

## 日本人一流サッカー選手の最大酸素摂取量

### — ポジション及び年齢別の比較 —

大橋 二郎 兵頭 圭介 戸荊 晴彦  
丸山 剛生\*

東京大学教養学部 \*東京工業大学

## Maximal Oxygen Uptake of Elite Soccer Players in Japan

Jiro Ohashi, Keisuke Hyodo, Haruhiko Togari and  
Takeo Maruyama\*

Department of Sports Sciences, College of Arts and Sciences, University of Tokyo

\* Tokyo Institute of Technology

### Abstract

The purpose of this study was to measure maximal oxygen uptake ( $\dot{V}O_2 \text{ max}$ ) of elite soccer players in Japan. The subjects measured in this study were 25 Japan national A team players, 17 Japan national B team players, 62 Japan Soccer League (JSL) players belonging to three teams (two teams are from the first division and the other is from the second division), 42 candidates for Japan youth soccer team and 18 university players. The period of this study was from January 1988 to January 1989.

Mean  $\dot{V}O_2 \text{ max}$  of all the subjects was 57.3 ml/kg·min and the highest mean  $\dot{V}O_2 \text{ max}$  among seven groups was 62.0 ml/kg·min (candidates for Japan youth soccer team) and the lowest was 51.9 ml/kg·min (JSL second division team). A comparison of the mean value of Japan national A team of this study (55.1 ml/kg·min) with that of Japan national team in 1976–1978 (59.0 ml/kg·min) revealed that aerobic power of the top level soccer players was not improved during the period of about ten years.

The mean  $\dot{V}O_2 \text{ max}$  (ml/kg·min) of GK (goal keeper) was significantly lower than other positions but no differences were found in the rest of position (DF; defender, MF; midfielder, FW; forward player).

The mean  $\dot{V}O_2 \text{ max}$  among the age-groups of 16–18, 19–22, 23–25 and 26–30 were 62.2 ml/kg·min, 59.4 ml/kg·min, 55.7 ml/kg·min and 53.7 ml/kg·min respectively. Although the peak aerobic power generally appears at 20–25 years old, the mean  $\dot{V}O_2 \text{ max}$  at these ages already decreased.

The results of this study indicate that the aerobic power training of elite soccer players after 20 years old is insufficient.

## はじめに

サッカー競技は、体力的な特性として試合時間の多くを有酸素性のエネルギー供給機構に依存している。試合をボール中心に観察してみると、キックやドリブル、あるいはタックルなど高強度の速い動きが多いように見られるが、11名対11名という競技者数やアウトオブプレーの時間も考慮して観察すると、高強度の速いプレーを連続的に行っているのではない。むしろ個々のプレーヤーは、多くの時間をポジショニングなどのために低、中等度の強度で移動しているといえる。これまでに、このような試合中の選手の動きに関する研究がいくつかみられるが、それらによると、90分の試合の間に1名のプレーヤーは、8,000 mから12,000 m移動すること<sup>7)11)16)</sup>、また移動スピードでは、試合時間の80~90パーセントが有酸素性のエネルギー機構に依存していることなど<sup>8)9)</sup>が報告されている。

このようにサッカー競技は試合の中でその状況に応じて有酸素的、無酸素的なパワーを必要とするスポーツ種目といえるが、その中で全身持久性は実際の試合では時間的に高い割合を占める運動要素といえることができる。これらのことからサッカー選手を対象とした体力要素を測定する項目の中に、最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2\max$ ) を含む報告がみられるようになった。

最大酸素摂取量の測定法として、実験室的にトレッドミルと自転車エルゴメータを用いる方法が一般的であるが、グラウンド上の移動運動を中心とするサッカー競技の特徴から、トレッドミルを用いたテストによって求められた最大酸素摂取量が自転車エルゴメータによるものより、10パーセント程高い値が求められ、体重あたりで評価することが競技特性に合致したものであり、報告の多くはこの方法によってなされてきた。

戸莉たち<sup>14)</sup>は1979年に、日本代表、日本リーグ、ユース代表などの日本人一流サッカー選手を対象とし、最大酸素摂取量の測定結果を報告している。これらのうち最も高い値を示したものが、ユース候補の  $62.9 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  であった。また本代表チームの平均  $59.0 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  を含め、日本リーグチームはチーム平均で  $53.3 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$

から  $59.3 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  の範囲にあったとしている。また北米プロチームを対象とした Raven<sup>10)</sup> の  $58.9 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ 、カナダ・オリンピック候補選手を対象とした Rhodes ら<sup>12)</sup> の  $58.7 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ 、日本人大学一流選手を対象とした久野たち<sup>5)</sup> の  $58.5 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  などの報告は戸莉たちのものとほぼ同様の値である。しかし、ベルギーの大学選手を対象とした Van Gool ら<sup>15)</sup> は  $66.4 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ 、ハンガリーの1部リーグを対象とした Apor<sup>1)</sup> は  $58.1 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  から  $66.6 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ 、Howacki ら<sup>6)</sup> は西ドイツの3部リーグレベルの選手が  $69.2 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ 、地方のユースチームで  $68.8 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  とし、また西ドイツのある代表選手の資料として、自転車エルゴメータを用いた測定結果が  $66.4 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  であったなどの報告は、戸莉たちなどの報告より上回るものである。

Eklom<sup>2)</sup> はサッカー選手の生理学的プロフィールを紹介している中で、約20年にわたる国際的レベルにあるサッカー選手の研究から、チーム平均の最大酸素摂取量の値が年々増加しているとしている。これらの例として、西ドイツやスウェーデンの代表選手では65から  $68 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  であり、これらのうち個人の値では  $70 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  に達するか、これを超えるであろうと述べ、特に成功をおさめた選手の最大酸素摂取量が高いことを指摘している。

西ドイツは、ワールドカップにおいて長年にわたり安定した成績を示していることなどから、世界一流のレベルのサッカー選手の有酸素性の運動能力は、日本を含めた他の低レベルの選手と比較して高いことがうかがわれる。

このことから本研究では日本代表選手を含む国内一流レベルのサッカー選手の有酸素性運動能力の現状を把握するために、最大酸素摂取量を測定し、1) チーム別の比較、2) ポジションとの関係、3) 年齢との関係について、過去の日本国内レベルのものを含む他の資料と比較し、日本におけるサッカー選手の有酸素性運動能力の現状を明らかにすることを目的とした。

## 方法

1.  $\dot{V}O_2\max$  の測定

## 1) 被検者

1988年1月から1989年1月までに、164名のサッカー選手を対象とし測定を実施した。チームごとの人数は日本代表選手A (A代表) 25名、日本代表選手B (B代表) 17名、ユース代表候補選手42名、日本サッカーリーグ1部リーグからNチーム22名、Aチーム24名、2部からTチーム16名、関東大学2部および東京都大学リーグ1部の3チームから計18名であった。なおこれらの測定は、チーム単位で実施されたものもあり、代表チームと単独チームに同一被検者が含まれる、といった例が9例あり、これらの被検者の測定値は最大値を代表値として処理した。このため対象としたデータ数は155例であった。

被検者の年齢は16歳から30歳、平均年齢は22.1歳 ( $\pm 3.86$ )、ポジションはゴールキーパー (GK) 16名、ディフェンダー (DF) 50名、ミッドフィールダー (MF) 46名、フォワード (FW) 43名であった。

## 2) 測定手順

最大酸素摂取量の測定方法はトレッドミルによる負荷漸増法を用いた。初期速度 200 m/min 角度 0度、2分毎に 20 m/min ずつ速度を漸増した。300 m/min に達し2分経過した後、傾斜を2%、2分後に3%とし、被検者には自己の最大努力でオールアウトまで走るよう指示した。呼気ガス分析にはダクラスバッグ法を用い、採気は1分毎に実施した。最大酸素摂取量の判定は、心拍数 180 bpm 以上のもので、オールアウト前の3分間の呼気ガスサンプルのうち最大値とした。

呼気ガスの分析は、日本電気三栄社製の Expirated Gas Monitor 1H21A を用い、安定状態を確認後、窒素ガスと標準ガスによって  $O_2$ 、 $CO_2$  濃度のキャリブレーションを実施した。さらに各被検者の測定前後に、標準ガスにより同様のキャリブレーションを実施した。

## 結果および考察

## a. グループ間の比較

全被検者155名の最大酸素摂取量は平均  $3.96 \pm 0.45$  l/min、体重当りでは  $57.3 \pm 5.93$  ml/kg $\cdot$ min であった。各グループごとの平均では、表1

表1 サッカー選手の最大酸素摂取量

|       | n   | $\dot{V}O_2 \max$<br>(l/min) | $\dot{V}O_2 \max$<br>(ml/kg $\cdot$ min) |
|-------|-----|------------------------------|--|
| A 代表  | 25  | 4.00 $\pm$ 0.38              | 55.1 $\pm$ 5.40                          |
| B 代表  | 17  | 4.03 $\pm$ 0.35              | 56.4 $\pm$ 4.08                          |
| ユース候補 | 42  | 4.24 $\pm$ 0.36              | 62.0 $\pm$ 4.76                          |
| N チーム | 22  | 3.94 $\pm$ 0.39              | 55.4 $\pm$ 3.18                          |
| A チーム | 24  | 3.78 $\pm$ 0.39              | 55.1 $\pm$ 4.56                          |
| T チーム | 16  | 3.55 $\pm$ 0.42              | 51.9 $\pm$ 5.14                          |
| 大 学   | 18  | 3.93 $\pm$ 0.52              | 60.8 $\pm$ 5.66                          |
| 合 計   | 155 | 3.96 $\pm$ 0.45              | 57.3 $\pm$ 5.93                          |

注) 単独チーム、代表チームなどの複数のグループに含まれる9例の被検者の測定結果は最大値を代表値とし、合計では単一化して処理した。

に示したようにユース候補選手が  $4.24 \pm 0.36$  l/min と最も高く、A代表、B代表、Nチーム、大学はそれぞれ  $4.00 \pm 0.38$  l/min、 $4.03 \pm 0.35$  l/min、 $3.94 \pm 0.39$  l/min、 $3.93 \pm 0.52$  l/min と近い値を示し、Tチームが  $3.55 \pm 0.42$  l/min とこれらのグループの中では最も低かった。ユース候補選手は他のグループと比較して、A代表、B代表に5%水準、その他のグループには1%水準で有意差が認められた。A代表、B代表、Nチーム、大学は相互に有意差は認められなかったが、最も低かったTチームは  $3.55 \pm 0.42$  l/min とAチームを除く5グループのうち大学とは5%水準で有意差が認められた。

体重当りでは、ユース候補が  $62.0 \pm 4.76$  ml/kg $\cdot$ min と最も高く、ついで大学グループ  $60.8 \pm 5.66$  ml/kg $\cdot$ min であり、両者に有意差は認められなかったが、大学に対するB代表が5%水準、他のグループとは1%水準で有意差が認められた。B代表  $56.4 \pm 4.08$  ml/kg $\cdot$ min、A代表  $55.1 \pm 5.40$  ml/kg $\cdot$ min、Nチーム  $55.4 \pm 3.18$  ml/kg $\cdot$ min、Aチーム  $55.1 \pm 4.56$  ml/kg $\cdot$ min には相互に有意差は認められなかった。Tチームは体重当りでも  $51.9 \pm 5.14$  ml/kg $\cdot$ min と最も低い値を示し、Nチーム、Aチームとは5%水準、他のグループとは1%水準で有意差が認められた。

国内のサッカー選手の過去の資料のうち、1977年から1978年に日本代表、ユース候補、日本リーグ選手を対象に測定された結果が  $55.3$  ml/kg $\cdot$

min から  $62.9 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}^{14)}$  であった。今回の測定結果では、最も低かったTチームを除くとAチームの  $55.1 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  からユース候補の  $62.0 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  であり、10年前の値とほぼ同じ範囲内に含まれるものであった。また1978年のユース候補選手の測定結果は  $62.9 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  と当時のグループ間では最も高い値を示したが、今回も  $62.0 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  と同様に最高値を示した。

A代表は、1977年、1978年の測定値が  $59.0 \pm 4.05 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ 、今回が  $55.1 \pm 5.40 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  と低下した(5%水準で有意)。Ekblom<sup>2)</sup> は国際的レベルにある西ドイツやスウェーデンの代表選手では65から  $68 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  であり、チーム平均の最大酸素摂取量の値が増加していると述べているが、A代表はこの値から  $10 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  程度と低いこと、またほぼ10年前の値と比較しても低下を示していることから、有酸素性の運動能力に関して国際レベルのプレーヤーとの差がさらに広がりつつあることが推察された。

ユースレベルの最大酸素摂取量が他のグループと比較すると、絶対値、体重当たりの値ともに高い値を示した。このグループの体重は  $68.7 \pm 6.0 \text{ kg}$  であり、その他のグループの平均  $67.7 \pm 6.9 \text{ kg}$  とわずかに  $1 \text{ kg}$  低いにすぎず、体格的にもほぼ他のグループと同様であることからユース候補選手、すなわち高校のトップレベルのプレーヤーは有酸素性の運動能力は他の年齢上位のグループより高いことが明らかになった。

#### b. ポジションごとの比較

各選手の最大酸素摂取量の値をフォワード(FW)、ミッドフィールダー(MF)、ディフェンダー(DF)、ゴールキーパー(GK)に分類集計した(表2)。絶対値ではFW  $4.01 \pm 0.32 \text{ l/min}$ 、GK  $4.04 \pm 0.51 \text{ l/min}$ 、DF  $3.97 \pm 0.49 \text{ l/min}$ 、MF  $3.88 \pm 0.50 \text{ l/min}$  の順であったが各グループとも近い値を示し、4グループ相互に有意差は認められなかった。

体重当りではMFが最も大きく、 $58.6 \pm 6.01 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ 、ついでFW  $57.8 \pm 4.45 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ 、DF  $57.5 \pm 6.22 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  であったがこの3グループ間に有意差は認められなかった。GKは  $51.8 \pm 5.00 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  と最も低い値を示し、

表2 ポジション別にみたサッカー選手の最大酸素摂取量

|    | n  | $\dot{V}O_2 \text{ max}$<br>( $\text{l/min}$ ) | $\dot{V}O_2 \text{ max}$<br>( $\text{ml/kg} \cdot \text{min}$ ) |
|----|----|--|---|
| GK | 16 | $4.04 \pm 0.51$                                | $51.6 \pm 4.89$   |
| DF | 50 | $3.97 \pm 0.49$                                | $57.5 \pm 6.29$   |
| MF | 46 | $3.88 \pm 0.50$                                | $58.6 \pm 6.07$   |
| FW | 43 | $4.01 \pm 0.32$                                | $57.8 \pm 4.50$   |

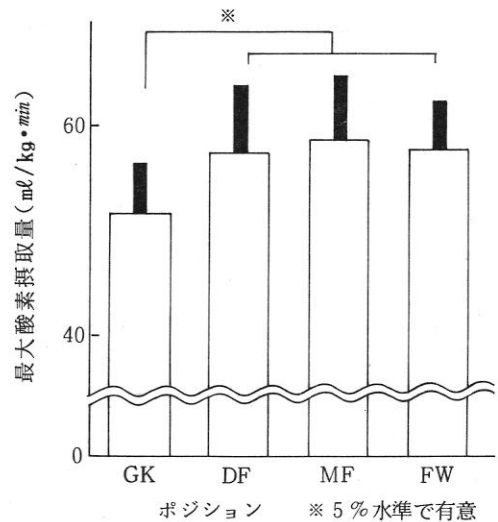


図1 ポジションごとの最大酸素摂取量

他の3グループと1%水準で有意差が認められた(図1)。

フィールドプレーヤー間の特徴について戸荊たち<sup>14)</sup>は、HB(MF)、FB(DF)、FWという順であり、HBはFBを5%水準で有意に上回っていたと報告している。戦術面からサッカーのポジションに要求される特徴として、MFは攻守とも直接的に関わることから、いわゆるスタミナの要素が重要であることは一般的に理解されていることである。また試合中の移動距離からみても、MFが他のポジションに比べて多い<sup>8) 11) 16)</sup>、という報告がなされている。これらのことからMFはより有酸素性の運動能力を求められていると考えられ、戸荊たちの報告はこのことを裏付け

たものといえよう。しかし Raven たち<sup>10)</sup> の北米プロチームの報告では attack (FW), DF, MF の順, Kansal たち<sup>3)</sup> のインドのジュニアショナルチームでは FW, HALF (MF), BACK (DF) というように他の報告では必ずしも一致はみられない。本研究の結果においても、フィールドプレイヤーのポジション間に有意な差は認められなかったが、この要因の一つとして近年のサッカーにおける戦術的な変化が考えられる。その変化とは、フォワードは攻撃、ディフェンダーは守備といった画一的なものではなく、ポジションに要求されるものが多岐に渡ってきていること、またオフサイドルールを利用するために、ディフェンダーをハーフラインの方向へ頻りに上げることなど、両チームのディフェンダーがより近くなる傾向にあることなどである。これらのことからフィールドプレイヤーの有酸素性の運動能力といった体力的な特徴と、ポジションとの関係が従来より薄れてきたものと思われる。

GK は他のポジションと比較すると有意に低い値を示したが、これは他の研究結果と一致している。GK はそのプレーの特徴からゲーム中にグラウンド上を移動する機会は他のポジションと比較すると極めて少なく、体力要素としては短時間に高いパワーを発揮することが要求されている。従って GK の体力の評価には、有酸素性の運動能力を重要視する必要はないであろう。

### c. 年齢との関係

グループ間の比較の中で、ユース候補の最大酸素摂取量が高い値を示したことから、全被検者のうち GK を除いたプレイヤーを対象として最大酸素摂取量と加齢による影響について横断的に検討を加えた。図 2 には各年齢ごとの最大酸素摂取量の変化を示したものである。16歳の  $63.3 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  ( $n=1$ ) が最も高い値を示し、30歳のグループでは  $56.3 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  ( $n=5$ ,  $\pm 3.26$ ) と全体の平均値  $57.3 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  に近い値を示したものの、全体としては加齢とともに最大酸素摂取量は減少する傾向がみられた。

さらに高校レベルとして16から18歳、大学および社会人の若いグループとして19から22歳、社会人の中間として23から25歳、社会人のベテランと

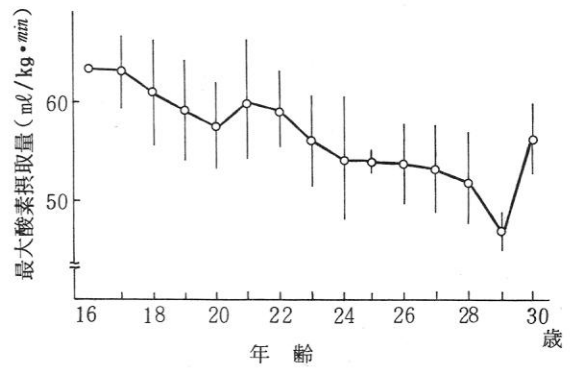


図2 サッカー選手の年齢と最大酸素摂取量

表3 年齢グループ別にみたサッカー選手の最大酸素摂取量

| age group | n  | $\dot{V}O_2\text{max}$<br>( $\ell / \text{min}$ ) | $\dot{V}O_2\text{max}$<br>( $\text{ml} / \text{kg} \cdot \text{min}$ ) |
|-----------|----|---|--|
| 16-18     | 37 | 4.18 ± 0.33                                       | 62.2 ± 4.80  |
| 19-22     | 39 | 3.95 ± 0.47                                       | 59.4 ± 4.87  |
| 23-25     | 29 | 3.92 ± 0.43                                       | 55.7 ± 4.37  |
| 26-30     | 34 | 3.73 ± 0.45                                       | 53.7 ± 4.58  |

16から18歳グループ  $62.2 \pm 4.8 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ , 19から22歳グループ  $59.4 \pm 4.87 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ , 23から25歳グループ  $55.7 \pm 4.37 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ , 26から30歳グループ  $53.7 \pm 4.58 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  (図3), 絶対値でも  $4.18 \pm 0.33 \ell / \text{min}$ ,  $3.95 \pm 0.47 \ell / \text{min}$ ,  $3.92 \pm 0.43 \ell / \text{min}$ ,  $3.73 \pm 0.45 \ell / \text{min}$  と減少の傾向を示した。

小林<sup>4)</sup> は年齢と aerobic power の概観を最大酸素摂取量の絶対値で表しているが、これによると一般人や競技者において20歳から25歳付近をピークとして加齢とともに減少する傾向を示している。また競技者やトレーニングをしている人の場合、その低下曲線が一般人と比較してゆるやかである。本研究の結果では16から18歳にピークがあり、19歳から22歳グループで減少の傾向を示した。このことは、本研究の対象となった日本人一流サッカー選手の場合、競技者やトレーニングをしている人の傾向と異なり、早い時期すなわち、高校

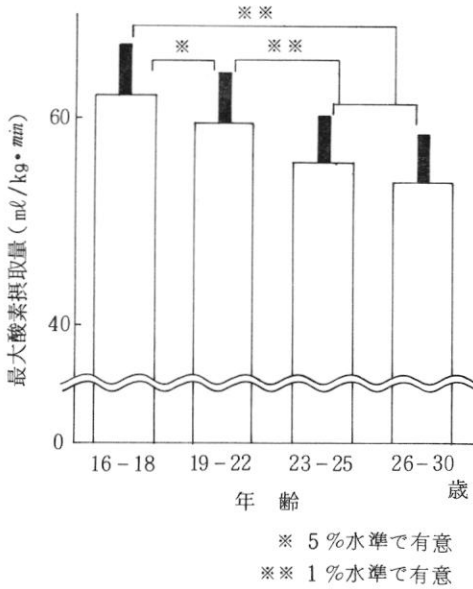


図3 各年齢グループごとの最大酸素摂取量

レベルに有酸素性の運動能力のピークが表れ、20歳前後に低下傾向を示すことがわかった。

またサッカーにおけるその他の主要な体力要素である最大無酸素パワーについて、鈴木たち<sup>13)</sup>は自転車エルゴメータを用い測定しているが、これによると最大酸素摂取量の結果とは逆にA代表、B代表の値がユース候補と比較して有意に高いという結果を示している。

有酸素性の能力低下は加齢とともに若干表れるとしても、20歳から25歳という競技者として本来ピークを迎えるグループにおいて最大酸素摂取量の値が下降傾向を示すことは、この年代での練習やトレーニングの内容が有酸素性の能力を維持、向上に至ってないことが推察できる。

Eklblom<sup>2)</sup>はチーム平均の最大有酸素パワーを上げることがゲームの質やパフォーマンスを高めるとすることには、なお議論の余地があるとしながら、国際レベルでは最大有酸素パワーを高めることが、特に後半のゲームのパフォーマンスを改善すると考えることは妥当である、と述べている。

日本代表チームの国際レベルのゲームにおいて指摘されている後半のスタミナ不足が依然として改善されていないが、最大酸素摂取量の国際的にトップレベルの選手と隔たりや10年間に改善がみ

られなかったことと密接に関係しているものと思われる。従って、これらのことから成人レベルに達したサッカー選手の練習やトレーニング内容を、有酸素性の運動能力を維持、あるいは向上させるものに改善する必要性が示唆された。

#### まとめ

日本代表選手を含む国内の一流サッカー選手を対象に、有酸素性運動能力として最大酸素摂取量の測定を実施した。

その結果、最大酸素摂取量の測定結果をチーム別にみると、体重当り  $51.9 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  から  $62.0 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$  の範囲内であった。これらはほぼ10年前(1977-1978)に測定された同レベルの選手の測定結果と比較すると、日本代表チームでは減少、その他はほぼ一致し、最大酸素摂取量からみた有酸素性の運動能力に改善がみられていないことが明らかとなった。

GK, DF, MF, FWの4つのポジションごとと比較した結果では、FW  $4.01 \pm 0.32 \text{ l/min}$  から MF  $3.88 \pm 0.49 \text{ l/min}$  の範囲であり、絶対値ではポジションの特性はみられなかった。体重当りではGKが低かったが他のポジション間ではこれまでの報告と異なり有意な差はみられなかった。これは主としてサッカーの戦術的な変化によることが推察された。

ユースレベルの最大酸素摂取量が高いことから加齢による影響を検討したところ、加齢にともない減少する傾向が明らかになった。このことにより大学、社会人レベルでの練習、トレーニング内容が、有酸素性の維持、向上に効果的ではないことが示唆された。

## 文 献

- 1) Apor, P. Successful formulae for fitness training. *Science and Football* (edited by T. Reilly et al.) 95-107, 1988.
- 2) Ekblom, B. Applied physiology of soccer. *Sports Medicine* 3:50-60, 1986.
- 3) Kansal, D.K., S.K. Verma and L.S. Sidhu. Intrasportive differences in maximum oxygen uptake and body composition of Indian players in hockey and football. *Journal of Sports Medicine*. 20:309-316, 1980.
- 4) 小林寛道：日本人のエアロビックパワー，杏林書院 253-257. 1982.
- 5) 久野譜也，竹部益世，土肥徳秀，松本光弘：大学サッカー選手における筋線維特性と有酸素的・無酸素的作業能力に関する研究，*Japanese Journal of Sports Sciences* 7(1)：62-68，1988.
- 6) Nowacki, P.E., D.Y. Cari, C. Buhl and U. Krummelbein. Biological performance of German soccer players (professionals and juniors) tested by special ergometry and treadmill methods. *Science and Football* (edited by T. Reilly et al.) 145-157, 1988.
- 7) 大橋二郎，戸苺晴彦：サッカーの試合中における移動距離の変動，*東京大学教養学部体育学紀要* 15：27-34. 1981.
- 8) 大橋二郎：サッカー選手の試合中における移動スピードの測定，*東京大学教養学部体育学紀要* 21：54-61. 1987.
- 9) Ohashi, J., H. Togari, M. Isokawa and S. Suzuki. Measuring movement speeds and distance covered during soccer match-play. *Science and Football*, (edited by T. Reilly et al.) 329-333, 1988.
- 10) Raven, P.B., L.R. Gettman, M.L. Pollock and K.H. Cooper. A physiological evaluation of professional soccer players. *British Journal of Sports Medicine* 10:209-216, 1976.
- 11) Reilly, T. and Thomas, V. A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Studies*, 2, 87-97, 1976.
- 12) Rhodes, E.C., R.E. Mosher, D.C. McKenzie, I.M. Franks and J.E. Potts. Physiological Profiles of the Canadian Olympic Soccer Team. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*. 11 (1): 31-36, 1986.
- 13) 鈴木滋，戸苺晴彦，磯川正教，田嶋幸三：サッカー選手の最大無酸素パワー，昭和63年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告No II 競技種目別競技力向上に関する研究-12報- 237-244, 1989.
- 14) 戸苺晴彦，浅見俊雄，足立長彦，山本恵三，杉山進，大橋二郎：一流サッカー選手の体力について，*東京大学教養学部体育学紀要* 13：33-42. 1979.
- 15) Van Gool, D., D. Van Gerven and J. Boutmans. The physiological load imposed on soccer players during real match-play. *Science and Football* (edited by T. Reilly et al.) 51-59, 1988.
- 16) Withers, R.T., Z. Mercier, S. Wasilewski and L. Kelly. Match analyses of Australian professional soccer players. *Journal of Human Movement Studies*, 8, 159-176, 1982.