

サッカー合宿練習中の心拍数, 歩数 および主観的運動強度

吉 田 勝 志*

Heart Rates, Steps of Pedometer and RPE during Soccer Practice during Stay at The Same Hotel

Katsushi YOSHIDA*

(Received May 30, 1989)

Heart rates, steps of the pedometer and RPE for the soccer players were determined during soccer practice during a stay at the same hotel for six days.

It was found that the individual mean heart rates ranged 142.0~108.9 beats/min., the mean heart rates by means of ten measurements of three subjects was 126.3 ± 10.7 (M $\pm$ SD) beats/min. These mean values were corresponding to the relative intensity of 65.2, 40.1 and 52.1 % HR max., respectively.

Practice contents of soccer were divided into three groups with respect to heart rate level; light (110~130 beats/min.), medium (130~150 beats/min.) and heavy (150~180 beats/min.).

Total steps of pedometer was over 24000, but mean values of three subjects was 15100 ± 4200 (M $\pm$ SD) and steps per min. was 80.8 ± 15.3 (M $\pm$ SD).

Mean values of RPE was 14.1 ± 1.9 (M $\pm$ SD) among the "somewhat hard (13)" and the "hard (15)".

Practice time was about 150 %, total steps of pedometer was about 160 % and steps per min. was about 107 % in this study, in comparison with daily soccer practice. It seemed that these factors contributed to the increase in the work load for the soccer players.

I. 諸 言

各種スポーツの合宿練習は、合理的な計画の基にたてられた種々の運動の実践を通して、部員の個人的・全体的な体力、技術および戦術等のレベル・アップを計るとともに、チームの和というようなものを育てていくところに意義があろう。合宿練習の計画は、年間のどの時期

に行うかによっても異なるが、例えば体力の養成か技術の上達か、基礎的・応用的練習かゲーム形式の練習か、心技体の調整のために行うのか、極限まで追い込むのか、或いはこれらの項目を重複して行うのか等、目標の置きどころにより種々の方法が考えられる。何れにしても、合宿練習は、一日のうちで午前と午後にあたり、日常練習の2倍以上の時間と運動量を費やすのが一般的である。このことは、部員の生体負担度を大きくし、疲労の

*保険体育系列 (Health and Physical Education)

蓄積や突発的な事故発生の原因ともなるものである。したがって、スポーツ指導者は、毎回の練習に対する生体負担度を、部員の健康管理という面から把握しておくことが必要である。また、個々の練習種目の運動強度を知るとは、全身持久力養成のためのトレーニング負荷としての観点をも含め、練習計画立案上の前段階で、あらかじめ実施者にとっていかなる運動刺激となるかの予測ができる点で重要である。

身体作業や身体運動実施中の生体負担度は、生体に対する物理的負荷量への生理的・心理的反応の大きさとして運動の質的な把握と、身体活動量の面から運動を量的に把握しようとする試みがなされている。生理的反応は、その代表的な指標として酸素摂取量^{1,2)}があげられるが、それと関係の深いRMR^{3,4)}や心拍数⁵⁻⁷⁾等、および心理的反応ではRPE^{8,9)}が一般によく用いられている。一方、身体的活動量は、主としてペドメーター歩数^{10,11)}や移動距離¹²⁻¹⁵⁾等に関する報告がみられる。これらのうち、酸素摂取量やRMRの測定は、フィールドで長時間の激しい動作を伴ったスポーツ活動では実質的でない。また、移動距離の測定は、記録紙による筆記法¹²⁻¹⁴⁾にしろ、カメラ撮影法¹⁵⁾によるものであれ手間や費用が掛かり過ぎ、簡単には応用できない。それに対して、心拍数、RPEおよびペドメーター歩数の測定は、各々に間接法としての限界はあるものの、簡便性、携帯性、長時間連続測定可能等の点に優れ、フィールド面での活用性が大である。しかし、これらの各項目がサッカーの合宿練習を通して測定されたという報告は見当たらない。

そこで、本研究の目的は、サッカーの合宿練習を通して心拍数、ペドメーター歩数およびRPEの測定を行い、合宿練習時の生体負担度を運動の量的・質的な面から確かめ、併せて練習内容(種目)別に心拍数を求め、心拍数からみた練習内容の共通性について検討し、サッカー指導上の基礎資料を得ようとするものである。

II. 方 法

1 測定期間

本測定は、昭和59年3月4日～9日の期間に、本学サッカー部の春季合宿練習を通して行った。

2 被検者

被検者は、1日約2時間、週に6日間の練習を行っている本学の健康な男子サッカー部員で、合宿練習に参加した27名中5名を主として採用した。彼らの身体的特性については表1に示す通りである。さらに、27名の部員中、3月5日と9日の午前・午後4回の練習において、計23名に対してペドメーター歩数と主観的運動強度(Rating of perceived exertion, 以下RPEと略す)の測定を行った。

表1 被検者の特性

被検者	サッカーの ポジション	身長 (cm)	体重 (kg)	年齢 (才)	安静時 心拍数 (拍/分)	最大 心拍数 (拍/分)
N.H.	D F	175.9	71.0	21	—	—
K.M.	M F	167.8	71.0	21	—	—
M.M.	F W	181.2	73.0	19	54	189
H.Y.	D F	166.8	66.0	19	56	199
J.U.	M F	171.7	69.0	19	58	185

3 心拍数

心拍数は、竹井機器製の心拍メモリ装置(胸部双極誘導型電極ベルトと、心拍増幅回路、計数回路、記憶回路、電源が内蔵された携帯用ケースから成る、重量330g)を用い、携帯用ベルトで腰部に装着し、練習の開始時点から終了時点まで1分間計数で連続的に記憶した。記憶された心拍数は、練習終了後に出力インターフェイスを介してデジタル・プリンターにより再生した。得られた心拍数(拍/分)から練習中全体の平均値、各練習種目の最大値、最小値または平均値、および%HR maxを求めた。%HR maxは、12分間走において最後の2分間を全力で走らせ、その際に得られた最大値がトレッドミルによる最大運動中に得られた最大値(HR max)と5～6%以内の差であることから、それと安静時心拍数とによって求めた。

4 ペドメーター歩数

歩数は、ヤマサ時計製のMAMPO METER®(1回転1万歩、以後ペドメーターと称す)を用い、サッカーパンツのゴムベルトに装着し、練習開始時点から終了時点まで測定した。ペドメーターの表示板の読みは、最小50歩までとした。得られた値は、運動の量的指標となる総歩数を示すが、それを練習時間で除し、単位時間内の頻度すなわち分歩数(歩/分)として現わし、運動の質的指標とした。

5 RPE

RPEは、Borg⁹⁾のRPEスケール(小野寺と宮下¹⁶⁾による日本語表示、図2参照)を用い、毎回の練習終了直後に調査した。その際、強度感覚は、合宿練習初日(3月4日)の最後に行った12分間全力走を基準(非常にきつい)として判定させた。

III. 結 果

本研究の対象となった6日間のサッカー合宿練習中の練習内容については、表2に示す通りであった。この合宿練習は、昭和59年度のシーズン到来に備えて行ったもので、1～2名で行うところのパス、シュート、ボール・キープ等の基礎的技術練習、1対1から5対5まで

表2 サッカー合宿中の練習内容

月 / 日	3/4	3/5	3/6	3/7	3/8	3/9
練習内容	PM 練習時間(214分) 1-2 W-up(ジョッグ、ブラジル体操、柔軟体操) 4-1 一方向へ動きながらボレーパス(インステップ、ヘディング、ボレー&ボレー) 2-1 1対1(約8*8m内) 3分間 2-2 2対1(約8*8m内) 3分間 2-2 同 上 2-3 3対2(約16*10m内) 3分間 2-3 同 上 2-3 同 上 4-4 中盤からのロビング・ボールをヘディングシュート 4-3 コーナーからのセンタリングをヘディングシュート 4-3 同 上 4-3 同 上 3-1 ポスト・シュート 3-2 縦からの浮き球をトラップ・シュート 3-3 斜からの浮き球をトラップ・シュート 3-4 パス&グッシュ・シュート 6-1 3対1のセンタリング・シュート 5-3 クロス・パスからのポスト・シュート 8-1 12分間走 9-1 ジョッグ・体操	AM 練習時間(196分) 1-2 W-up(ジョッグ、ブラジル体操、柔軟体操) 4-1 一方向へ動きながらボレーパス(インステップ、ヘディング、ボレー&ボレー) 3-1 ポスト・シュート 3-5 障害(人)よけシュート 3-6 ふりむいてシュート 4-2 ヘディング(スタンディング、ジャンピング、ヘッド・トラップ) 4-3 コーナーからのセンタリングをヘディングシュート 4-4 中盤からのロビング・ボールをヘディングシュート 5-1 ヘディングでバスを継ぎシュート 6-1 3対1のセンタリング・シュート 8-2 インターバル走 9-1 ジョッグ・体操(最低心拍数を示す) PM 練習時間(209分) 1-1 W-up(ジョッグ、ブラジル体操、柔軟体操) 4-5 アコーデオン・パス 4-6 ショート・ショート・ロング・パス 4-7 パスを受けて左右ヘトラップ&ドリブル 2-5 2対2(約8*8m内) 3分間 2-5 同 上 2-5 同 上 2-6 3対3(約16*16m内) 3分間 2-6 同 上 4-8 1対1で相手を抜いてバス 4-9 1対1のボール・キープ3分間 4-9 同 上 4-9 同 上 4-10 ハーフ・ラインから走り込んでシュート(2人はバック) 5-2 ハーフ・ラインから1対2によるシュート(2人はバック) 2-8 5対5(ハーフコート内)13分間 8-2 インターバル走 9-1 ジョッグ・体操	AM 練習時間(189分) 1-2 W-up(ジョッグ、ブラジル体操、柔軟体操) 4-1 一方向へ動きながらボレーパス(インステップ、ヘディング、ボレー&ボレー) 4-11 ゲイティングのヘディング・パス 3-1 ポスト・シュート 3-5 障害(人)よけシュート 3-6 ふりむいてシュート 4-12 シザーズ・パスからのシュート 2-7 3対3(約1/3コート内) 3分間 9-1 ジョッグ・体操 PM 練習時間(219分) 1-1 W-up(ジョッグ、体操、柔軟体操) 4-5 アコーデオン・パス 4-6 ショート・ショート・ロング・バス 6-1 3対1のセンタリング・シュート 5-3 クロス・パスからのポスト・シュート 2-9 11対11(全面コート内)45分間 10-1 体力づくりトレーニング(5人1組、5種目) 9-1 ジョッグ・体操	AM 練習時間(183分) 1-2 W-up(ジョッグ、ブラジル体操、柔軟体操) 4-1 一方向へ動きながらボレーパス(インステップ、ヘディング、ボレー&ボレー) 3-1 ポスト・シュート 3-5 障害(人)よけシュート 4-12 シザーズ・パスからのシュート ○フォワードは 7-1 ドリブル・シュート(正面から) 7-2 ドリブル・シュート(中盤のタッチ・ラインから) 7-3 ショート・ショート・ロング・パスからのシュート 7-4 タッチ・ライン沿いのトラップ&ドリブルからセンタリング ○バックスは 11-1 クリアランス 11-2 ピンチ・キック 8-1 12分間走 9-1 ジョッグ・体操 PM 練習時間(95分) 1-1 W-up(ジョッグ、体操、柔軟体操) 12-1 自由練習 2-8 5対5(ハーフコート内)13分間 2-8 同 上 9-1 ジョッグ・体操	AM 練習時間(204分) 1-2 W-up(ジョッグ、ブラジル体操、柔軟体操) 4-1 一方向へ動きながらボレーパス(インステップ、ヘディング、ボレー&ボレー) 3-1 ポスト・シュート 3-5 障害(人)よけシュート 4-12 シザーズ・パスからのシュート 13-1 センタリングからヘディング・シュート(3対2) ○フォワードは 3-1 ポスト・シュート 7-2 ドリブル・シュート(中盤のタッチ・ラインから) ○バックスは 11-3 ロング・キック 11-2 ピンチ・キック 14-1 1人13個のボールを継続シュート(計時) 2-8 5対5(ハーフコート内)13分間 9-1 ジョッグ・体操 PM 練習時間(203分) 1-1 W-up(ジョッグ、体操、柔軟体操) 15-1 ボールリフティング 4-5 アコーデオン・パス 4-6 ショート・ショート・ロング・パス 3-1 ポスト・シュート 5-4 クリスクロス・パスからシュート 2-9 1対1のボール・キープ 8-1 12分間走 16-1 キーパー練習 9-1 ジョッグ・体操	AM 練習時間(215分) 1-2 W-up(ジョッグ、ブラジル体操、柔軟体操) 4-1 一方向へ動きながらボレーパス(インステップ、ヘディング、ボレー&ボレー) 3-1 ポスト・シュート 3-2 縦からの浮き球をトラップ・シュート 17-1 セッティング・プレー 9-1 ジョッグ・体操 PM 練習時間(135分) 1-1 W-up(ジョッグ、体操、柔軟体操) 4-5 アコーデオン・パス 4-6 ショート・ショート・ロング・パス 5-4 クリスクロス・パスからシュート 5-5 クリスクロスによるセンタリングからシュート 4-8 1対1で相手を抜いてバス 10-2 体力づくりトレーニング(1人または2人組、14種目) 9-1 ジョッグ・体操

の対人的技術練習および走運動やボール・スキル運動による全身持久力のトレーニングなどが主な内容となっている。これらの練習時間は、午前・午後の各練習内容の上部および表 6 に示すように、最大 219 分から最小 95 分の範囲で、平均 187.5 ± 38.5 分であった。各練習種目の左側につけた数字は、表 4 の練習内容に示す大項目と小項目の数字を組み合わせたもので、コード番号として用いた。

まず、心拍数の測定は、上記日程のうち最初の 4 日間で、3 名の被検者に対して行った (表 3)。計 10 回の測定のうち、3 月 5 日にはこれらの被検者全員に対して心拍数の測定を行ったので、その結果を図 1 に示す。上・中・下段の各被検者について、左側が午前、右側が午後

の結果である。下段の被検者 J. U. の図には時間スケールの上部に練習種目のコード番号を挿入し、また上・中段の各図にも同様の指標が入れているので、どの時点で何の種目を行っているのか、各種目の心拍数がどの程度であるのか等を知ることができよう (表 2 および表 4 参照)。図より、心拍レベルは、各被検者間で多少の個人差が認められるが、練習内容が同じであるため、心拍数の変動傾向は午前・午後ともにどの被検者もほぼ同様である。また、心拍数レベルは、基礎的練習内容の多い午前の方が、対人的練習内容の多い午後に比べて低い。しかも、心拍数のチラバリの程度は、1 回 1 回の練習時間が比較的他の種目より短いいためか、対人練習の多い午後の方が午前より大きい傾向であった。

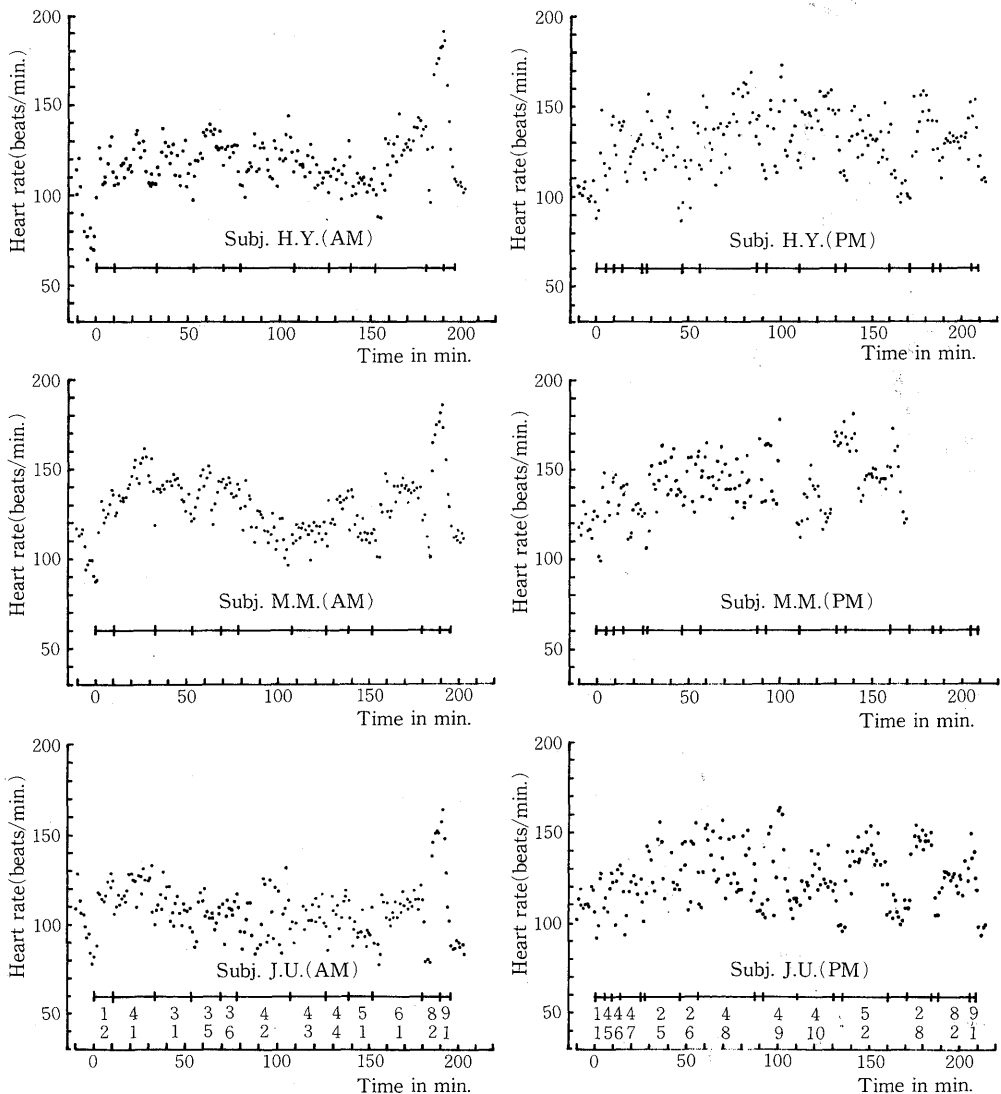


図1 サッカー合宿練習中の心拍数

表3は、これらの練習を通して測定した心拍数の平均値、最大値および最小値について被検者別に示したものである。被検者は、フォワード(FW)、ミッド・フィールダー(MF)およびディフェンダー(DF)の各ポジションより1名ずつ採用した。表より、練習中の心拍数は、被検者H. Y. に示された12分間全力走における199拍/分(3/4, PM)から、被検者J. U. に示された練習種目の継ぎ目の休息時における76拍/分(3/5, AM)の範囲であった。そして、心拍数平均値は、被検者間または同一被検者内で、かなりの差がみられたが、最高値および最低値の範囲は被検者M. M. (FW)の142.0±16.0拍/分から被検者J. U. (MF)の108.9±14.9拍/分であった。これらの値は、両被検者の運動強度に換算すると、各々()内にしめす通り65.2および40.1%HR maxに相当している。また、被検者3名による午前・午後計10回の心拍数の平均値は126.3拍/分となり、これは52.1%HR maxであった。これに対して、主観的運動強度を現すRPEは、最高17から最低13の範囲にあり、全体の平均値はRPE 14.4±1.4であった。

また、同時に測定した各練習時の総歩数は、被検者J. U. の最高20200歩から最低14500歩の範囲に全てが含まれ、全体の平均値は16460±1980歩であった。そして、それらを1分間当たりの歩数(以後分時歩数と称す)に換算すると、被検者M. M. に示された最高92.9歩/分から最低74.2歩/分の範囲となり、全体の平均値は81.6±7.2歩/分であった。

次に、表4は、本合宿で行った毎回の練習内容(表2

参照)について共通する種目毎に整理し、それらの心拍数を示したものである。心拍数は、ある種目についての試行(練習)が被検者1名だけであったり、3名全員であったり、あるいは1名の者が他の練習にも同じ種目を行うことがあったので、得られた値が2つ以上の場合は、最低値から最高値までの範囲として表示した。したがって、1つの数字しか載っていないのは、一人の被検者による1回だけの結果ということである。最大値を用いた理由は、2人の対人練習に示されるように1回の練習時間がわずかに3分間と短いものもあることから、平均値で示すことに意味がなかったり、長い練習時間を要する種目でもその最大値を確かめておくことに必要性があると感じたからである。また、10分間以上連続して行われた練習種目の心拍数は、開始5分目の値から最後の2分間の値を除いた値の平均値で求め、表の右側に示した。

上記の表4から、各練習種目と心拍レベルの傾向についてはある程度明らかであるが、さらにそれらの分布状態に基づき、運動刺激としての観点から整理した結果を表5に示した。これは、体育科学センター¹⁷⁾による「主な運動強度に対する年齢別心拍数」を参考とし、「軽い」、「中等度」および「強い」の3段階に大別したものである。それらの心拍レベルは、何れかの段階に重複している必ずしも一方に峻別できないものもあったが、およそ110~130拍/分、130~150拍/分および150~180拍/分の範囲で、その運動強度は各々40~55%、55~70%および70~90%HR maxの範囲に相当していた。表より、110~130拍/分の「軽い」練習内容は、パスを受

表3 サッカー合宿練習中の心拍数、歩数および主観的強度

被検者	月/日	練習時間 (分)	心拍数(拍/分)			RPE	総歩数	歩数 /分	備 考
			M±SD	Max	Min				
H. Y. (DF)	3/4PM	214	138.7 19.3(57.8)	199 (100)	105(34.3)	13	18300	85.5	途中万歩メーター脱落
	3/5AM	196	121.2 16.3(45.6)	191(94.4)	88(22.4)	14	14750	75.3	
	3/5PM	209	132.0 16.5(53.1)	173(81.8)	87(21.7)	17	—	—	
M. M. (FW)	3/5AM	196	130.5 16.2(56.7)	186(97.8)	88(25.2)	13	14550	74.2	HRが途中と終わりで52分間抜けた
	3/5PM	209	142.0 16.0(65.2)	181(94.1)	99(33.3)	13	16150	77.3	
	3/7AM	184	124.5 18.8(52.2)	183(95.6)	85(23.0)	16	17100	92.9	
J. U. (MF)	3/5AM	196	108.9 14.9(40.1)	164(83.5)	76(14.2)	15	15100	77.0	HRが途中3分間抜けた
	3/5PM	209	126.0 15.9(53.5)	164(83.5)	91(26.0)	15	17500	83.7	HRが途中3分間抜けた
	3/6AM	189	110.6 18.2(41.4)	166(85.0)	77(15.0)	13	14500	76.7	HRが終わりの52分間抜けた
	3/6PM	219	128.4 21.0(55.4)	165(84.3)	85(21.3)	15	20200	92.2	
平均値		202.1	126.3 (52.1)	177.2(90.0)	88.1(23.6)	14.4	16460	81.6	
±SD		11.5	10.7 (7.7)	12.6 (7.0)	8.1(6.6)	1.4	1980	7.2	

表4 サッカー合宿練習中の練習内容別心拍数(拍/分)

()内は%HRmax

練習内容		最大値の範囲		平均値の範囲	
1. 準備体操	① (ジョッグ、体操、柔軟体操) ② (ジョッグ、ブラジル体操、柔軟体操)	119~148 (48.0~69.6) 128~138 (53.8~62.2)		114.3~124.5 (41.8~52.2)	
2. 対人練習	① 1対1 (約8*8m内) 3分間 ② 2対1 (約8*8m内) 3分間 ③ 3対2 (約16*10m内) 3分間 ④ 4対3 (約16*16m内) 3分間 ⑤ 2対2 (約8*8m内) 3分間 ⑥ 3対3 (約16*16m内) 3分間 ⑦ 3対3 (約1/3コート内) 3分間 ⑧ 5対5 (ハーフコート内) 13分間 ⑨ 11対11 (全面コート内) 45分間	167 (77.6) 168~181 (78.3~87.4) 151~170 (66.4~79.7) 165 (76.2) 135~164 (55.2~81.5) 120~157 (44.8~76.3) 157~166 (78.0~85.0) 151~159 (72.0~73.2) 149~165 (71.7~84.3)		145.7~149.9 (65.7~69.1) 129.2~151.9 (56.1~73.9)	
3. パスを受けて1人でシュート	① ポスト・シュート ② 縦からの浮き球をトラップ・シュート ③ 斜からの浮き球をトラップ・シュート ④ パス&ダッシュ・シュート ⑤ 障害(人)よけシュート ⑥ ふり向いてシュート	117~140 (46.5~68.9) 147 (63.6) 137 (56.6) 149 (65.0) 113~152 (43.3~72.6) 117~145 (46.5~67.4)		111.0~139.6 (41.7~63.4) 125.7 (48.7) 136.5 (56.3) 98.3~139.6 (31.7~63.4)	
4. 2人1組の練習	① 一方向へ動きながらボレーパス(インステップ、ヘディング、ボレー&ボレー) ② ヘディング(スタンディング、ジャンピング、ヘッド・トラップ) ③ コーナーからのセンタリングをヘディング・シュート ④ 中盤からのロビング・ボールをヘディング・シュート ⑤ アコーデオン・パス ⑥ ショート・ショート・ロング・パス ⑦ パスを受けて左右ヘトラップ&ドリブル ⑧ 1対1で相手を抜いてパス ⑨ 1対1のボール・キープ3分間 ⑩ ハーフ・ラインから走り込んでシュート(1人はバック) ⑪ ダイビングのヘディング・パス ⑫ シザース・パスからのシュート	133~161 (55.9~79.3) 132~144 (58.3~66.7) 117~128 (46.5~50.3) 116~134 (42.7~59.3) 127~147 (54.3~70.1) 132~141 (58.3~65.4) 127~133 (53.8~57.0) 157~169 (78.0~80.0) 139~177 (58.0~91.1) 143~159 (66.9~72.6) 129 (55.9) 125~135 (52.8~60.0)		117.9~146.5 (44.5~68.5) 103.1~121.6 (35.5~47.7) 107.5~115.5 (39.0~45.6) 108.0~129.5 (37.4~55.9) 121.6~127.8 (50.1~53.3) 134.0~142.5 (59.0~65.6) 126.5~147.4 (53.9~63.9) 105.2~119.1 (37.2~48.2)	
5. 3人1組の練習	① ヘディングでパスを継ぎシュート ② ハーフ・ラインから1対2によるシュート(2人はバック) ③ クロス・パスからのポスト・シュート	108~124 (39.4~51.9) 152~181 (67.1~94.1) 136 (61.4)		95.8~116.4 (29.8~46.2) 132.6~147.6 (53.6~69.3) 120.5 (49.2)	
6. 4人の練習	① 3対1のセンタリング・シュート	119~159 (48.0~72.0)		110.2~151.7(41.1~66.9)	
7. フォワード12名でローテーション	① ドリブル・シュート(正面から) ② ドリブル・シュート(中盤のタッチ・ラインから) ③ ショート・ショート・ロング・パスからのシュート ④ タッチ・ライン沿いのトラップ&ドリブルからセンタリング	154 (74.1) 136 (60.7) 135 (60.0) 131 (57.0)		150.6 (71.6) 127.6 (54.5) 118.2 (47.6) 121.3 (49.9)	
8. ランニング	① 1 2分間走 ② インターバル走	183~199 (95.6~100.0) 149~191 (67.1~97.8)			
9. 整理体操	① ジョッグ・体操(最低心拍数を示す)	88~124 (23.6~52.0)			

練習時間が10分間以上要したものは、最大値とともに5番目(4~5分)の値から最後の2つを除いた値までの平均値を示した。

けて1人でシュートを行うところのポスト・シュート (3-1) や2人1組の練習でコーナーからのセンターリングをヘディング・シュート (4-3) , および3人1組の練習でヘディング・パスを継ぎシュート (5-1) 等, 主に迎え撃つ相手のいない, 比較的動く範囲の小さなヘディングやキックによるシューティング練習の種目であった。また, 130~150 拍/分の「中等度」の練習内容には, パスを受けて1人でシュートを行うところの縦からの浮き球をトラップ・シュート (3-2) , 2人1組の練習でヘディング (4-2) やシザーズ・パスからのシュート (4-12) , および3人1組の練習でクロス・パスからのポスト・シュート (5-3) やショート・ショート・ロング・パスからのシュート (7-3) 等, 主に迎え撃つ相手はいないが, 比較的動く範囲の大きなパッシングからシューティングに至るような練習種目が含まれている。ところが, 150~180 拍/分の「強い」練習内容は, 対人練習の1対1から11対11まで全種目 (2-1~9) , および3人1組の練習で1対2によるシュート (5-1) 等, 主に迎え撃つ相手のいる対人練習の種目であった。なお, 10分間以上にわたって連続的に行われた練習種目の心拍数平均値 (表4の右側を参照) についても, 上記同様3段階に区分してみた。その結果, 「軽い」は95~115 拍/分, 「中等度」は115~130 拍/分および「強い」は130~150 拍/分となり, 各々 30~45 %, 45~60 % および 60~75 % HRmaxの範囲に相当していた。そして, これらの各段階に含まれる練習内容は, 表5で確かめた傾向とほぼ同様

であった。

一方, 毎回の練習における被検者3名の総歩数, 分時歩数およびRPEについては, 表6に示す通りであった。総歩数は, 被検者K. M. にみられる3月4日PMの最大22050歩から同じく3月9日PMの最小7150歩の範囲で, 全体の平均値が15137±4243歩であった。被検者別に比較すると, 被検者M. M. の16000±3372歩や被検者K. M. の15764±5610歩に対して, 被検者N. H. の14668±3712歩がやや少ない傾向であった。これらの総歩数を毎回の練習時間で除したところの分時歩数は, 被検者K. M. に示された3月8日PMの最大120.9歩/分から同じく3月9日PMの最小53.0歩/分の範囲で, 全体の平均値が80.8±15.3歩/分であった。被検者別にみると, 総歩数と同様に被検者N. H. の値が78.3±12.2歩/分で, 他の2名の値 (M. M. 84.8±10.9歩/分, K. M. 83.9±10.9/分) よりわずかに低い傾向となっていた。また, 心理的な運動強度は, 被検者N. H. に示された3月5日PMの最大RPE 19から同じく3月9日PMの最小RPE 11の範囲で, 全体の平均値がRPE 14.1±1.9であった。被検者別にみると, RPEの平均値は, N. H. とK. M. が14.5±2.4および14.4±2.0とほぼ同様であったが, M. M. の値が13.9±1.7とわずかに両者より低かった。

さらに, 表6の最下段に示した被検者3名の各測定項目の平均値から, 毎回の練習における運動量や運動強度の推移を知ることができよう。それによると, 1回の総

表5 運動刺激としての観点から区分したサッカーの練習内容

運動刺激としての程度	軽い	中等度	強い
心拍レベル	110~130拍/分 (40~55%HRmax)	130~150拍/分 (55~70%HRmax)	150~180拍/分 (70~90%HRmax)
練習内容	3-1 ポスト・シュート 3-5 障害(人)よけシュート 3-6 ふり向いてシュート 4-3 コーナーからのセンターリングをヘディング・シュート 4-4 中盤からのロビング・ボールをヘディング・シュート 5-1 ヘディングでパスを継ぎシュート	3-2 縦からの浮き球をトラップ・シュート 3-3 斜からの浮き球をトラップ・シュート 3-4 パス&ダッシュ・シュート 4-2 ヘディング(スタンディング、ジャンピング、ヘッド・トラップ) 4-5 アコーデオン・パス 4-6 ショート・ショート・ロング・パス 4-12 シザーズ・パスからのシュート 5-3 クロス・パスからのポスト・シュート 7-2 ドリブル・シュート (中盤のタッチ・ラインから) 7-3 ショート・ショート・ロング・パスからのシュート 7-4 タッチ・ライン沿いのトラップ&ドリブルからセンターリング	2-1 1対1 (約8*8m内) 3分間 2-2 2対1 (約8*8m内) 3分間 2-3 3対2 (約16*10m内) 3分間 2-4 4対3 (約16*16m内) 3分間 2-5 2対2 (約8*8m内) 3分間 2-6 3対3 (約16*16m内) 3分間 2-7 3対3 (約1/3コート内) 3分間 2-8 5対5 (ハーフコート内) 13分間 2-9 11対11 (全面コート内) 45分間 4-8 1対1で相手を抜いてパス 4-9 1対1のボール・キープ 3分間 4-10 ハーフ・ラインから走り込んでシュート (1人はバック) 5-2 ハーフ・ラインから1対2によるシュート (2人はバック)
練習内容の傾向	迎え撃つ相手のいない比較的動く範囲の狭い、ヘディングやキックによるシューティング練習等	迎え撃つ相手のいない比較的広い範囲のパッシングからシューティングに至るような練習等	迎え撃つ相手のいる対人練習等

表6 サッカー合宿練習中の総歩数, 分時歩数および主観的強度の推移

被検者	月/日 区分 練習時間	3 / 4		3 / 5		3 / 6		3 / 7		3 / 8		3 / 9		計	平均値±標準偏差
		PM		AM PM		AM PM		AM PM		AM PM		AM PM			
		214	196	209	189	219	183	95	204	203	215	135	2063		
N.H. (DF)	総歩数(歩) 分時歩数(歩/分) RPE	19950 93.2 13	16900 86.2 14	17200 82.3 19	12100 64.0 13	17450 79.7 16	14150 76.9 16	9300 97.9 13	15550 76.2 15	16350 80.5 17	14900 69.3 12	7500 55.6 11	161350	14668 78.3 14.5	3712 12.2 2.4
K.M. (MF)	総歩数(歩) 分時歩数(歩/分) RPE	22050 103.0 14	19300 98.5 14	20100 96.2 17	11350 60.1 13	18500 84.5 16	11500 62.5 16	10100 106.3 12	16800 82.4 15	24550 120.9 17	12000 55.8 12	7150 53.0 12	173400	15764 83.9 14.4	5610 10.9 2.0
M.M. (FW)	総歩数(歩) 分時歩数(歩/分) RPE	19100 89.3 13	14550 74.2 13	16150 77.3 13	12250 64.8 13	18500 84.5 15	17100 92.9 16	9350 98.4 12	17800 87.3 13	19200 94.6 17	— — —	— — —	144000	16000 84.8 13.9	3372 10.9 1.7
3名の 平均値	総歩数(歩) 分時歩数(歩/分) RPE	20367 95.2 13.3	16917 86.3 13.7	17817 85.2 16.3	11900 63.0 13.0	18150 82.9 15.7	14250 77.4 16.0	9583 100.9 12.3	16717 81.9 14.3	20033 98.7 17.0	13450 62.6 12.0	7325 54.3 11.5	166509	15137 80.8 14.1	4234 15.3 1.9

M.M.の練習時間の計は1713分、平均値±標準偏差は190.3±37.5分である。

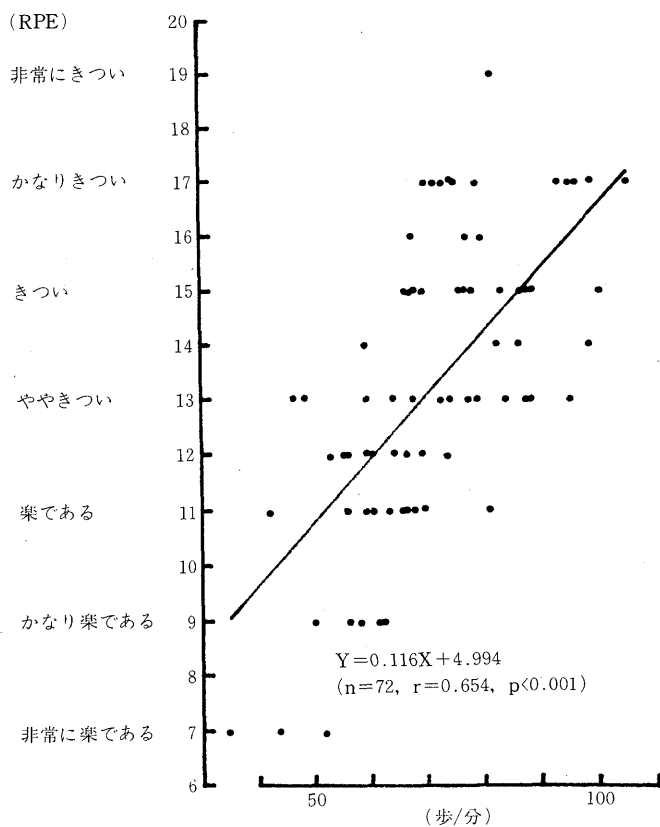


図2 サッカー合宿練習中の分時歩数とRPE関係

歩数の平均値が最も多いのは、3月4日PMの20367歩や3月8日PMの20033歩等の20000歩を上まわる歩数で、逆に最も少ないのは3月9日PMの7325歩や3月7日PMの9583歩であった。しかし、分時歩数の平均値は、総歩数のむしろ少ない3月7日PMの100.9歩/分と3月8日PMの98.7歩/分が最も高い方で、3月9日PMの54.3歩/分や同じくAMの62.6歩/分が最も低い方であった。これに対して、RPEは、3月8日PMのRPE 17.0や3月5日PMのRPE 16.3等が最も高い方で、3月9日PMのRPE 11.5や同じくAMのRPE 12.0等が最も低い方であった。

他方、図2は、3月5日と9日の午前・午後計4回の練習において、全体で23名(4回実施者13名、2回実施者10名)の選手から得られた分時歩数(X)とRPE(Y)の相関関係($n=72$)をみたものである。両者の間には $r=0.654$ ($p<0.001$)とかなりの相関関係が認められ、その傾向線の回帰方程式は $Y=0.116X+4.994$ が得られた。この場合、分時歩数の平均値は71.3歩/分、RPEの平均値は13.3となり、先にみた3名の結果より前者が-9.5歩/分、後者が-0.8と何れもわずかに低かった。

IV. 考 察

まず、サッカーの合宿練習における生理的運動強度を3名の被検者から得られた心拍数によって確かめてみた(表3参照)。午前または午後の各練習を1回の練習単位としてみた場合、本サッカー合宿練習中の心拍数は、平均値が最大142.0拍/分から最小108.9拍/分の範囲に分布しており、計10回の測定における平均値では126.3拍/分であった。これらの値は、筆者の報告した大学正課体育実技の卓球授業¹⁸⁾(87.8 ± 4.0 分間)における男子学生5名の心拍数平均値 131.0 ± 2.8 拍/分や、42才男子の日常の水泳中¹⁹⁾(104分間)心拍数平均値 133.4 ± 6.8 拍/分等にみられるように、およそ1時間半以上におよぶ断続的または持続的運動によって得られたレベルに匹敵している。そして、今回得られた心拍レベルは、被検者個人の心拍数の安静時から最大時までの相対的強度で示すと各々40.1%、65.2%および52.1%HR maxの運動強度に相当していた。これらの運動強度は、運動刺激としての観点から体育科学センター¹⁷⁾による「運動カルテの時間と強度の組み合わせ」に照らして推測すると、運動時間が60分の際の「軽いトレーニング(40% $\dot{V}O_2$ max)」、「強いトレーニング(60% $\dot{V}O_2$ max)」および「中等度のトレーニング(50% $\dot{V}O_2$ max)」に各々ほぼ該当することがわかった。

ところが、練習時間は、心拍数を測定した日の平均値が 201.1 ± 11.5 分(表3)、合宿中全体の平均値が187.

5 ± 38.5 分(表6)で、60分の際の3倍以上も長いことになる。したがって、今回の練習中の運動強度は、最大でも約65%HR maxとそれほど大きくはなかったが、練習時間が長いだけに、実際の生体負担度は想像以上に大きくなっていったものと推測される。このような状態は、合宿中およびその終了後に蓄積疲労を惹起する原因となる。その対策としては、毎回の練習後に整理運動、マッサージ、入浴等を励行し、食事の栄養バランスや十分な睡眠をとることに心がけ、その日のうちに疲労を取り除くことが肝要である。しかも、合宿練習の終了後にも十分な休養を取り、疲労の徹底的回復を計ることが考慮されねばならないであろう。

次に、各種の練習内容別または種目別にみた心拍数最大値の分布状態に基づいて、心拍レベルを運動刺激としての観点から「軽い」、「中等度」および「強い」の3段階に大別し、それらの各範囲に含まれる練習内容の傾向について確かめてみた(表5参照)。その結果、心拍レベルが110~130拍/分の「軽い」練習内容は、迎え撃つ相手がおらず、比較的運動範囲の狭いヘディングやキッキングによるシューティングの練習種目が主であり、また130~150拍/分の「中等度」の練習内容も迎え撃つ相手はいないが、比較的運動範囲の広いパッシングからシューティングに至るような練習種目が主に含まれていた。これらに対して、150~180拍/分の「強い」練習内容は、迎え撃つ相手のいる対人的な練習種目が主であって、心拍数によって運動強度別にみた練習内容の傾向差が顕著に示されていた。一般に、練習計画を立案・構成するにあたって、日常の練習内容は、技術的かつ体力的な要素の両面から密度を高めるための工夫が必要であろう。しかも、基礎的な技能を確実に定着させるような練習方法も重要である。しかし、ややもすると日常練習は安易な内容のみに終始し、肝心の試合において90分間を十分に走り切れないということが起こりがちである。これは、年間の練習内容が主に「軽い」ものばかりで構成されたことによるためであろう。逆に、運動刺激としての観点のみから練習内容を考えると、ミニ・ゲームしか行わなかったり、毎日走るだけで終わってしまうなど、ハードでありさえすれば良いというケースにもなりかねない。このようなことの生じる原因は、一つには練習方法のバリエーションの不足ということもあろうが、上記のような各種練習種目の運動強度がよく理解されていないことが考えられる。したがって、今後は、本研究成果や他の研究者による報告²⁰⁻²⁴⁾等と併せ、さらに日常行われている各種練習内容の運動強度についても再チェックを行い、合理的な練習計画作成上の資料とすることが望まれよう。

一方、ペドメーターを用いることにより、サッカー練

習中の総歩数と分時歩数を確かめてみた。総歩数は、歩行あるいは走行動作のトータルとして運動の「量」を現すところの、今回唯一の量的指標である。また、分時歩数は、単位時間内における動作の頻度を示し、運動の質的指標の一つであるとみることができると。この意味で、分時歩数は、生理的指標としての心拍数や心理的指標としてのRPE（主観的運動強度）と同様に、運動強度の物理的指標として利用し得るものである。今回の合宿練習における総歩数は、個人的には1回の練習で24000歩を越えることもあったが、毎回の練習では被検者3名の平均値が15100 (15137±4243) 歩であった。そして、分時歩数の平均値は、81 (80.8±15.3) 歩/分であった。この値は、鬼頭ら²⁾の報告による大学正課体育サッカーコースの「基本練習、ゲーム」(73.8 歩/分)よりは高いが、「大平原ゲーム」(95.1 歩/分)よりは低く、「ペアゲーム」(79.8 歩/分)とはほぼ同レベルである。さらに、本結果と日常の学内サッカー練習における結果とを比較するため、同じ被検者らに対して2日間にわたって歩数を測定した。それによれば、2日間の練習時間の平均値は125分で、総歩数の平均値は9400(9410)歩であった。したがって、本合宿における1回の練習時間は、平均187.5分であったので日常練習の1.5倍となり、本合宿中の総歩数の平均値15100歩は日常練習の約1.6倍となっている。ところが、分時歩数の平均値は、本合宿中の81歩/分に対し、日常練習では75 (75.2) 歩/分となり、前者が後者より6歩/分(8%)大きかった。これらのことから、本合宿練習は、日常練習に比べて練習時間と運動量が多いだけでなく、運動の質的な面からみてもわずかに高いことが明らかとなった。そして、部員たちの生体負担度は、これらの3要素が相乗的に作用することで、より一層大きくなるものと推察される。

なお、サッカーのような運動の総歩数は、必ずしも単なる歩行や走行によるものとは限らず、ジャンプ、ストップ、ターン等の複雑な動作をもカウントしていることが考えられる。したがって、この場合、星川²⁵⁾の指摘するように総歩数と言うより、むしろ総活動量と呼ぶ方が現実的であるかも知れない。

他方、サッカー合宿練習における心理的・感覚的な運動強度について、Borg⁹⁾のRPEスケールを用いて確かめてみた。RPEスケールは、図2のように心拍数の1/10に対応する6～20までの強度指数が与えられ、それらに相当する感覚的な強さが日本語¹⁶⁾で表示されている。その調査方法は、本来10分以上の持続的な運動に対して用いるべきだとされている²⁶⁾が、著者^{21,24)}はサッカー・ゲーム中の心拍数とRPEがよく対応し、間欠的な運動に対しても応用し得ることを報告している。今回のサッカー合宿練習中のRPEは、個人的には19～11、被

検者3名の平均値では16.0～11.5の範囲で、全体の平均値では14.1±1.9であった。これらの値は、「ややきつい、13」と「きつい、15」の中間の感じに相当するものである。ところが、彼らの心拍数平均値は126.3拍/分(表3参照)であり、その1/10は12.63となる。したがって、心理的運動強度が生理的運動強度に対し、単純計算で11.6～14.0%上まわっていたことになる。その原因は、前述のように日常練習に比べて本合宿の練習時間や運動量が多く、かつ単位時間当りの運動頻度が高いことによるものであろう。

そこで、このようなサッカーの長時間練習においては、運動の強さに対して感覚的な強さがどのような傾向を示すのかについて、分時歩数とRPEの相関関係から確かめてみた。その結果、分時歩数とRPEの間には $r = 0.654$ とかなりの相関関係($P < 0.001, n = 72$)が認められ、その傾向線は $Y = 0.116 X + 4.994$ の回帰方程式で現すことができた。この式に被検者3名の分時歩数平均値80.8歩/分(表6参照)を代入すると、YすなわちRPEは14.3となり、実測値14.1(表6参照)と比較しても僅差であった。したがって、本方程式は、今回のような長時間のサッカーの練習における分時歩数と主観的運動強度の相関関係を、よく反映していると思われる。

V. 要 約

サッカーの春季合宿練習(6日間)を通して、サッカー選手の練習中の心拍数、ペドメーター歩数およびRPEの測定を行い、次のような結果が得られた。

- (1)心拍数は、個人の平均値が142.0～108.9拍/分の範囲であり、被検者3名の平均値が126.3±10.7拍/分であった。これらの心拍数は65.2%、40.1%および52.1%HR maxの運動強度に各々が相当していた。
- (2)心拍数からみた練習内容は、110～130拍/分の軽い、130～150拍/分の中等度および150～180拍/分の強い3段階に大別された。
- (3)総歩数は、1回の練習で個人的には24000歩を越えることもあったが、被検者3名の平均値では15100±4200歩であった。また、分時歩数は、80.8±15.3歩/分であった。
- (4)RPEは、平均値が14.1±1.9で、「ややきつい、13」と「きつい、15」の中間の感じであった。
- (5)なお、本合宿練習は、日常練習に比べて練習時間が平均1.5倍、総歩数が平均1.6倍および分時歩数が平均1.07倍であった。そのため、合宿練習における生体負担度は、これらの要因が相互に作用しあって一層増大するであろう。

〔附記〕なお、本論文の要旨は、「サッカー合宿練習中

の心拍数、歩数および主観的強度に関する研究」(演題番号 091307)により、日本体育学会第 37 回大会(1986 年 11 月 26 日、筑波大学)において発表したものである。

引用文献

- 1) Yamaji, K., M. Miyasita and R. J. Shephard: Relationship between heart rate and relative oxygen intake in male subjects aged 10 to 27 years. *J. Human Ergol.* 7:29-39, 1978.
- 2) 長沢弘, 丸池八潮, 鬼頭伸和, 他 13 名: 東海地区大学一般体育実技における体力づくりに関する研究—万歩計使用による運動の質と量の検討および各大学の実践報告(その 2). *大学保健体育研究* 1: 44-55, 1981.
- 3) Yamaoka, S.: Studies on energy metabolism in athletic sports. *Jap. J. Phys. Educ.* 9(3): 28-40, 1965.
- 4) 長沢弘, 石樽清司, 井口義雄, 木田真理: 正課体育の授業における運動量と質について. *体育学研究* 20(5): 293-301, 1976.
- 5) Seliger, V.: Energy metabolism in selected physical exercises. *Int. Z. angew. physiol. einschl. Arbeitsphysiol.* 25: 104-120, 1968.
- 6) McArdle, W.D., J.R. Magel and L.C. Kyvallos: Aerobic capacity, heart rate and estimated energy cost during women's competitive basketball. *Res. Quart.* 42(2):178-186, 1971.
- 7) Kozal, A. J. and P. Hunsicker: A study of telemetered heart rate during sports participation of young adult men. *J. Sports Med. Physical Fitness.* 3:1-5, 1963.
- 8) Borg, G. and H. Linderholm: Perceived exertion and pulse rate during graded exercise in various age groups. *Acta. Med. Scand.* 492:194-206, 1967.
- 9) Borg, G.: Perceived exertion: a note on "history" and methods. *Med. and Sci. in Sports.* 5(2):90-93, 1973.
- 10) 合屋十四秋, 天野義裕, 米田吉孝, 他 3 名: 万歩計による運動の質と量の評価について(第 1 報)—大学正課体育実技: ソフトボール, バドミントン, エアロビクスコースの場合—, *東海保健体育科学* 3:53-60, 1981.
- 11) 星川 保, 豊島進太郎, 近藤紗, 他 2 名: ペドメーター歩数—心拍数関係からみた小学校体育授業の検討, *体育科学* 10:77-84, 1982.
- 12) Reilly, T. and V. Thomas: A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *J. human movement studies.* 2(2):87-97, 1976.
- 13) 大橋二郎, 戸荻晴彦: サッカーの試合中における移動距離の変動, *東京大学教養部体育研究室体育学紀要* 15:27-34, 1981.
- 14) 山中邦夫: プロサッカーチームのゲームにおける移動距離, *日本体育学会第 37 回大会号 A*: 306, 1986.
- 15) 大橋二郎: ゲーム分析から戦術・体力特性を探る(シンポジウム). 第 9 回サッカー医・科学研究会プログラム: 14-15, 1989.
- 16) 小野寺孝一, 宮下充正: 全身持久性運動における主観的強度と客観的強度の対応性. *体育学研究* 21(4): 191-203, 1976.
- 17) 体育科学センター編: 健康づくり運動カルテ, 第 1 刷: 56, 講談社, 1976.
- 18) 吉田勝志: 大学正課体育卓球授業時の男子学生の心拍数変動, *中部大学工学部紀要* 20:85-91, 1984.
- 19) 吉田勝志: 40 才代中年男子の日常的な水泳運動の方法および心拍数, *中部大学工学部紀要* 24:147-154, 1988.
- 20) 浅見俊雄, 戸荻晴彦, 菊池武道: サッカーの練習時における心拍数の変動について, *体育学研究* 12(5): 129, 1968.
- 21) 吉田勝志, 渡辺 香: 大学正課体育におけるサッカー・ゲームの至適時間, *中部工業大学紀要* 13(B): 45-50, 1977.
- 22) 有沢一男, 山田欣也, 山地啓司: 心拍数からみたサッカーの運動強度—基本練習中および模擬試合中—, *富山大学教養部紀要* 12:87-95, 1980.
- 23) 戸荻晴彦, 大橋二郎, 兵頭圭介, 他 3 名: サッカーにおける練習中の運動強度について, *日本体育学会第 31 回大会号*: 671, 1980.
- 24) 吉田勝志: ミニ・サッカー・ゲームの心拍数—参加人数またはコートの大さに係わる心拍レベルの傾向, *中部工業大学紀要* 18(B):67-73, 1982.
- 25) 星川 保: ペドメーターに基づいた運動の消費カロリーの算出法とその問題点. *体育の科学* 36(11):864-869, 1986.
- 26) 小野寺孝一, 金子基之, 山地啓司: 30 分間作業にみられる RPE の経時的変動, *体育の科学* 31(6):420-425, 1981.