプ、ダッシュ等様々な動きを状況に合うように組み合わせて行っており、これらの行なわれた運動の結果はパフォーマンスと呼ばれている。

従来の日本におけるスポーツの代表的なパフォーマンスの概念は技術・戦術・体力を独立した要素として捉え、それぞれを円で表し3つの円の重なる部分を運動パフォーマンスとして捉える2次元的なものであり、サッカーにおいても同様であった<sup>1)2)</sup>。しかし、現在の新しいサッカーのパフォーマンスは技術×戦術×体力+精神力=パフォーマンスと定義されている<sup>2)</sup>。これは技術と戦術と体力を掛け合わせて、それらを精神力が支えていることを表している。このパフォーマンスの概念は三つの要素を掛け合わせたものであるので当然3次元の立方体で表される。この場合、どれか一つの因子でも成長させればパフォーマンスが向上すると説明されていた以前の考え方よりも、三つの要素を総合して鍛えていく事を強調しているという点から、より全体的にパフォーマンスを捉えているということが言える。また、このパフォーマンスの概念は、 $P=C \cdot E(m)$  という、猪飼<sup>3)</sup>によって定義されたパフォーマンスの考え方によっても説明できる。この定義では、 $P$ =パフォーマンスのことであり、 $C$ =サイバネティクス(運動制御能力)、 $E$ =エネルギー、 $m$ =モチベーションのことである。これは、意欲( $m$ )によってエネルギーが動員され、ある力

( $E$ )ができる。そして、この力を統合したもの( $E$ )を技術( $C$ )がまとめて成績( $P$ )、すなわちパフォーマンスになるといった理論である。このようなパフォーマンスの概念の変化は、体力や技術と関係の無い戦術など有り得ないし、戦術や技術と関係の無い体力などはいくらあってもサッカーのパフォーマンスとして意味を持たないと考えた時に、以前の2次元的なパフォーマンスの概念では説明出来なくなってきたために起こったものであると考えられる。このようなパフォーマンスの概念の変化にもかかわらず、依然として体力はパフォーマンスの構成因子としてみなされている。

ここで意味する体力とはどのようなものなのであろうか。猪飼<sup>4)</sup>によれば、体力とはまず身体的要素と精神的要素に分類され、各々に行動体力と防衛体力があるとされている。そして、身体的要素の行動体力はさらに形態と機能に分けられる。形態は体格を、機能は筋力、敏捷性、持久力、パワー、平衡性、柔軟性、協応性をそれぞれ指し、この身体的要素の行動体力が一般的に体力と呼ばれている。これは、西嶋ら<sup>5)</sup>によってサッカー選手のタレント構成因子の体格・体力・運動能力領域として、スピード、スタミナ、パワー、アジリティー、コーディネーション、体格などが挙げられている事からもうかがえる。実際にJリーグのチーム等でも、トレッドミルを使った漸増負荷試験による最大酸素摂取量の測定や、等速性の筋力測定機を用いた筋力測定、自転車エルゴメーターやキックフォースを用いた筋パワー測定、ステッピングテストを用いての敏捷性の測定、体脂肪率、除脂肪体重を指標とした身体組成の評価などが行われている<sup>6)-8)</sup>。さらに、最近では丸山ら<sup>9)</sup>がサッカー選手の生理学的パワーの分

\* 東京学芸大学大学院 教育学研究科 総合教育開発専攻

\*\* 東京学芸大学(184 8501 小金井市貫井北町4 1 1)

類として一般的であった, 30秒以下の瞬間的な運動で主に ATP-PC 系のエネルギー供給系に依存するハイパワー, 数分間継続可能な運動で主に解糖のエネルギー供給系に依存するミドルパワー, 出力パワーは低い長時間の運動継続が可能な運動で主に酸化系のエネルギー供給系に依存するローパワーの3つの分類に加えて, 高強度の運動を何度も反復する運動様式に対応する間欠パワーの独立性を示唆する報告をしており, すでにサッカー選手を対象とした自転車エルゴメーターを用いた間欠パワー測定テスト<sup>10)</sup>も行われている。その他にも, 疾走速度や能力<sup>11)12)</sup>, スピードトレーニングに関する研究<sup>13)14)</sup>, 敏捷性のトレーニング・評価についての研究<sup>15)16)</sup>, 様々なレベルにおける身体・体力測定の報告<sup>17)~19)</sup>など体力面についての研究は幅広く行われているが, これまで行われてきた研究はあくまでサッカーにおける体力の意味するもののほんの一部に絞った研究が多く, 仮に体力を総合的に捉えていたとしてもその運動の結果を比較しているだけであって, 体力テストの結果と実際のサッカーのパフォーマンスの評価を比較してサッカーにおける体力要素の重要度を明らかにするという研究は不十分である。また, 測定機材が高価であるために指導の現場で同様の測定を行うことが難しいという問題点もあった。

そこで, 本研究では同一サッカークラブ内のサッカーの競技パフォーマンスによって能力別にチーム分けされた3チームの選手に, サッカーの特性と現場での簡便性を考慮した同様の体力テストを実施し, その結果をチーム間で比較することにより, サッカーの競技パフォーマンスと各体力指標の関連性を検討した。

## 2. 研究方法

### 2.1 被験者

本研究の被験者は東京学芸大学蹴球部員30人(年齢 $19.8 \pm 1.2$ 歳, 身長 $174.5 \pm 5.2$ cm, 体重 $67.7 \pm 5.4$ kg, 体脂肪率 $13.9 \pm 2.8\%$ , サッカー歴 $12.5 \pm 1.9$ 年)とした。内訳は, Aチーム10名, B1チーム10名, B2チーム10名, であり各チームの公式戦のメンバーに選ばれることが予想される各ポジションのフィールドプレイヤーであり, またサッカー歴にもほとんど差を認めない。

なお, 被験者には, あらかじめ実験の方法, 実験に伴う苦痛及び危険性について十分な説明を行い, 実験参加の同意を得た。

### 2.2 測定期間

2003年8月27日より12月3日の期間で行った。トレーニングの期分けは, 鍛錬期末期から試合期が終わった直後までの間である。

### 2.3 測定項目

行動体力の機能における全身持久力の測定として, 最大酸素摂取量と相関の高い最大努力で行う12分間走とサッカー選手の試合中の移動速度より著者が考案した最大下で行うペース走を行った。そして, 高強度の間欠運動であるサッカー特有の持久力をも測定可能な自転車エルゴメーターを用いた間欠的パワーテスト, さらに, スピードの指標として30m・50m走, パワーの指標として, 垂直跳び, 立ち幅跳び, 自転車エルゴメーターによる最大パワーテスト, 敏捷性(アジリティー)のテストとして反復横跳び, 体幹の筋力と筋持久力を示す値として上体起こしを採用した。また, 形態として身長, 体重, 体脂肪率, 除脂肪体重, 除脂肪体重/身長(m)を測定した。

#### 2.3.1 12分間走

BalkeとWare(1959)が考案し, Cooper(1968)が国際的に普及させたことよりクーパー走とも呼ばれる。この方法はアメリカ空軍の軍人を対象に開発され, 12分間に走った距離から最大酸素摂取量(以下 $VO_2\max$ )を推定可能である。また, 本実験では, 被験者の最大努力を確認するために測定終了時の心拍数も測定した。心拍数の測定方法は被験者各自に15秒間首または手首で脈拍を計測し, その数を4倍したものを心拍数/分として用いた。

#### 2.3.2 ペース走

八田<sup>20)</sup>の提案するLactate Threshold(以下LT)が測定可能なグランド走と先行研究<sup>21)</sup>のサッカー選手の試合中の走速度から得られたデータを基にして検者自らが考案した。

まず, ウォーミングアップとして400mトラックを各自のペースで2周走り(2周目はペースを上げるように指示), ストレッチを行わせた後ペース走を開始した。ペース走は, 400mトラックを同じペースで2周走り, 血中乳酸値を測定(1回30秒~40秒)したらすぐに次のペースで再び走り始めるものであった。周回ペースは, トラック1週2分(時速12km), 1分50秒(時速13.1km), 1分45秒(時速13.7km), 1分40秒(時速14.4km), 1分35秒(時速15.2km)の5段階で徐々に走るスピードを上げていった。これは, サッ

カー選手の試合中の走速度の70%程度が時速14~15 km 以下であるということが報告<sup>17,21)</sup>されており、血中乳酸値を指標として約時速15km までにおいてどのエネルギー供給系が優位に働いているのかということを知る手がかりとなると考えたためである。なお、心拍数に関してはPolar 社製ハートレートモニターバンテージ NV を用いて5 秒毎に記録した。

### 2 .3 .3 間欠的パワーテスト

山本<sup>10)</sup>らの考案した、サッカー選手に応用可能な自転車エルゴメーターを利用した間欠パワーテストを用いた。

まず、ウォーミングアップとして自転車エルゴメーター (COMBI 社製 AEROBIKE75XL) を用いて、50 W の負荷からスタートして各自で負荷を上げながら心拍数を100~120拍/分のところまで上げてその状態を5 分程維持させた後、下肢中心にストレッチを行った。その後、電磁ブレーキ式の自転車エルゴメーター (COMBI 社製 POWERMAX-V ) を用いて5 秒間の全力ペダリングを十分な休息 (5 分間以上) をはさんで2 回行った。これら2 回の全力ペダリングは、下記の最大パワーテストの指標としても用いられるほか、自転車エルゴメーターの全力ペダリングに慣れるという目的も含んでいる。

そして、2 回全力ペダリングの終了後、再び十分な休息をとった後、5 秒間の全力ペダリングを20秒間の休息をはさんで10セット反復した。ペダリングの際には、あらかじめサドルを各被験者の最もペダリングしやすい位置にセットし、ペダリング中はサドルから腰をあげないように指示した。負荷は被験者の体重の7.5%の重量 (kp) を用いた。なお、評価の指標としては、人によって負荷が異なるので体重あたりの発揮パワーを用いた。まず、体重あたりの瞬間最大発揮パワーを Peak Power/kg (以下 PP/kg), PP/kg に対しての各セットの5 秒間の平均発揮パワーの比率をピーク%, 各セットの体重あたりの5 秒間の平均発揮パワーを平均パワー Watt/kg (以下 W/kg) 8, 9, 10セット目の体重あたりの平均パワーを終末平均値/kg (以下 Pst/kg), を用いた。

また、山本<sup>22)</sup>らの研究では、この実験後の心拍数の低下率からサッカー選手の疲労回復能力を評価し得るという結果が得られていることから、本実験では間欠的パワーテスト実施直前から終了後15分までの心拍数をPolar 社製ハートレートモニターバンテージ NV を用いて5 秒おきに記録し、乳酸値も直後、5 分後、15

分後に測定した。なお、このテストは被験者がペース配分をした場合には正しい評価ができなくなるので、被験者にはあらかじめこのテストの原理と方法について入念に説明した。

### 2 .3 .4 30m 走・50m 走

本学グラウンド (土) を (A チーム5 名, B1 チーム1 名においてはグラウンドの都合により陸上競技用のタータンで測定を行った) 使用して50m を測り、30m・50m のそれぞれの所へ印をつけて各ポイントに一人ずつ計測者がついた。そして、被験者は十分なウォーミングアップ後にスパイクを履いて50m 走を十分な休息をはさみ2 回測定した。なお、スタートはスタンディングスタートとして一人ずつ行ない、同時に30m 走の記録も測定した。また、同じ日に立ち幅跳びと上体起こしの測定も行った。2 回の測定の平均値 (小数点3 桁以下は切り捨て) を記録として用いた。

### 2 .3 .5 立ち幅跳び

本学グラウンドにてスパイクを履いた状態で2 回測定した (A チーム5 名, B1 チーム1 名においてはグラウンドの都合により陸上競技用のタータンで測定を行った)。助走はつけずに、腕や体、脚部で十分に反動をつけて前方へ跳躍し、できるだけ前方に着地する。そして身体がグラウンドに触れた位置のうち、最も踏み切り線に近い位置と、踏み切り前の両足の中央の位置 (踏み切り線の前端) とを結ぶ直線の距離を測定した。2 回の測定の平均値 (m 換算して小数点3 桁以下は切り捨て) を記録として用いた。

### 2 .3 .6 垂直跳び

本学体育館にて測定2 回した。壁側の手の指先にチョークの粉をつけ、片手を出来るだけ上に伸ばし測定盤に印をつける。そして壁から20cm 離れた所に立ち、その場で膝を曲げた姿勢から反動をつけ出来るだけ高く跳び上がり指先で測定盤に印をつけ、下の指先の印から上の印の間の距離を測定した。また、同じ日に反復横跳びの測定も行った。2 回の測定の平均値 (小数点以下は四捨五入) を記録として用いた。

### 2 .3 .7 最大パワーテスト

上記で示した間欠パワーテスト前の2 回の5 秒間の全力ペダリングと、間欠パワーテストの1 セット目の5 秒間の全力ペダリングの合計3 回の全力ペダリングのうちで最高の値 (W/kg) をピークパワーとして用

いた。(COMBI社製 POWERMAX-V 使用)

### 2.3.8 反復横跳び

本学体育館を使用して2回測定した。1m間隔で3本の平行なラインを引き中央のラインをまたいだ状態からスタートし、20秒間で何回ラインをまたぐか、もしくは踏むことが出来るかを測定した。2回の測定の平均値(小数点以下は四捨五入)を記録として用いた。

### 2.3.9 上体起こし

本学トレーニングセンターにて測定を行った。被験者は仰臥姿勢をとり、両手を軽く握り両腕を胸の前で組み、両膝の角度を90度に保った状態で補助者にしっかりと固定してもらう。そして、「始め」の合図とともに両肘と両大腿部がつくまで体を起こし、素早く開始時の仰臥姿勢に戻す(肩甲骨がつくまで上体を下げ)動作を30秒間で何回できるかを測定した。

### 2.4 得点化

測定を行った12分間走, Pst/kg, 30m走, 50m走, PP/kg, 垂直とび, 立ち幅跳び, 反復横跳び, 上体起こしの9種目において, 人数を上位記録者から20%ごとに区切って5(5~1点)段階に評価し, それを得点として各個人の総得点を45点満点で算出した。また, 項目ごとにチームの平均点を算出して比較する総合評価も行なった。この5段階評価は, 評価の尺度を統一するために便宜的に行ったものであるが, 被験者の人数や結果の分布の状況から決定した。

### 2.5 体組成

Biospace社製 In Body を用いて測定を行い, 身長, 体重, 筋肉量, 体脂肪量, 体脂肪率, 除脂肪体重をその指標として扱った。

### 2.6 統計方法

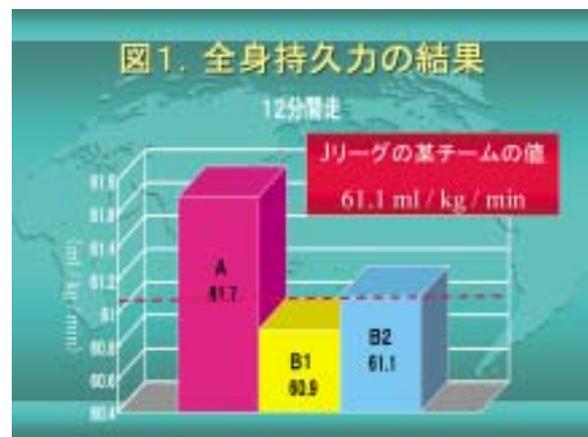
本実験において得られた測定値については, 統計パッケージ Stat View for Windows Version5.0TM Japanese Edition (SAS Institute Inc.) を使用して一元配置分散分析を行った。さらに, そこで有意差を認められたものについては Fisher の PLSD を用いて多重分析を行った。なお, それらの統計上の有意水準は5%とした。

## 3. 結果

### 3.1 測定項目の結果

#### 3.1.1 12分間走

各チームの平均記録は, それぞれ(A) 3 269±57m, (B1) 3 232±92m, (B2) 3 241±81m で 推定  $VO_2\max$  は, (A) 61.7±1.3ml/kg/min, (B1) 60.9±2.0ml/kg/min, (B2) 61.1±1.7ml/kg/min となりチーム間の推定  $VO_2\max$  に有意差は観られなかった。また, 同時に測定した心拍数においても(A) 183±10拍/分, (B1) 177±12拍/分, (B2) 177±8拍/分でチーム間に有意差は観られなかった。



#### 3.1.2 ペース走

各チームの結果において, 安静時の乳酸値は(B2)は(B1)より有意に低値を示した( $p < 0.05$ )。その他の運動中の心拍数, 乳酸値には有意な差は観られなかった。しかしながら, 心拍数, 乳酸値共に安静時からの増加率で考えた場合, 心拍数では有意な差は認められなかったが, 乳酸値については(A)は(B2)より, 1分45秒( $p < 0.05$ ), 1分40秒( $p < 0.05$ ), 1分35秒( $p < 0.05$ )のペース時に有意に低値を示した。また(B1)は(B2)より, 1分40秒( $p < 0.05$ ), 1分35秒( $p < 0.05$ )のペース時に有意に低値を示した。

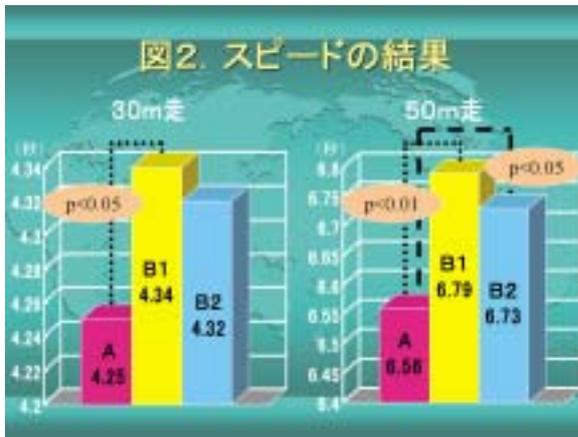
#### 3.1.3 間欠的パワーテスト

各チームの結果において, 3セット目の平均パワー(W/kg)で, (B1)は(A)より有意に高値を示した( $p < 0.05$ )。同じく3セット目のピーク%の値では, (B1)は(A), (B2)に対してともに有意に高値を示した( $p < 0.001$ )( $p < 0.01$ )。その他のPP/kg, Pst/kg, において有意差は認められなかった。

また、疲労回復能力の指標として用いた心拍数と乳酸値の運動後の測定値にも有意差は認められなかった。

### 3.1.4 30m走・50m走

各チームの平均記録は、30m走(A)4.24±0.1秒、(B1)4.35±0.12秒、(B2)4.32±0.07秒で、(A)が(B1)より有意に低値を示した( $p<0.05$ )。また、50m走の各チームの平均記録は、(A)6.56±0.13秒、(B1)6.79±0.23秒、(B2)6.73±0.12秒で、(A)が(B1)、(B2)より有意に低値を示した( $p<0.01$ )( $p<0.05$ )。



### 3.1.5 立ち幅跳び

各チームの平均記録は、(A)2.48±0.13cm、(B1)2.35±0.11cm、(B2)2.35±0.11cmで、(A)の記録が(B1)(B2)より有意に高値を示した( $p<0.05$ )( $p<0.05$ )。



### 3.1.6 垂直跳び

各チームの平均記録は、(A)62.7±5.4cm、(B1)59.9±7.0cm、(B2)61.0±4.3cmでチーム間の記

録に有意差は認められなかった。

### 3.1.7 反復横跳び

各チームの平均記録は、(A)63.2±2.5回、(B1)62.1±4.1回、(B2)62.5±3.0回でチーム間の記録に有意差は認められなかった。

### 3.1.8 上体起こし

各チームの平均記録は、(A)37.2±4.0回、(B1)38.9±1.2回、(B2)35.6±2.9回で、(B1)の記録が(B2)よりも有意に高値を示した( $p<0.05$ )。

### 3.2 得点化

得点化の結果、各チームの総合点の平均は(A)31.3±4.3点、(B1)26.2±5.8点、(B2)25.7±5.0点で、(A)の平均点が(B1)、(B2)に比べて有意に高値を示した( $p<0.05$ )( $p<0.05$ )。また、項目ごとにチーム平均点の比較を行った総合評価では、すべての項目で測定記録の時とほぼ同様の違いが確認された。



### 3.3 体組成

各チームの平均記録は、身長、(A)177.9±5.6cm、(B1)171.8±4.3cm、(B2)173.7±3.9cm、体重、(A)70.5±6.5kg、(B1)66.2±4.4kg、(B2)66.4±4.3kg、体脂肪率、(A)14.6±2.2%、(B1)13.2±3.3%、(B2)13.8±2.9%、除脂肪体重、(A)60.2±5.7kg、(B1)57.5±4.5kg、(B2)57.2±3.6kg、除脂肪体重/身長は(A)33.4±2.7、(B1)33.5±1.9、(B2)32.9±1.7という記録であった。その中で、身長において、(A)は(B1)より有意に高値を示した( $p<0.01$ )。その他の項目において有意差は認められなかった。



#### 4. 考察

##### 4.1 12分間走

各チームの平均記録は、走行距離が(A)  $3\,269 \pm 57$ m, (B1)  $3\,232 \pm 92$ m, (B2)  $3\,241 \pm 81$ mであり、この記録はWeineck<sup>25)</sup>が考案したアマチュア上級・プロのサッカー選手向けの評価表では、6段階中の4段階にあたる「良」と評価されている値であった。さらに、走行距離から算出される各チームの推定 $VO_2\max$ は、(A)  $61.7 \pm 1.3$ ml/kg/min, (B1)  $60.9 \pm 2.0$ ml/kg/min, (B2)  $61.1 \pm 1.7$ ml/kg/minであった。これは、星川ら<sup>32)</sup>が報告しているJリーグのチームのトップチームの $61.1$ ml/kg/minという値と比較しても同等かそれ以上の結果であり、チーム間に有意差は得なかったが各被験者は十分トレーニングされた有酸素能力を持っていることが示唆された。しかしながら、被験者のモチベーションに左右されやすいという特徴を持っているため、本実験では各個人の測定終了時の心拍数を運動強度の指標として心拍数を測定していた。その結果は(A)  $183 \pm 10$ 拍/分, (B1)  $177 \pm 12$ 拍/分, (B2)  $177 \pm 8$ 拍/分でチーム間に有意差は観られなかった。また、運動強度は220・年齢で予測最大心拍数を算出した値から考えてみても各チーム90%程度であり高い意識で測定に望んでいることがわかる。しかし、この心拍数はチーム平均であるため、各個人間の心拍数にはある程度のばらつきがあった。よって、点数化する際には、他の種目と同様に優れた(少ない)値の者から5~1点の評価をつけ、走行距離(5段階評価)との合計点を出しその点数によって12分間走の評価(5段階)とした。

##### 4.2 ペース走

これまでの先行研究より、時速14.4kmまでのスピードでは有酸素系の乳酸を蓄積しないエネルギー代謝が

優位に行われることがサッカー選手として望ましいということが明らかにされている<sup>17,25)</sup>。これらの研究を受けて無酸素性作業閾値 Anaerobic Threshold (以下AT)となる走速度を決定する方法が考え出された。ATの概念には様々な意見があるが、先行研究においては、無酸素性のエネルギー機構が関与する指標として血中乳酸値が4ミリモルに相当する運動強度の事を指す Onset of Blood Lactate Accumulation (以下OBLA) が用いられた。フィールドでのOBLAを用いたサッカー選手の全身持久力の評価としては、漆原<sup>36)</sup>がフィールド走OBLAとトレッドミル走OBLA、 $VO_2\max$ 、12分間走の間には有意な相関があると報告しているが、その測定方法は50m四方のコースを設置してのものであり簡便性に欠けるものであった。

これらのことを踏まえて、著者はグラウンドの周りの400mトラックを用いて走速度が時速約12~15kmの時の生理的反応を観ることで、最大努力で測定される12分間走等から推定する最大酸素摂取量とはまた違った結果が出てくるのではないかと考え、生理的反応の指標として心拍数、血中乳酸値を用いて本実験を行った。結果としては、今回の実験においてペース走で得られた数値自体からは、心拍数、血中乳酸値ともに有意な差を認めることは出来なかった。これは、実験期間が試合期になってしまったために長期間に及び(約3ヶ月間)、気温が最大で20度も(最高32度、最低12度)も違ってしまった事が多分に影響していると考えられる。心拍数と血中乳酸値は暑熱環境、寒冷環境において同一運動強度の場合、寒冷環境で低値を示すと言われている<sup>26)</sup>事から、今回の実験においても心拍数と血中乳酸値が、環境(気温・湿度)の影響を受けてしまったのではないであろうか。事実、11月末に多数(6/10人)を測定した(B2)の安静時の血中乳酸値が、他のチームも安静値のレベルにあるにもかかわらず有意に低値を記録している。そこで、各ペースの後に測られた心拍数・血中乳酸値が安静時の心拍数・血中乳酸値の何%にあたるのかを算出し、心拍数・乳酸上昇率としてその値を統計にかけてチーム間で比較した結果、乳酸上昇率に有意な差が認められた。しかし、この有意差の妥当性についてはさらに考察していかなければならない。そして、なにより同時期(環境の影響が少ない状況)にペース走を行いこのテストの有効性についてさらなる研究を重ねるべきと考える。

##### 4.3 間欠パワーテスト

このテストは、瞬発力と持久力と短時間のうちに同時に評価し得る実用性の高いテストであると言われて

いる。山本<sup>10)</sup>らによれば、1セット目の値をPmaxとして瞬発力の指標、8・9・10、セットの平均パワー値をPstとして持久力の指標としてプロ選手と大学生の測定比較を行ったところ、Pmax、Pstともにプロ選手の方が有意に高値を示したと言う事を報告している。今回の実験においては、山本らが1セット目の5秒間の体重あたりの平均発揮パワーをPmaxとしているのに対し、測定機器が自転車であるためにPeak Powerまで時間がかかり、陸上での競技であるサッカーにおいて発揮するパワーを考えた場合に、5秒間の平均パワーではなく一瞬のPeak Powerの方が大切ではないかと考えたために本実験においてはPP/kgという値を採用した。また、Pstについては山本らと同様に考えた。間欠パワーの項目のうちチーム間で有意な差を認められたのは平均パワー(W/kg)とピーク%の3セット目において、ともに(B1)が(A)、(B2)より高値を示したのみであった。先行研究で山本らが行った実験でプロ選手と大学生の間にもプロ選手の方が有意に高値を示したという結果から、本実験でも(A)の方が(B1)、(B2)よりも両指標において高値を示すのではないかと予測していた著者の考えとは異なる結果であった。これは、山本らが1)1セット目の発揮パワーが、最初にために起こった2回の全力ペダリング時の発揮パワー値の高い方に比べて5%以上低かった場合、2)運動の中盤における発揮パワーが著しく増加した場合、3)発揮パワーの低下の推移が滑らかではなく、変動が著しかった場合、に当てはまる時には測定のやり直しを行ったのに対し、本実験は試合期であった選手のコンディションへの配慮から測定のやり直しを行わなかった事が原因であると考えられる。また、舌ら<sup>27)</sup>によって報告されているように、全力ペダリング時の足関節の使い方(スキル)も影響を及ぼしている一因であるとも考えられる。つまり、サッカーとは全く異なった運動様式であるために全力を発揮できなかった部分もあるのではないかと、とも考えられる。

さらに、このテストでは疲労回復能力の評価もできるとされている<sup>22)</sup>。特に、心拍数において回復力の高い選手と低い選手で比較した場合に測定終了3分後の心拍数において回復力が高い選手は、回復力の低い選手と比べて有意に高い回復力を示すことが報告されていたが、本実験の結果ではチーム間において心拍数・乳酸値ともに運動後に有意差は認められなかった。

以上の事から、今回の自転車エルゴメーターを用いた間欠パワーテストの結果からは、瞬発力、持久力、疲労回復能力において各チーム間に有意な違いは無い

ということが示唆された。

#### 4.4 30m走・50m走

最近、山本<sup>28)</sup>によって爆発的パワー(explorative power)がサッカーにおけるフィジカル要素として挙げられているが、山田<sup>29)</sup>によれば30m走・50m走は爆発的パワーを構成している4つの要素のうちの1つである、スプリンティングパワーにあたるとしている。この事から、本実験ではスピードの指標として設定した。

まず、30m走はサッカー独自の運動様式を現し得る測定方法であると言われており、前述の関東一部リーグ所属の大学サッカー選手を対象とした山田の測定でも行なわれた測定種目であった。このときに報告されている値は、正確な測定方法は分からないが $4.23 \pm 0.15$ 秒であり、本実験で測定された(A)の $4.24 \pm 0.10$ 秒とほぼ同様の値を示した。この事から、本実験によって得られた値は、高度にトレーニングされた大学サッカー選手の値として考えて妥当であると言える。

また、50m走は距離の面から考えると、実際のサッカーでは極度に長い距離であるが、日本サッカー協会の推奨する体力テストの種目にもなっていること、著者の予備実験において(A)と(B2)間で有意な差を認められた事から測定種目として採用した。1990年に戸苅らが発表したサッカー選手の体力評価表<sup>30)</sup>によれば、(A)の記録である $6.56 \pm 0.13$ 秒は7段階評価の5段階目にあたる、「優れている」に該当した。しかし、(B1) $6.79 \pm 0.23$ 秒、(B2) $6.73 \pm 0.12$ 秒という両チームの記録は、4段階目の「普通」に該当する成績であり(A)と比較したところ有意な差も認められた。これらの事から、スピードの領域では、(A)とその他2チームの間には明らかな違いがある事が確認された。

#### 4.5 垂直跳び・立ち幅跳び

これは、前述の山田<sup>29)</sup>の爆発的なパワーの分類からいくとスプリンティングパワーの下位領域にあたるカウンタームーブメントパワー(反動性パワー)の測定をする方法であり、垂直跳びは垂直方向への、そして立ち幅跳びは多方向へのパワーの発揮力を表している。特に、垂直跳びに至っては国際的<sup>5)</sup>にもサッカー選手の体力測定として行なわれている測定項目である。

本実験の立ち幅跳びの記録においては、戸苅らの評価表の項目にはないものの(A) $2.48 \pm 0.13$ cm (B1)

2.35±0.11cm, (B2) 2.35±0.11cm という値で, (A)の値は他の2チームよりも有意に高値を示した。これは, ドイツのプロチームの値として約250cm という記録が報告してある事<sup>25)</sup>より, 高度にトレーニングされたサッカー選手の記録であると推測できる。

また, 垂直跳びの記録は(A) 62.7±5.4cm, (B1) 59.9±7.0cm, (B2) 61.0±4.3cm で, 戸茱らの評価表を用いると「普通」に該当する評価となりチーム間の平均値においても有意な差は認められなかった。しかし, 日本代表の記録<sup>30)</sup>として64.7±6.0cm, ドイツのプロチームの値として57.5cm という記録も報告されている<sup>25)</sup>ことからサッカー選手としては十分な値であると推測できる。

以上の事から, 同じパワー測定項目であるにもかかわらず, 垂直跳びでは3チーム間に有意な差は認められなかったのに対し, 立ち幅跳びでは(A)が他の2チームよりも有意に高値を示していることから, 水平方向への発揮パワーがサッカーのパフォーマンスにおいて重要な役割を占めているのではないかと, という事が示唆された。

#### 4.6 反復横跳び

山本<sup>28)</sup>によればアジリティー(敏捷性)とは, 無理なく素早く動ける能力と定義されている。また, その他の定義<sup>33)</sup>としては, 別々の動作のお互いの切り替えの早さを指す, とされている。これらの事より, ターン, 急スタート, 急ストップ, を繰り返すサッカーの競技特性を考慮するとアジリティーは欠かせない能力であると言える。このような動きを可能にするためには「筋力」「パワー」のみならず, 「主動筋と拮抗筋の切り替えのコーディネーション」やそれに伴う「リラクゼーション能力」など, 様々な要素が関与している。

本実験で測定項目とした反復横跳びの結果は, (A) 63.2±2.5回, (B1) 62.1±4.1回, (B2) 62.5±3.0回でチーム間に有意差は認められなかった。本実験では, 学校現場で行なわれている12~19歳を対象とした新体力テストの測定方法に従って1m間隔で3本のラインを引いて測定を行った。その評価表(10点満点)によれば63回以上で10点という評価になっており, 今回の測定結果から, 各チームとも十分な能力を備えているということが示唆された。サッカー選手の測定結果としては, 3本のラインの間隔が1m20cmの距離で行なわれた日本代表の記録として55.5±3.2回という記録が報告されているが, 今回の測定とはライン間の距離が異なっていたために直接の比較は出来

なかった。

#### 4.7 上体起こし

この種目は, サッカーにおいて相手選手とのコンタクト時, フェイント, 方向転換行う時などボディバランスを保つ事が大切であるといわれている事, または腰痛予防との関連などから, サッカー選手の競技力向上および傷害予防の観点からみて体幹筋力は重要であると考えたために測定を実施した。体幹筋群としては, 腹筋群, 背筋群が挙げられる。そこで, 本実験では腹筋群は, 等速性筋力測定器での測定値と高い相関関係が認められている上体起こしで, また, 背筋群は背筋力計での測定を行っていた。しかし, 測定途中で背筋力計が壊れてしまったために腹筋群のみの測定となった。

今回の測定の結果は, (A) 37.2±4.0回, (B1) 38.9±1.2回, (B2) 35.6±2.9回 で, (B1)が(B2)よりも有意に高い値を示した。山本らのプロと大学サッカー選手の体幹筋力の研究<sup>31)</sup>の結果より, 等速性筋力測定器を用いた腹筋力・背筋力の最大及び持久力の測定において, いずれの記録においてもプロの方が有意に高いという値が得られていたより, (A)が他の2チームよりも高値になるのではないかと予測されたが異なる結果となった。しかし, (A)と(B1)には有意な差は認められなかったが, (B1)が(B2)よりも有意に高値を示したことから, 体幹の筋力とサッカーのパフォーマンスにはなんらかの関係があるのではないかと推測できる。この測定種目はその他の測定種目と比べて測定動作の規定が難しく, 個人間で測定動作の違いも見られたことから, 背筋力の測定も含めて今後さらに研究を進めていきたい。

#### 4.8 点数化

まず, 各種目を点数化してチーム間で比較したところ, その結果は記録で比較した時の結果とほぼ同じ値で, 30m走・50m走, 立ち幅跳び, 上体起こしで有意差が認められた。

また, 各種目の点数を足して総合点を出し, 各個人の総合的な体力の比較も行った。その結果, サッカーのパフォーマンスに優れる(A)が31.3±4.3点で他のチームに比べて総合点でも有意に高値を示し, (B1)は26.2±5.8点, (B2)は25.7±5.0点で両チームの結果には有意差は認められなかった。これらの事より, サッカーのパフォーマンスで順位付けられた3チームの関係を考えてみると, (B2)と(B1)の間には, 技術・戦術的な面での能力の差があり,

(B1)と(A)の間には、少なくとも体力面での差が、特に、スピードと水平方向へのパワーの違いが存在するのではないかと示唆された。

#### 4.9 体組成

本実験において、各チーム間により身長項目で、(A)の方が他の2チームより有意に高値を示したことから、大学サッカー選手のパフォーマンスと身長との関連性が示唆された。(A)の平均身長は $177.9 \pm 5.6$  cmで、星川ら<sup>32)</sup>がJリーグのチームの形態として(TOP)  $176.1 \pm 4.9$  cm、(サテライト)  $177.8 \pm 5.0$  cm、と報告している値と比較してもサッカー選手として十分な身長であると考えられる。また、星川らは、サッカーのパフォーマンスにおいて、身長に対して十分に大きな除脂肪体重を保持する事が大切ではないかと示唆していることから、その他の値についてもさらに検討した。その結果、その他の項目では各チーム間の比較に有意差は認められなかったが、体脂肪率においては、星川らの報告と比較すると測定方法に違いがあるものの、(TOP)  $8.5 \pm 2.8\%$ 、(サテライト)  $7.8 \pm 2.3\%$ に対し、本実験から得られた値は(A)  $14.6 \pm 2.2\%$ 、(B1)  $13.2 \pm 3.3\%$ 、(B2)  $13.8 \pm 2.9\%$ で明らかに劣っていた。また、除脂肪体重/身長値においても、(TOP)  $36.5 \pm 1.8$ 、(サテライト)  $34.9 \pm 3.0$ に対し、(A)  $33.4 \pm 2.7$ 、(B1)  $33.5 \pm 1.9$ 、(B2)  $32.9 \pm 1.7$ で、やはりプロの値からは劣る結果であった。これらの事から、クラブ全体として、脂肪を減らし筋肉を増やす、という形態面での変化によってもさらにサッカーのパフォーマンスを向上させる可能性があるということが示唆された。

#### 5. 総括

本研究では本学蹴球部員30名を被験者とし、それぞれにサッカーの特性と現場での簡便性を考慮した体力テストを行い、その結果を各チーム間で比較することによりサッカーの競技力と各体力要因の関連性について検討した結果、以下の知見を得た。

- 1) 全身持久力においては、各チーム十分な能力を持っておりチーム間で差は無い。
- 2) スピードの指標となる30m走の記録において、(A)が(B1)と比べて有意に低値( $p < 0.05$ )を示した。また、50m走の記録では(A)が他の2チームと比べて有意に低値(B1,  $p < 0.01$ ,

B2,  $p < 0.05$ )を示した。

- 3) 水平方向へのパワーの指標となる立ち幅跳びの記録において、(A)が他の2チームと比べて有意に高値(B1,  $p < 0.05$ , B2,  $p < 0.05$ )を示した。
- 4) 形態においては、身長項目で(A)は(B1)よりも有意に高値( $p < 0.01$ )を示した。
- 5) 総得点において、(B1)、(B2)は、ほぼ同じ点数であったが、(A)は両チームより有意に高得点(B1,  $p < 0.05$ , B2,  $p < 0.05$ )であった。また、総合評価において、記録での比較同様、スピード、水平方向へのパワーに有意な差が認められた。

#### 6. 結論

簡易フィールド・テストにて測定評価可能な基礎的体力要素のうち、形態指標では身長のみが、機能指標では短距離走スピードと水平方向への発揮パワーが、大学サッカー選手の競技パフォーマンスと有意に関連し得る。

#### 7. 参考文献

- 1) ハンス・オフト(1994) COACHING ハンス・オフトのサッカー学、小学館、pp 36 - 37
- 2) 喜熨斗 勝史(1999) 技術・戦術・体力の3次元的サッカーパフォーマンス、サッカークリニック2月号ベースボールマガジン社、pp 44 - 47
- 3) 浅見 俊雄他(1976) 身体運動学概説、大修館書店、p.7
- 4) 宮下 充正編(1997) 体力を考える～その定義・測定と応用～、杏林書院 pp 20 - 21
- 5) 西嶋 尚彦(2002) サッカー選手のタレント発掘～体力・運動能力テスト～、体育の科学 vol 52 no 5、pp 367 - 376
- 6) 安松 裕城他(1997) Jリーグユース選手における体力測定の意義と活用、サッカー医・科学研究 第17巻、pp.121 - 124
- 7) 鳴尾 直軌他(2002) Jリーグ選手の試合期における形態・体力測定値の変化、サッカー医・科学研究 第22巻、pp 52 - 57
- 8) 喜熨斗 勝史(1999) Jリーグで行われているプレ

- シーズンチェック, サッカークリニック3月号 ベースボールマガジン社, pp. 98 - 102
- 9) 丸山 剛生他(1997) 間欠的ランニングテストを用いた総合的な生理的パワーの測定, サッカー医・科学研究 第17巻, pp. 207 - 211
- 10) 山本 正嘉他(1995) 間欠的パワーテストを用いたサッカー選手の体力評価, サッカー医・科学研究 第15巻, pp. 45 - 50
- 11) 戸苅 晴彦他(1995) サッカー選手の疾走速度, サッカー医・科学研究 第15巻, pp. 107 - 110
- 12) 中山 忠彦他(1999) サッカー選手の方向転換をともなう疾走能力, サッカー医・科学研究 第19巻, pp. 60 - 64
- 13) 生駒 武志他(1997) サッカー選手のスピードトレーニングの原理, サッカー医・科学研究 第17巻, pp. 101 - 106
- 14) 生駒 武志他(1998) サッカー選手のスピードトレーニング, サッカー医・科学研究 第18巻, pp. 25 - 29
- 15) 小粥 智浩他(2000) サッカー選手における敏捷性評価としての立位ステップテストの有効性, サッカー医・科学研究 第20巻, pp. 90 - 93
- 16) 高倉 亜維他(1997) 女子サッカー選手の敏捷性トレーニング項目の構造, サッカー医・科学研究 第17巻, pp. 113 - 116
- 17) 長崎 文彦他(1998) 何をコンディショニングの目安とするか? ~Jリーグチームの体力測定から~, サッカー医・科学研究 第18巻, pp. 91 - 93
- 18) 喜熨斗 勝史他(1996) Jリーグユース・ジュニアユースチームのフィジカルチェックに関する調査, サッカー医・科学研究 第16巻, pp. 45 - 54
- 19) J.Bangsbo, f.Lindquist, (1992) Comparison of Various Exercise Tests with Endurance Performance during Soccer in Professional Players, Int J Sport Med13, pp.125 - 132
- 20) 八田 秀雄(2001) 乳酸を活かしたスポーツトレーニング, 講談社 p.124 - 130
- 21) 山村 千晶他(1997) Jリーグ選手の試合中における動きの特徴, サッカー医・科学研究 第17巻, pp. 71 - 74
- 22) 山本 利春他(1998) 心拍数の回復からみた疲労回復能力の評価, サッカー医・科学研究 第18巻, p.127
- 23) 波多野義郎他(2002 - 2004) WONDERFUL SPORTS ~生涯スポーツをめざして~, よくわかる新体力テスト 新学社
- 24) 日本体力学会測定評価専門分科会編(1977) 体力の診断と評価, 大修館書店
- 25) J.ヴァインエック著 戸苅晴彦監訳 サッカーの最適トレーニング, 大修館書店 p.69, p.85.
- 26) 根本 勇(1999) 勝ちにいくスポーツ生理学, 山海堂 p.177
- 27) 舌 正史他(2002) 自転車エルゴメーターによる間欠的パワーテストでの2次元動作解析~Lリーグ・サッカー選手による検討~, サッカー医・科学研究 第22巻, pp.71 - 74
- 28) 山本 晃永(2003) 中高生のためのフィジカルトレーニング, サッカークリニック12月号 ベースボールマガジン社, pp.62 - 67
- 29) 山田 庸(2003) パワートレーニング段階に対応したテストの階層性, <http://www.spss.co.jp/ronbun/2003pos14.pdf>
- 30) 加藤 久監修(1994) サッカーがうまくなるためのからだづくり, 森永製菓株式会社健康事業部・ミズノ株式会社アスレチック事業部, p.35
- 31) 山本 利春他(2001) プロ及び大学サッカー選手の体幹筋力, サッカー医・科学研究 第21巻, pp.56 - 60
- 32) 星川 佳広他(2000) ジュピロ磐田における形態・知力測定, サッカー医・科学研究 第20巻, pp.78 - 82
- 33) 日本SAQ協会編(1999) スポーツスピード養成SAQトレーニング, 大修館書店, p.7
- 34) 山地 啓司(2001) 改訂 最大酸素摂取量の科学, 杏林書院,
- 35) 掛水 隆, 大橋 二郎(1996) サッカーおもしろ科学, 東京電機大学出版局
- 36) 漆原 誠他(1999) 高校サッカー選手のマルチステージ・20mシャトルラン・テストによる推定VO<sub>2</sub>maxとフィールドにおけるOBLA及び12分間走成績との関係, サッカー医・科学研究 第19巻, pp.117 - 120

## The relationships between competitive abilities and physical fitness of general field tests in university soccer players

Hisataka ANBE · Yoshiharu FUJIEDA

*Department of Health and Sport Science*

### Abstract

**BACKGROUND** : In this study, we investigated the relationships between physical fitness variables, which were assessed by using general field fitness tests, and the actual playing abilities in real soccer games, among university soccer club members. **METHODS** : Thirty field players ( $19.8 \pm 1.2$  yrs,  $174.5 \pm 5.2$  cm,  $67.7 \pm 5.4$  kg), who had been classified into the top A through the third minor B2 team, participated in this experiment as volunteers. Subjects underwent the combined field fitness testing considered specific to soccer players, and were evaluated on cardiopulmonary endurance, sprint speed, muscle power output and agility respectively. We also categorized these test outcomes into five different ranks per each 20 percentile and defined a full score of 45 points. **RESULTS** : The top A showed significantly higher performances in 30-meter [ $4.15 \pm 0.10$  sec. in A vs.  $4.35 \pm 0.10$  sec. in B1 ;  $p < 0.05$ ] and in 50-meter sprint time [ $6.56 \pm 0.13$  sec. in A vs.  $6.79 \pm 0.23$  sec. in B1 ;  $p < 0.01$ , and vs.  $6.73 \pm 0.12$  sec. in B2 ;  $p < 0.05$ , respectively]. Significantly greater records of standing broad jump were also observed in the top A [ $2.48 \pm 0.13$  m in A vs.  $2.35 \pm 0.11$  m in B1, and  $2.35 \pm 0.11$  m in B2 ;  $p < 0.05$ , respectively]. Besides these findings, body height of the top A is taller than that of B1 [ $177.9 \pm 5.6$  cm in A vs.  $171.8 \pm 4.3$  cm in B1 ;  $p < 0.01$ ]. The top A marked the significant highest scores among these 3 teams [ $31.3 \pm 4.3$  points in A vs.  $26.2 \pm 5.8$  points in B1, and vs.  $25.7 \pm 5.0$  points in B2 ;  $p < 0.05$ , respectively]. **CONCLUSION** : It is suggested that sprint speed, muscle strength in horizontal directions assessed through general field tests, and body height could be associated with comprehensive competitive abilities in university soccer players.