

研究論文

## テニス競技におけるスピード持久性評価のための フィールドテストに関する一考察

Consideration on the new field test to evaluate the speed endurance in tennis

佐藤 陽治<sup>1)</sup>      梅林 薫<sup>2)</sup>

Yoji Sato<sup>1)</sup>      Kaoru Umebayashi<sup>2)</sup>

key word   テニス   フィールドテスト   間欠的運動

tennis   field test   intermittent exercise   speed endurance

### ◆ 目的 ◆

テニスに限らず、バレーボール、サッカー、ラグビー、ホッケーなど大部分の球技において、ゴール（ポイント）間近の攻防の機会などに、何度も繰り返し観察される、相手をかわしたり、ボールに追いついたりする究極の場面でのスピード及びその持久性は、必要不可欠であり、誰しもが認める重要なパフォーマンスを決定する体力的因子である。

「Fig. 1」<sup>1)</sup> は、テニス競技においてサービスが打たれた瞬間からボールデッド(ball dead)（アウト、エース、ネットなどのポイントの帰結）になるまでのプレー活動時間の典型的ヒストグラムである。ATP-CP系及び解糖系のエネルギー当用が主要と思われる10秒前後のプレー活動時間が70%ほどを占めている。このプレー活動時間の現象は、1～2秒ほど男子の方が早くポイントが終結することと、近年、平均で若干短くなりつつあるものの、ここ20年ほど、ほぼ変わらぬ傾向である<sup>2) 3)</sup>。

「Fig. 2」<sup>1) 4) 5)</sup> は、現在の世界のトッププロ選手のテニスのラリーテンポ (rally tempo) をグランド・スラム (grand slam) 大会の準決勝、決勝の試合を基に、1980年代と比較したものである。80年代は女子の方が0.2秒ほど男子と比較してテンポが遅かったが、現在では男女ともテンポは高速化し、男女とも約1.30秒であり、特に女子で高速化が著しいことが観察

<sup>1)</sup> 学習院大学スポーツ・健康科学センター

<sup>1)</sup> Centre for Sports and Health Science, Gakushuin University

<sup>2)</sup> 大阪体育大学

<sup>2)</sup> Osaka University for Physical Education

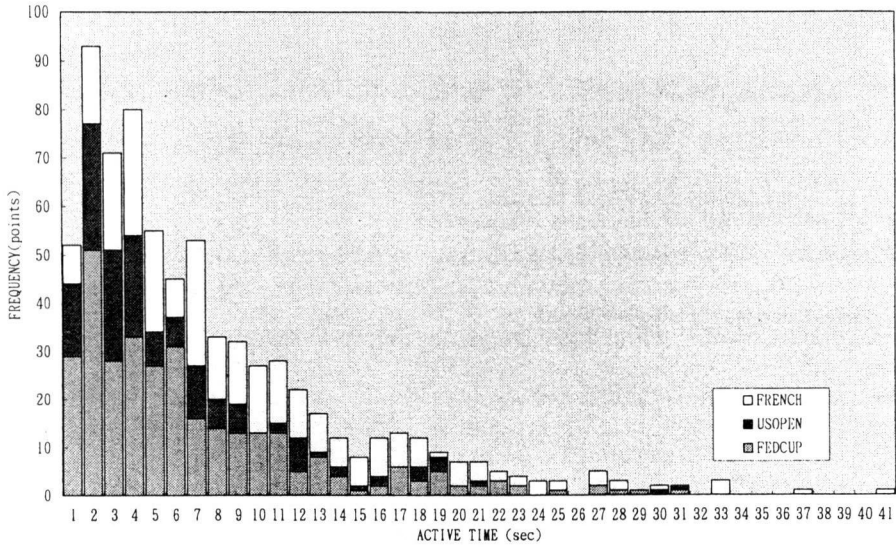


Fig. 1 Active Time of Ladies' Singles

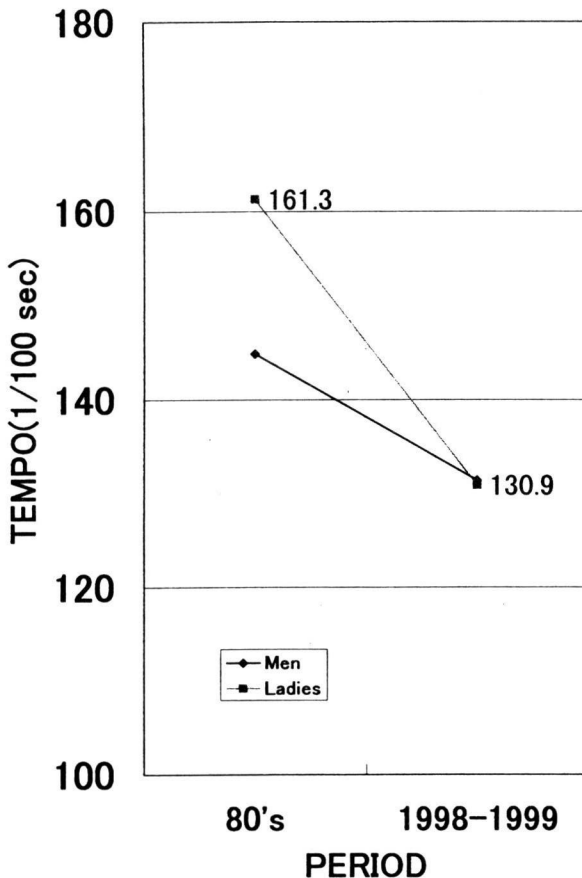


Fig.2 ACCELERATION OF THE RALLY TEMPO

される。Sato et. <sup>1)</sup> は、テニスラケットの道具の軽量化、及び反発性能の向上、選手のグラウンド・ストローク (ground stroke) 技術の進歩、選手の体力の向上をラリーテンポ高速化の原因として考察している。

「Fig. 3」は、現在のラリーテンポでゲームを模して実施したグラウンド・ストロークによる間欠的運動時の血中乳酸値と、同様の被験者間で実際に行わせた試合中の血中乳酸値を示している。15秒の休息 (6 試行毎に90秒) を挟んで、12秒に6球打つテンポで54試行実施した間欠的運動時の血中乳酸値は平均で、4.7 (mmol/L) と高い値を示し、また、ゲーム中の血中乳酸値も、平均で3.6 (mmol/L) に及んでいる。現在では多くのテニスゲームの強度が、乳酸が蓄積し始める強度といわれる無酸素性作業閾値 (OBLA: Onset of

Blood Lactate Accumulation)

(4 mmol/L) を越えていることが示唆される。

ラリーテンポが高速化する以前の従来の報告<sup>6) 7)</sup>では、テニス試合中の血中乳酸値は2 (mmol/L) 前後と低く、解糖系エネルギーの関与は少ないというのが一般的見解であったが、前述の報告<sup>1) 2) 3) 4) 5)</sup>から判断すると、現在では、ラリーテンポの高速化に伴い、テニスの運動強度は確実に高度化<sup>8)</sup>し、乳酸を産生する解糖系エネルギー系の大幅な関与を促す領域に踏み入れていると考えられる。

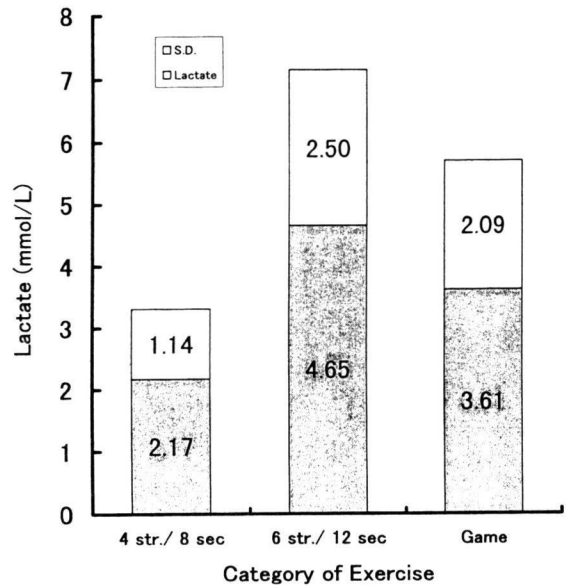


Fig.3 Lactate in tennis exercise

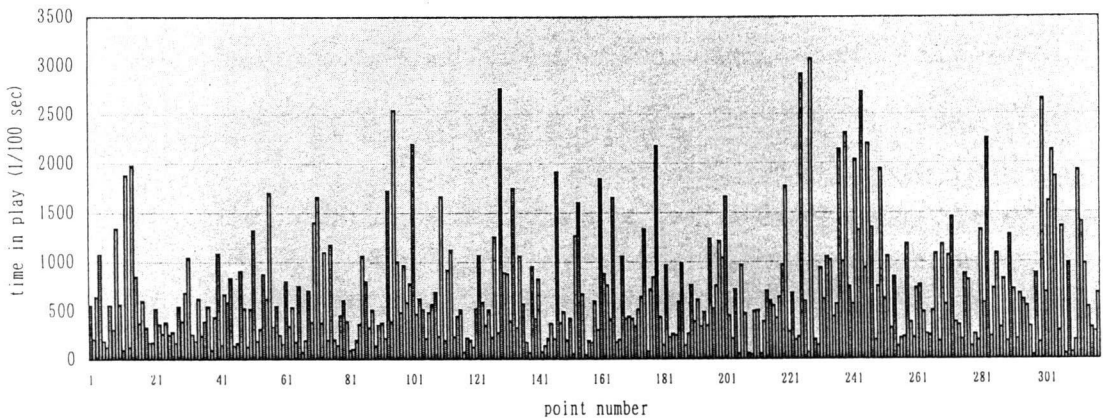


Fig. 4 Active Time Flow Through The Match (K.Date 7-6 3-6 12-10 S.Graf)

「Fig. 4」は、一試合のプレー活動時間を時系列に示したものである。プレー活動時間は、一般に平均すると6～8秒であるが、経時的に眺めると、プレー活動時間が不規則、間欠的に繰り返されており、更にそれぞれのプレーがラリーテンポの高速化により身体活動も高速化が余儀なくされていることを考えると、テニス競技は、エネルギー系の体力側面では高強度の間欠的運動と定義できる。

テニス競技は、1セットは30分を越えることは頻繁であり、1試合が3～5時間かかることも稀ではない。打球のスピードは試合の経過とともに極端に遅くなるということはないので、

競技者の体力資質として、いつ終わるとも分からない最後まで、高速化した打球に追いついてゆく身体スピードの維持が試合を有利に運ぶ不可欠な要因となる。しかしながら従来より、テニス競技においては、このスピード持久性の重要性に言及した研究は少なく、テニスの種目特性に応じたスピード持久性に関する体力測定項目は設定されていない。

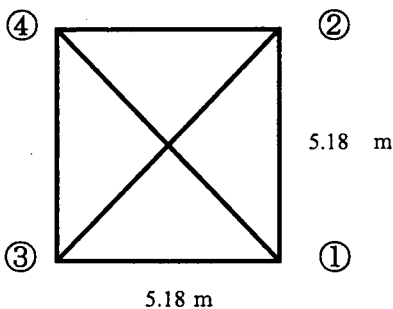
したがって、従来型の各種体力テスト及び運動能力テストでは、測定対象とはなっていないかった、高い運動強度のスピード持久性がテニス選手の体力的種目特性の一つとして重要な意味をもつようになった現在、その評価のためのフィールドテスト (field test) の開発、ひいてはトレーニング方法の開拓が求められるところである。

今回の研究では、ジュニア選手を中心に12歳から22歳までの比較的技術レベルの高い競技者を対象にして、まず従来からテニス競技の体力及び運動能力の評価のために行われてきた各種体力・運動能力テストを実施した。さらに、その結果と、スピード持久性の評価を目的として、本研究で採用し実施した、休息を挟んで運動を繰り返すいくつかの負荷強度の間欠的運動を比較し考察し、テニス選手のスピード持久性評価のためのフィールドテストとしての適切性及び妥当性の検討を行った。

## ◆ 方法 ◆

基礎的資料収集のため、一般大学体育会テニス部所属の19歳から21歳の男子14名、女子14名に「間欠的5mスプリント (sprint)」、「間欠的10mスプリント」、「間欠的40mスプリント」、「間欠的20mシャトルラン (shuttle run) (10m-1往復) (計20m)」、「間欠的50m方向変換走」をそれぞれ20秒の休息を挟んで10回行わせ、それぞれの疾走タイムを計測した。

「間欠的20mシャトルラン (10m-1往復)」は、10mの距離の往復を20秒間の休息を挟んで10回連続行うものである。



「間欠的50m方向変換走」は、5.18m 四方の各地点を「Fig. 5」のように規則的にできるだけ素早く巡る測定で、走行距離は総計50mになっている。

①→②→③→④→①→③→②→④→①の順に走る

また、最大酸素摂取量の推定のため、全被験者に「12分間走」、「シャトル・スタミナ・テスト (Shuttle Stamina Test : SST)」を実施した。「12分間走」は、

Fig. 5 50m方向変換走 12分間にどれだけの距離を走れるかを測定

スタート

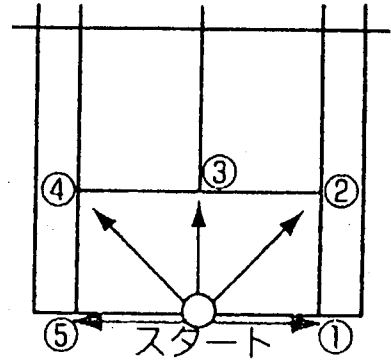
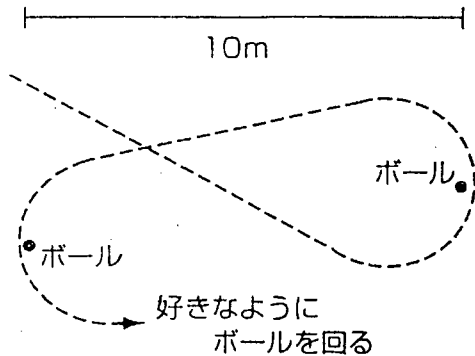


Fig. 6 a シャトル・スタミナ・テスト (Shuttle Stamina Test) Fig. 6 b ファンドリル ( Fun Drill )

するものである。「シャトル・スタミナ・テスト」は、10mの距離を3分間往復させ、その間の走行距離を計測するものである (Fig. 6 a)。

地域レベルのテニスのジュニア選手を対象とした地域選抜合宿に参加した男子14名、女子10名に、フィールドテストとして、「50m方向変換走」、「30mスプリント」、「10mシャトルラン」、「ファン・ドリル(fun drill)」(テニスコートを利用した5方向往復走) (Fig. 6 b)、テニスコートのベースライン (baseline) 間を利用した「42.055mシャトルラン」、20秒の休息を挟んで行う「間欠的40mシャトルラン (10m-2往復)」の10回反復を実施した。「42.055mシャトルラン」では、スタートから10 mのタイムも記録した。また、有酸素性作業能力の指標として「シャトル・スタミナ・テスト」を行い最大酸素摂取量を推定した。

さらに、実験室測定として自転車エルゴメーターにより、5秒間の全力ペダリングを20秒間の休息を挟んで10回繰り返す間欠的作業を実施し、無酸素性作業能力 (無酸素性パワーの持久性能力) を計測した。自転車エルゴメーターの負荷は、被験者の体重の0.075% (kp) で設定した。この作業の前後には、指先採血により血中乳酸値測定も行った。この実験のプロトコルを「Fig. 7」に示した。

測定は、平成14年 (2002年) 1月12日 (土) から14日 (月) まで2泊3日の日程で国立スポーツ科学研究所 (JISS) にて行った。

全日本レベルのテニス強化指定選手、男子4名、女子10名にフィールドテストとして、「50m方向変換走」、「30mスプリント」、「10mシャトルラン」、「ファン・ドリル(fun drill)」 (Fig. 6 b)、テニスコートのベースライン (baseline) 間を利用した「23.77mシャトルラン」、20秒の休息を挟んで行う「間欠的20mシャトルラン (10m 1往復)」の10回反復などを実施した。また有酸素性作業能力の指標として「シャトル・スタミナ・テスト」を行

間欠的パワー測定 プロトコル

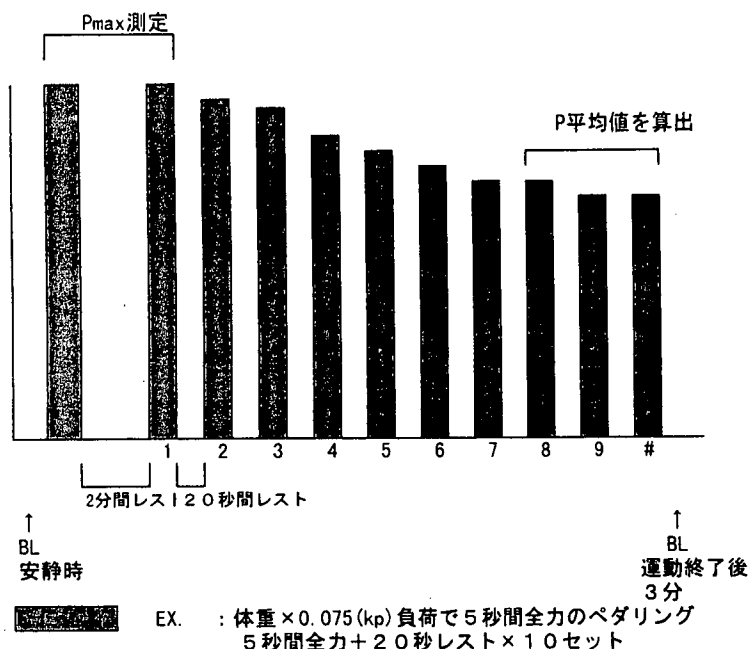


Fig. 7 Protocol for Measuring The Anaerobic Power

い最大酸素摂取量を推定した。

実験測定は、前述の地域ジュニア合宿に先立ち、平成13年（2001年）12月7日（金）から9日（日）まで、2泊3日の日程で、国立スポーツ科学センター（JISS）で行った。

体育大学体育会テニス部に所属する男子10名に「50mスプリント」、また「間欠的40mシャトルラン（10m-2往復）」（計40m）を20秒の休息を挟んで間欠的に10回、と「間欠的20mシャトルラン（10m-1往復）」（計20m）を同じく20秒の休息を挟んで間欠的に10回の各フィールドテストを実施した。「50mスプリント」においては、30m、40m地点の通過タイム（rap time）を同時に計測した。両シャトルラン終了後には、指先採血により血中乳酸値を計測した。

また、同じ被験者に漸増負荷によるトレッドミル（treadmill）走を実施し、その走行活動中の呼気ガスを排気ダクトにより採集した。採集した呼気ガスは、呼気ガス分析機で分析し、毎分換気量（VE）（l/min）、毎分酸素摂取量（VO<sub>2</sub>）（ml/min）、心拍数（HR）（b/min）を1分毎にモニターしオールアウト（all-out）時点まで逐次計測し、VT（Ventilation Threshold：換気閾値）より、各被験者の無酸素性作業閾値（Anaerobic Threshold：AT）（%VO<sub>2</sub> max）、及び最大酸素摂取量（VO<sub>2</sub> max）を推定した。

最大酸素摂取量の推計は心拍数が180(bpm)~200(bpm) のとき、VEが頭打ちになった時点とした。またVTは3人の研究者によりグラフ上で計測し推定した。

また、各種10回の反復の間欠的運動の各試行時間を、最初の1回(first)、2-4回(primal)、5-7回(middle)、8-10回(final)の各相に分けて、記録の遅れを平均値で示し、primal相に比したfinal相の遅れを遅延時間(Delayed Time(%))として、百分率で表した。

血中乳酸値の計測には、日科機バイオス株式会社製YSI 1500 SPORTポータブル・ラクテート・アナライザー及び、ベーリンガー・マンハイム社製簡易乳酸測定器アクスポーツを使用した。

呼気ガス分析には、ミナト医科学社製AE280を使用した。

### ◆ 結果 ◆

「Fig. 8a」及び「Fig. 8b」に基礎的資料収集の目的で、一般大学体育会テニス部所属部員を対象に行った「間欠的5mスプリント」、「Fig. 9a」及び「Fig. 9b」に「間欠的10mスプリント」、「Fig. 10a」及び「Fig. 10b」に「間欠的20mシャトルラン(10m-1往復)」の男女別、各14名の1回から10回まで各試行の平均値の推移と、「間欠的20mシャトルラン(10m-1往復)」においては、ある個人の例を示した。

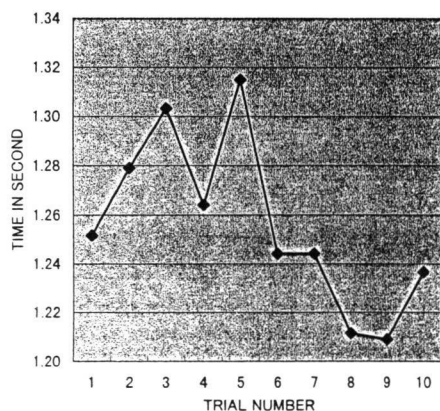


Fig. 8 a 5m Sprint time (Boys)

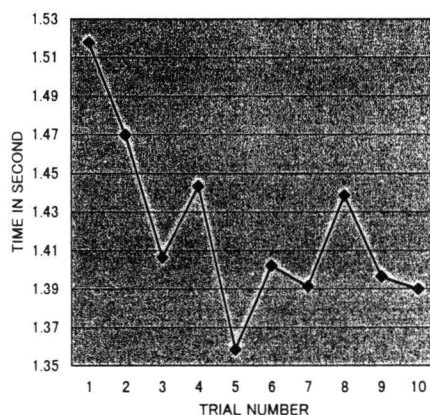


Fig. 8 b 5m Sprint time (Girls)

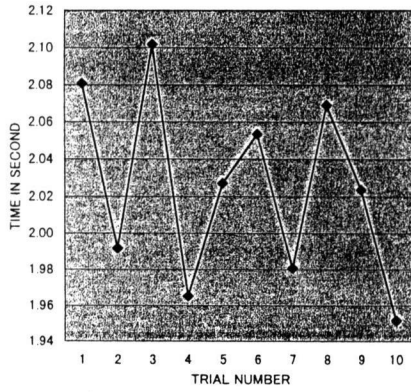


Fig. 9 a 10 m Sprint time (Boys)

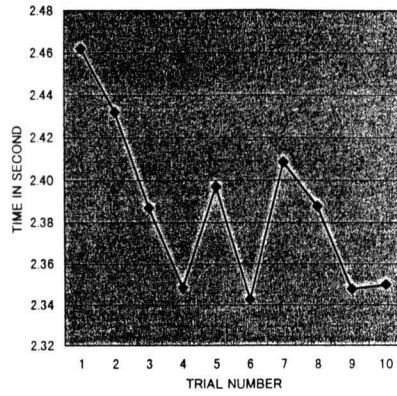


Fig. 9 b 10 m Sprint time (Girls)

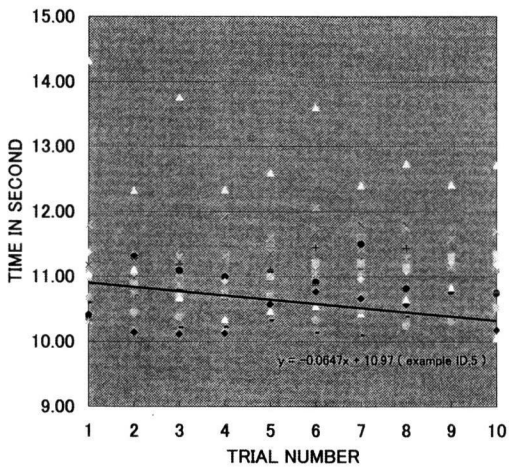


Fig. 10 a 10m Shuttle Run (Boys)

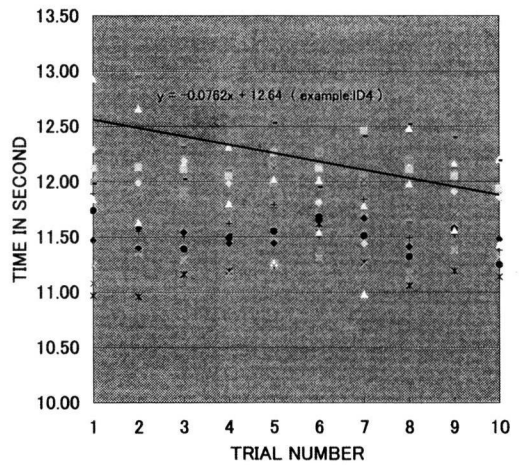


Fig. 10 b 10m Shuttle Run (Girls)



これら一般大学体育会テニス部を対象に行ったフィールドテスト項目の中では、比較的短距離の「5mスプリント」及び「10mスプリント」を10回反復の間欠的運動、「間欠的20mシャトルラン(10m-1往復)」を10回反復の間欠運動では、「Fig. 8a」から「Fig. 10b」までの例が示す通り、いずれの被験者にも記録(パフォーマンス)の後退が見られず、かえって記録が向上する傾向が現れた。これは、これらの間欠的運動負荷では、解糖系のエネルギー登用によりもたらされる乳酸性の疲労によるパフォーマンス低下は認められないか、あるいはそれ以上に、同じ運動を反復することによる練習効果、ウォーミングアップ(warming-up)効果、各試行前に自他共に努力を喚起することによる心理的効果などが原因として考えられる。

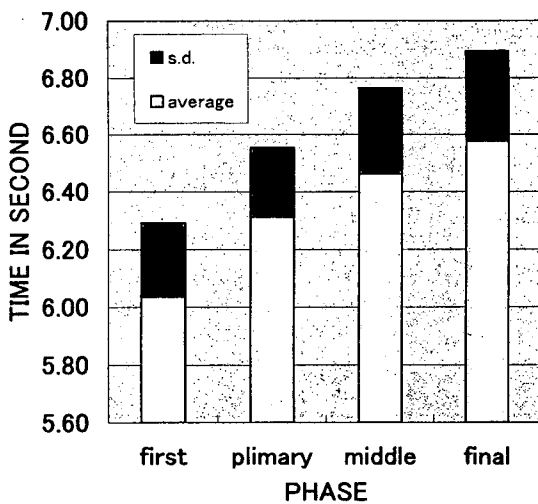


Fig. 11a 40 m Sprint time (Boys)

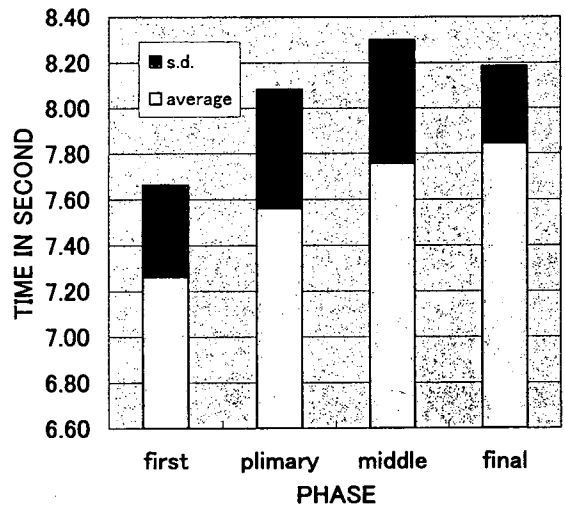


Fig. 11b 40 m Sprint Time (Girls)

一般大学体育会テニス部所属選手を対象としたフィールドテスト項目の「間欠的40mスプリント」を20秒の休息を挟んで10回行った結果を、「Fig. 11a」(男子)、「Fig. 11b」(女子)に示した。また、「50m方向変換走」を20秒の休息を挟んで10回行った結果を、「Fig. 12a」(男子)、「Fig. 12b」(女子)に示した。

20秒の休息を挟んで行う「間欠的40mスプリント」10回反復の結果に有意な記録の後退傾向が認められた。また、20秒の休息を挟んで行った「50m方向変換走」にも「first」(第一試行目)とそれ以降の相に記録の後退傾向は見られたが、「primary相」、「middle相」、

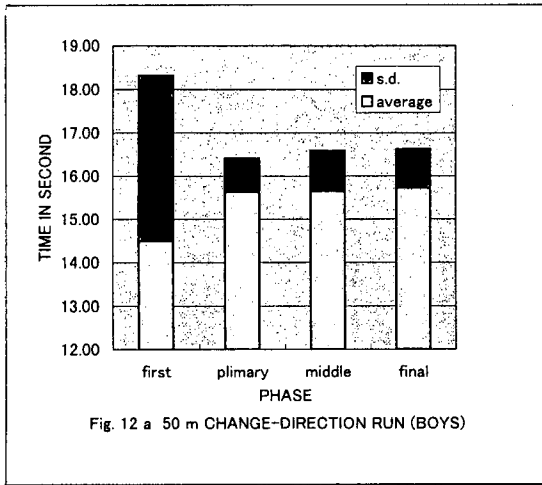


Fig. 12 a 50 m CHANGE-DIRECTION RUN (BOYS)

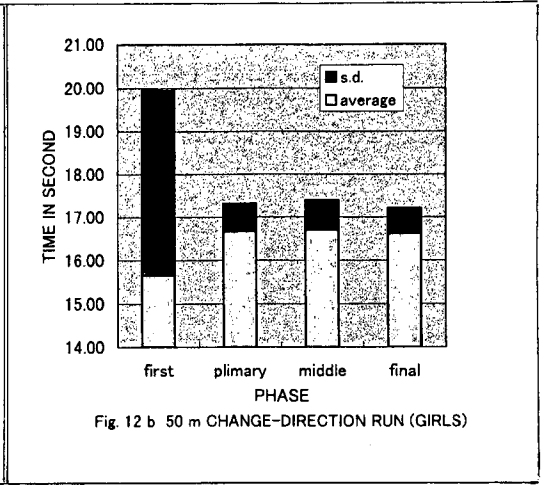


Fig. 12 b 50 m CHANGE-DIRECTION RUN (GIRLS)

Table 1 Running Distance in SST and 12-min.-run

| ID (initial) | shuttle stamina test (m) | 12-min-run (m) |
|--------------|--------------------------|----------------|
| Y.J          | 523                      | 2959           |
| T.J          | 542                      | 2959           |
| Y.H          |                          | 2894           |
| N.M          | 520                      | 2882           |
| M.O          | 520                      | 2802           |
| S.S          |                          | 2726           |
| E.K          |                          | 2715           |
| S.I          | 470                      | 2670           |
| H.Y          | 500                      | 2660           |
| T.Y          | 516                      | 2657           |
| T.K          |                          | 2640           |
| S.Y          | 480                      | 2583           |
| K.I          | 493                      | 2488           |
| Y.H          | 451                      | 2463           |
| E.O*         |                          | 2437           |
| E.O          | 500                      | 2437           |
| M.I          | 470                      | 2373           |
| S.T          | 494                      | 2370           |
| Y.U          | 460                      | 2367           |
| Y.K          | 448                      | 2364           |
| A.K          | 450                      | 2213           |
| M.S          | 350                      | 2155           |
| C.U          |                          | 2153           |
| N.I          | 460                      | 2126           |
| K.M          | 445                      | 2070           |

uppers: male, downers: female

「final相」の各相間に有意な差はなかった。

一般大学体育会テニス部所属選手を対象とした「12分間走」と「シャトル・スタミナ・テスト」の記録を「Table 1」に示した。

クーパー(Kenneth H. Cooper)<sup>9)</sup>によると、12分間走の記録が2000mで最大酸素摂取量は、35.3 (ml/kg/min)、2600mで48.0 (ml/kg/min)、3000mで56.5 (ml/kg/min)と換算しており、本実験の被験者は一般的体力水準から判断<sup>10)</sup>すると、男女ともに普通からやや高めの評価に値し、五段階評価では3~4の間であった。

「12分間走」と「間欠的50m方向変換走」の遅延時間との関係を「Fig. 13 a」に示した。男子において「12分間走」と「間欠的50m方向変換走」の遅延時間との間に、遅延時間が長いものは12分間走の距離が短いという負の相関傾向が見られた。

また、「間欠的50m方向変換走」の遅延時間(Delayed Time)と「12分間走」の間にも負の相関関係が確認された(「Fig. 13 b」)。

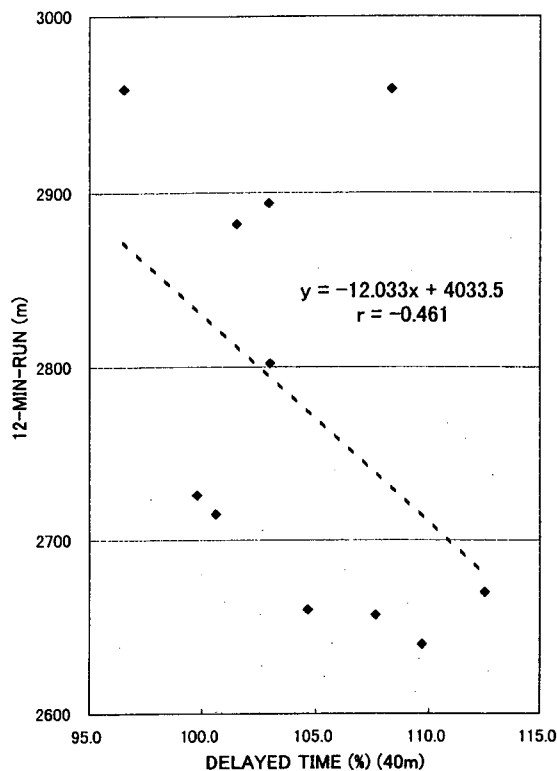


Fig. 13a THE RELATIONSHIP BETWEEN 12-MIN RUN AND DELAYED TIME of 40m Sprint ( BOYS )

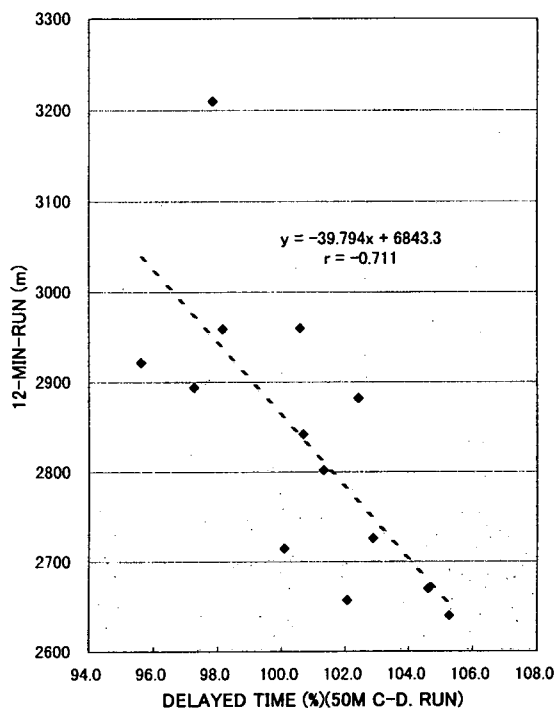


Fig.13b THE RELATIONSHIP BETWEEN 12-MIN-RUN AND DELAYED TIME of 50m C-D. Run

日本を北海道、東北、関東、北陸、東海、近畿、中国、四国、九州の9地域に分け選抜した地域レベルのテニスのジュニア選手を対象とした地域選抜合宿に参加した男子14名、女子10名のプロフィールを「Table 2」に示した。測定に参加したジュニア選手の年齢幅は、男子で13歳から17歳、女子で12歳から15歳であった。

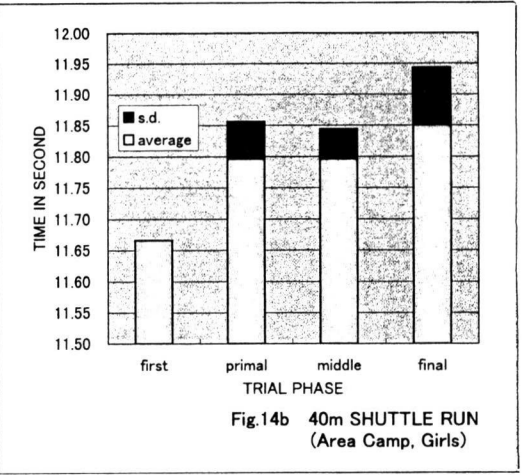
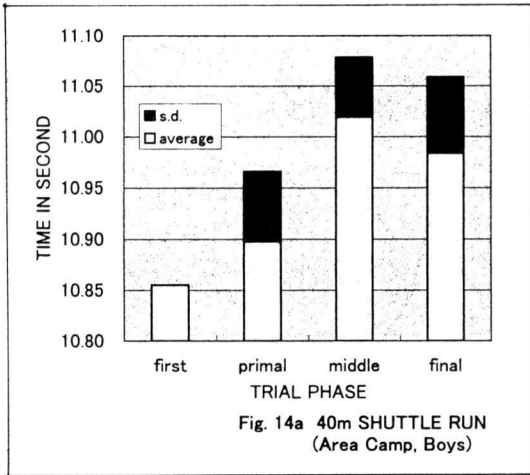
フィールドテストとして実施した、「50m方向変換走」、「30mスプリント」、「10mシャトルラン」、「ファンドリル(fun drill)」（テニスコートを利用した5方向往復走）(Fig. 7)、テニスコートのベースライン(baseline)間を利用した「42.055m シャトルラン」、「間欠的40mシャトルラン(10m-2往復)」を20秒の休息を挟んで10回の反復を実施した結果を男女別に集計し、「Table 3」に示した。また、本研究課題には直接関わらないが、同時に測定した、「立ち幅跳び」、「メディスンボール投げ」などの他の測定項目も参考に載せて示した。

Table 2 Profile of The Regional Junior Tennis Athletes (2001)

| ID      | AGE   | SEX   | FOREHAND     | F.H.STROKE      | B.H.STROKE      | HEIGHT | WEIGHT | BREAST | BODY FAT |
|---------|-------|-------|--------------|-----------------|-----------------|--------|--------|--------|----------|
| Unit    | (yrs) | (M/F) | (Right/Left) | (Single/Double) | (Single/Double) | (cm)   | (cm)   | (cm)   | (%)      |
| M01     | 14    | M     | R            | Single hand     | D               | 172.3  | 62.6   | 81.4   |          |
| M02     | 14    | M     | R            | S               | D               | 168.0  | 52.6   | 77.0   | 15.0     |
| M03     | 14    | M     | R            | S               | D               | 167.4  | 63.1   | 88.0   | 15.3     |
| M04     | 16    | M     | R            | S               | D               | 170.7  | 56.0   | 80.0   | 13.0     |
| M05     | 17    | M     | R            | S               | S               | 175.9  | 61.0   | 84.4   | 14.8     |
| M06     | 17    | M     | R            | S               | D               | 175.2  | 62.5   | 82.5   | 13.6     |
| M07     | 16    | M     | R            | S               | D               | 180.3  | 64.8   | 86.0   | 13.0     |
| M08     | 13    | M     | R            | S               | D               | 171.4  | 58.1   | 79.0   | 10.8     |
| M09     | 14    | M     | R            | S               | D               | 161.6  | 44.6   | 76.4   | 15.6     |
| M10     | 14    | M     | R            | S               | D               | 152.2  | 45.6   | 74.5   | 15.7     |
| M11     | 14    | M     | R            | S               | D               | 178.2  | 64.1   | 84.0   | 15.5     |
| M12     | 13    | M     | R            | S               | S               | 165.1  | 49.7   | 75.0   | 8.20     |
| M13     | 14    | M     | R            | S               | D               | 166.3  | 53.6   | 76.0   | 12.80    |
| M14     | 14    | M     | R            | S               | D               | 161.5  | 54.4   | 80.0   | 9.40     |
| average | 14.6  |       |              |                 |                 | 169.01 | 56.62  | 80.30  | 13.28    |
| s.d.    | 1.34  |       |              |                 |                 | 7.531  | 6.799  | 4.265  | 2.467    |
| maximum | 17    |       |              |                 |                 | 180.3  | 64.8   | 88.0   | 8.2      |
| F01     | 14    | F     | R            | S               | D               | 158.7  | 46.2   | 75.0   | 18.3     |
| F02     | 15    | F     | R            | S               | D               | 155.8  | 50.6   | 83.0   | 25.1     |
| F03     | 12    | F     | R            | Doublehand      | D               | 151.5  | 46.6   | 74.2   | 22.6     |
| F04     | 14    | F     | R            | S               | D               | 153.9  | 52.0   | 79.8   | 22.4     |
| F05     | 14    | F     | R            | S               | D               | 154.1  | 45.8   | 80.4   | 20.2     |
| F06     | 14    | F     | R            | S               | D               | 157.7  | 51.5   | 81.0   | 23.7     |
| F07     | 13    | F     | R            | S               | D               | 151.3  | 45.3   | 75.0   | 21.4     |
| F08     | 14    | F     | R            | S               | D               | 150.0  | 44.8   | 77.0   | 21.5     |
| F09     | 13    | F     | R            | S               | D               | 157.2  | 42.0   | 72.0   | 15.3     |
| F10     | 13    | F     | R            | S               | D               | 155.6  | 53.6   | 82.0   | 25.9     |
| average | 13.6  |       |              |                 |                 | 154.58 | 47.84  | 77.94  | 21.64    |
| s.d.    | 0.84  |       |              |                 |                 | 2.944  | 3.796  | 3.777  | 3.151    |
| maximum | 15    |       |              |                 |                 | 158.7  | 53.6   | 83.0   | 15.3     |

Table 3 地域選抜ジュニアテニス選手の測定結果(2001年)

| 測定項目                     | unit  | Male    |         | Female  |         |
|--------------------------|-------|---------|---------|---------|---------|
|                          |       | average | maximum | average | maximum |
| 50m方向変換走                 | sec   | 15.32   | 14.23   | 16.541  | 15.62   |
| 立ち幅跳び                    | cm    | 229.4   | 258.0   | 189.3   | 217.0   |
| メディシンボール投げ(前方)           | m     | 6.54    | 7.55    | 6.24    | 7.30    |
| 30m走                     | sec   | 4.81    | 4.31    | 5.343   | 5.05    |
| フアンドリル                   | sec   | 18.13   | 16.59   | 19.481  | 18.3    |
| 腕立て伏せ                    | 回/30秒 | 21.5    | 27.0    | 16.1    | 28.0    |
| 上体起こし                    | 回/30秒 | 29.8    | 35.0    | 25.9    | 40.0    |
| シャトルスタミナ                 | m     | 547.5   | 586.0   | 516.1   | 550.0   |
| 42.055m往復走(スピード系)        | (sec) | 7.91    | 7.41    | 8.58    | 8.2     |
| 42.055m往復走(スピード系)10m rup | (sec) | 2.10    | 1.91    | 2.252   | 2.05    |
| 40m シャトルラン(2往復走)1        | (sec) | 10.86   | 9.98    | 11.666  | 11.08   |
| 40m シャトルラン(2往復走)2        | (sec) | 10.85   | 9.83    | 11.763  | 11.02   |
| 40m シャトルラン(2往復走)3        | (sec) | 10.87   | 9.94    | 11.865  | 11.05   |
| 40m シャトルラン(2往復走)4        | (sec) | 10.98   | 10.08   | 11.759  | 11.00   |
| 40m シャトルラン(2往復走)5        | (sec) | 11.05   | 9.87    | 11.748  | 10.86   |
| 40m シャトルラン(2往復走)6        | (sec) | 11.06   | 10.05   | 11.844  | 11.14   |
| 40m シャトルラン(2往復走)7        | (sec) | 10.95   | 10.01   | 11.795  | 11.04   |
| 40m シャトルラン(2往復走)8        | (sec) | 11.06   | 10.09   | 11.883  | 11.09   |
| 40m シャトルラン(2往復走)9        | (sec) | 10.98   | 10.07   | 11.922  | 11.41   |
| 40m シャトルラン(2往復走)10       | (sec) | 10.91   | 10.14   | 11.745  | 11.34   |
| フアンドリルⅡ                  | (sec) | 16.06   | 14.74   | 17.301  | 16.35   |
| メディシンボール(2kg)前方          | m     | 8.19    | 9.82    | 6.255   | 7.5     |
| メディシンボール(2kg)サービス投げ      | m     | 8.85    | 11.87   | 6.616   | 8.28    |
| メディシンボール(2kg)右サイド        | m     | 10.34   | 13.08   | 7.148   | 9.4     |
| メディシンボール(2kg)左サイド        | m     | 9.35    | 14.6    | 6.883   | 8.85    |



「Fig. 14a」、「Fig. 14b」に、「間欠的40mシャトルラン (10m-2往復)」の結果を男女別にそれぞれ示した。男女とも「first」から「primal相」を経て以降、記録の後退が観察されるが、男子では「final相」が「middle相」より記録がいいなど、疑問の余地が残る。また、女子は記録の後退が顕著ではなかった。

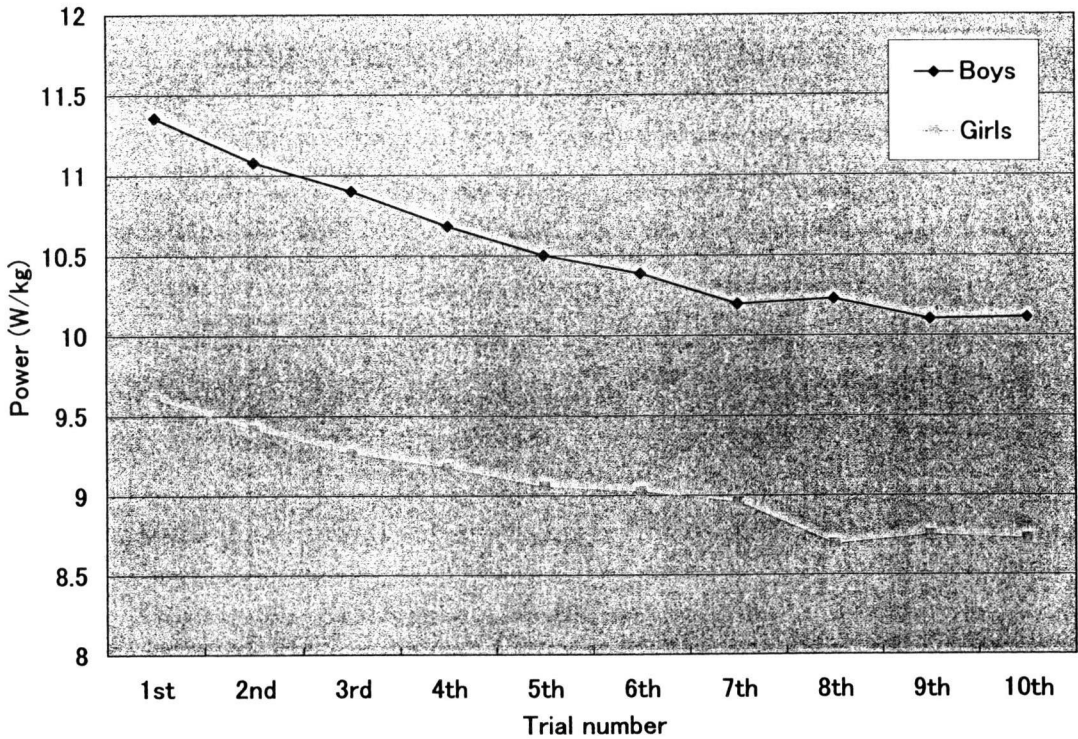


Fig. 15 Anaerobic Power

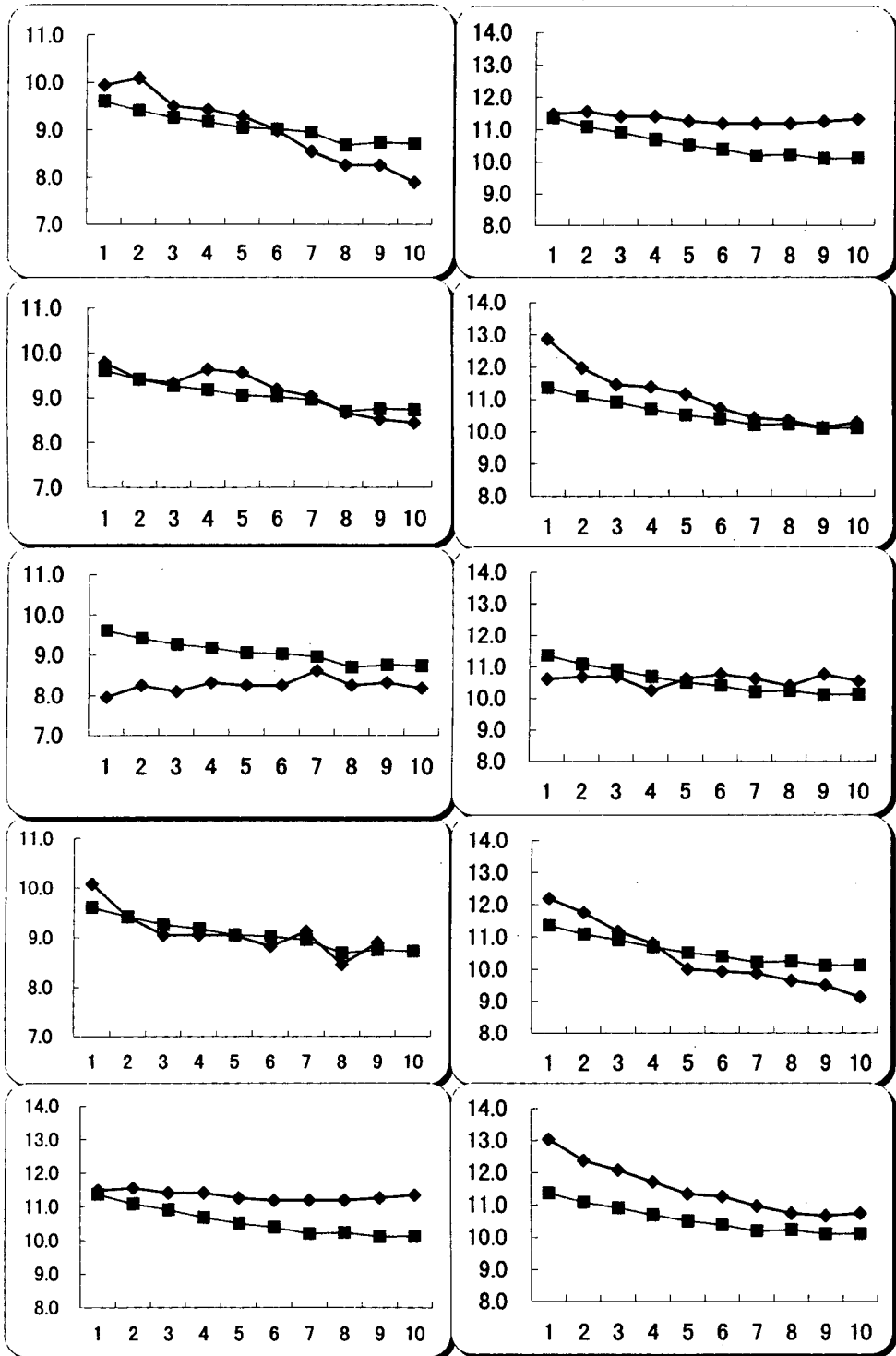


Fig. 16 Anaerobic Power

\* 5 figures left side are of girls.  
And 5 right side are of boys.

自転車エルゴメーターにより、5秒間の全力ペダリングを20秒間の休息を挟んで10回繰り返す間欠的作業の結果を集計して計算した、試行毎の体重あたりの無酸素性パワーの平均値の推移を「Fig. 15」に示した。男女共に試行回数が進に連れてパワーの減衰が顕著である。

「Fig. 16」には、典型的な例として男女5人ずつの個人データを個人の特定をせず掲載した。「■」標は、男女別被験者全員の平均値であり、「◆」標は各個人の値である。パワーの強さ、減衰経緯に個人差があることが明白である。

Table 4 Profile of The National Junior Tennis Athletes

| ID   | AGE<br>(yrs) | SEX<br>(M/F) | Height<br>(cm) | Weight<br>(kg) |
|------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| M01  | 13           | M            | 163.6          | 50.1           |
| M02  | 14           | M            | 171            | 56.6           |
| M03  | 13           | M            | 166            | 52.7           |
| M04  | 13           | M            | 162.8          | 47             |
| ave. |              |              | 165.85         | 51.6           |
| s.d. |              |              | 3.693          | 4.067          |
| F01  | 16           | F            | 158.2          | 53.4           |
| F02  | 14           | F            | 152.7          | 41.5           |
| F03  | 14           | F            | 166.6          | 55.3           |
| F04  | 17           | F            | 163.5          | 59.8           |
| F05  | 24           | F            | 167.9          | 54.7           |
| F06  | 14           | F            | 162.9          | 56.2           |
| F07  | 15           | F            | 163.4          | 52.8           |
| F08  | 14           | F            | 160.1          | 51.8           |
| F09  | 12           | F            | 155.8          | 48.4           |
| F10  | 12           | F            | 150.7          | 46.9           |
| ave. |              |              | 160.18         | 52.08          |
| s.d. |              |              | 5.759          | 5.254          |

2002

全日本レベルのテニス強化指定選手、男子4名、女子10名のプロフィールを「Table 4」に示した。「Table 5a」及び「Table 5b」は、全被験者の測定結果を男女別にそれぞれ示した一覧表である。

「Table 6」にフィールドテストとして実施した、「50m方向変換走」、「30mスプリント」、「10mシャトルラン」、「ファンドリル(fun drill)」(Fig. 7)、テニスコートのベースライン(baseline)間を利用した「23.77mシャトルラン」、20秒の休息を挟んで10回の反復を行う「間

欠的20mシャトルラン(10m-1往復)」の結果を男女別に集計した。また、参考までに本研究の目的以外に実施した他の測定項目も掲載した。「Fig. 17」に「間欠的20mシャトルラン(10m-1往復)」の結果を示した。試行回数と記録に一定の傾向が認められず、記録の遅延も有意ではなかった。



Table 5a Fitness of National Junior Tennis Players (Boys)

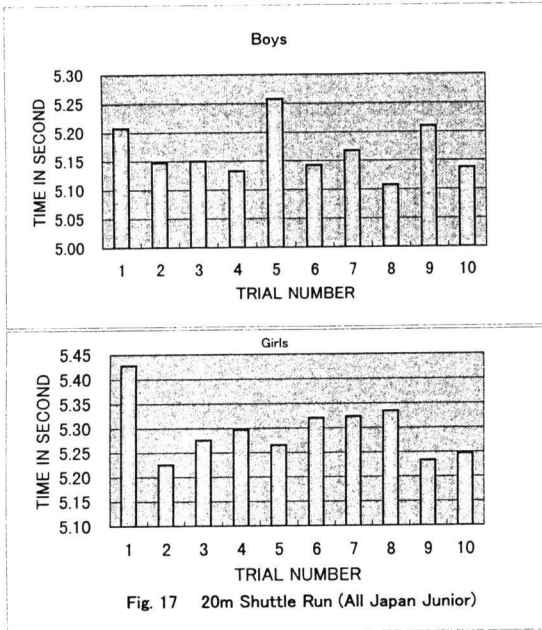
| articles of easurement | unit/ID       | M01  | M02  | M03  | M04  | average | s.d.   | maximum |
|------------------------|---------------|------|------|------|------|---------|--------|---------|
| 握力(右)                  | (kg)          | 39.5 | 35.0 | 29.0 | 31.0 | 33.63   | 4.644  | 39.5    |
| (左)                    | (kg)          | 40.0 | 44.0 | 37.0 | 40.0 | 40.25   | 2.872  | 44.0    |
| 平均                     | (kg)          | 39.8 | 39.5 | 33.0 | 35.5 | 36.94   | 3.268  | 39.75   |
| 背筋力                    | (kg)          | 92.5 | 91.0 | 91.5 | 90.0 | 91.25   | 1.041  | 92.5    |
| 長座体前屈                  | (cm)          | 41.0 | 46.5 | 39.0 | 38.0 | 41.13   | 3.794  | 46.5    |
| 立位体前屈                  | (cm)          | 12.5 | 8.5  | 0.5  | 7.5  | 7.25    | 4.992  | 12.5    |
| 伏臥上体そらし                | (cm)          | 47.5 | 42.6 | 42.4 | 49.8 | 45.58   | 3.674  | 49.8    |
| 反復横跳び                  | (times)       | 64   | 65   | 69   | 63   | 65.25   | 2.630  | 69      |
| 垂直跳び                   | (cm)          | 49.0 | 51.0 | 47.0 | 42.0 | 47.25   | 3.862  | 51.0    |
| 全身反応時間                 | (sec)         | 0.24 | 0.18 | 0.25 | 0.23 | 0.22    | 0.031  | 0.179   |
| 50m方向変換走               | (sec)         | 14.8 | 13.2 | 14.3 | 14.8 | 14.27   | 0.758  | 13.18   |
| 立ち5段跳び                 | (m)           | 11.4 | 11   | 10.5 | 10.1 | 10.73   | 0.568  | 11.39   |
| 立ち幅跳び                  | (cm)          | 227  | 233  | 213  | 214  | 221.75  | 9.845  | 233     |
| メディシンボール投げ(前方)         | (m)           | 589  | 752  | 534  | 660  | 633.75  | 94.207 | 752     |
| 30m走                   | (sec)         | 4.89 | 4.57 | 4.64 | 5.04 | 4.79    | 0.219  | 4.57    |
| ファンドリル                 | (sec)         | 19.2 | 17.5 | 18.4 | 18.9 | 18.50   | 0.737  | 17.5    |
| シャトルラン                 | (sec)         | 9.8  | 9.3  | 9.49 | 10.1 | 9.67    | 0.352  | 9.3     |
| 腕立て伏せ                  | (times/30sec) | 23   | 34   | 18   | 17   | 23.00   | 7.789  | 34      |
| 上体起こし                  | (times/30sec) | 23   | 32   | 28   | 26   | 27.25   | 3.775  | 32      |
| シャトルスタミナ               | (m)           | 563  | 545  | 536  | 540  | 546.00  | 11.916 | 563     |
| サーブ最高値                 | (km)          | 141  | 164  | 156  | 148  | 152.25  | 9.946  | 164     |
| 柔軟性(関節可動範囲)            | (level)       | 3    | 2.5  | 2.5  | 3.5  | 2.88    | 0.479  | 3.5     |
| 23.77m往復走(スピード系)1      | (sec)         | 9.09 | 8.68 | 8.69 | 9.71 | 9.04    | 0.484  | 8.68    |
| 23.77m往復走(スピード系)       | (sec)         | 2.21 | 2.29 | 2.29 | 2.34 | 2.28    | 0.054  | 2.21    |
| 40m往復走(スピード系)1         | (sec)         | 8.42 | 7.82 | 7.97 | 8.43 | 8.16    | 0.312  | 7.82    |
| 40m往復走(スピード系)10m       | (sec)         | 2.34 | 2.21 | 2.16 | 2.19 | 2.23    | 0.079  | 2.16    |
| シャトルラン(1往復走)1          | (sec)         | 5.27 | 5.16 | 4.99 | 5.41 | 5.21    | 0.177  | 4.99    |
| シャトルラン(1往復走)2          | (sec)         | 5.26 | 5.17 | 5.03 | 5.13 | 5.15    | 0.095  | 5.03    |
| シャトルラン(1往復走)3          | (sec)         | 5.28 | 5.18 | 5.04 | 5.1  | 5.15    | 0.104  | 5.04    |
| シャトルラン(1往復走)4          | (sec)         | 5.23 | 5.15 | 5.04 | 5.11 | 5.13    | 0.079  | 5.04    |
| シャトルラン(1往復走)5          | (sec)         | 5.35 | 5.21 | 5.1  | 5.37 | 5.26    | 0.127  | 5.10    |
| シャトルラン(1往復走)6          | (sec)         | 5.34 | 5.06 | 5.03 | 5.14 | 5.14    | 0.140  | 5.03    |
| シャトルラン(1往復走)7          | (sec)         | 5.26 | 5.18 | 5.14 | 5.09 | 5.17    | 0.072  | 5.09    |
| シャトルラン(1往復走)8          | (sec)         | 5.18 | 5.1  | 5.08 | 5.07 | 5.11    | 0.050  | 5.07    |
| シャトルラン(1往復走)9          | (sec)         | 5.3  | 5.16 | 5.18 | 5.2  | 5.21    | 0.062  | 5.16    |
| シャトルラン(1往復走)10         | (sec)         | 5.18 | 5.15 | 5.04 | 5.18 | 5.14    | 0.067  | 5.04    |
| ファンドリルⅡ                | (sec)         | 16.5 | 16.1 | 16.3 | 16.7 | 16.41   | 0.265  | 16.12   |

Table 5b Fitness of National Junior Tennis Players (Girls)

| articles of easurement | F01   | F02   | F03   | F04   | F05   | F06   | F07   | F08   | F09   | F10   | average | s.d.  | maximum |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|---------|
| 握力(右)                  | 42.0  | 28.0  | 40.0  | 40.5  | 31.0  | 27.0  | 37.5  | 39.5  | 25.5  | 34.0  | 34.5    | 6.223 | 42.0    |
| (左)                    | 33.0  | 27.0  | 32.0  | 35.0  | 32.0  | 35.0  | 32.5  | 32.0  | 26.0  | 32.5  | 31.7    | 2.974 | 35.0    |
| 平均                     | 37.5  | 27.5  | 36.0  | 37.8  | 31.5  | 31.0  | 35.0  | 35.8  | 25.8  | 33.3  | 33.1    | 4.115 | 37.8    |
| 背筋力                    | 94.5  | 61.5  | 99.0  | 105.5 | 81.5  | 100.0 | 87.0  | 92.0  | 71.0  | 66.0  | 85.8    | 15.27 | 105.5   |
| 長座体前屈                  | 52.0  | 51.0  | 68.5  | 44.5  | 41.0  | 55.0  | 53.5  | 50.5  | 37.5  | 48.0  | 50.15   | 8.538 | 68.5    |
| 立位体前屈                  | 13.0  | 19.5  | 23.6  | 11.5  | 9.5   | 18.8  | 16.0  | 9.1   | 7.0   | 14.0  | 14.2    | 5.266 | 23.6    |
| 伏臥上体そらし                | 49.7  | 52.4  | 49.0  | 47.9  | 39.2  | 43.9  | 51.3  | 46.6  | 49.1  | 54.6  | 48.37   | 4.394 | 54.6    |
| 反復横跳び                  | 61    | 60    | 64    | 57    | 50    | 63    | 63    | 58    | 53    | 53    | 58.2    | 4.872 | 64      |
| 垂直跳び                   | 41.0  | 40.0  | 52.0  | 33.0  | 34.0  | 50.0  | 45.0  | 53.0  | 28.0  | 38.0  | 41.4    | 8.514 | 53.0    |
| 全身反応時間                 | 0.26  | 0.21  | 0.23  | 0.22  | 0.32  | 0.21  | 0.24  | 0.27  | 0.36  | 0.3   | 0.262   | 0.050 | 0.2     |
| 50m方向変換走               | 14.80 | 16.00 | 14.90 | 14.76 | 16.86 | 14.90 | 15.83 | 14.69 | 16.74 | 15.78 | 15.53   | 0.832 | 14.69   |
| 立ち5段跳び                 | 9.9   | 8.8   | 10.1  | 10.1  | 8.91  | 10.1  | 9.98  | 9.91  | 8.19  | 9.59  | 9.56    | 0.680 | 10.1    |
| 立ち幅跳び                  | 210   | 181   | 231   | 210   | 164   | 204   | 208   | 213   | 181   | 204   | 200.6   | 19.55 | 231.0   |
| メディシンボール投げ(前方)         | 687   | 563   | 821   | 678   | 610   | 850   | 800   | 660   | 534   | 626   | 682.9   | 108.7 | 850.0   |
| 30m走                   | 4.90  | 5.40  | 4.29  | 5.04  | 5.28  | 4.64  | 4.99  | 4.66  | 5.60  | 4.91  | 4.971   | 0.389 | 4.29    |
| フアンドリル                 | 19.00 | 19.40 | 18.03 | 17.65 | 20.89 | 18.00 | 19.61 | 18.67 | 21.11 | 19.57 | 19.19   | 1.173 | 17.65   |
| シャトルラン                 | 9.90  | 10.03 | 9.35  | 10.06 | 10.42 | 9.44  | 9.91  | 9.82  | 10.97 | 9.73  | 9.96    | 0.468 | 9.35    |
| 腕立て伏せ                  | 15    | 11    | 15    | 7     | 3     | 12    | 20    | 18    | 4     | 22    | 12.7    | 6.533 | 22      |
| 上体起こし                  | 31    | 22    | 28    | 26    | 19    | 33    | 23    | 34    | 27    | 30    | 27.3    | 4.900 | 34      |
| シャトルスタミナ               | 537   | 553   | 556   | 566   | 513   | 510   | 534   | 562   | 510   | 550   | 539.1   | 21.73 | 566     |
| サーブ最高値                 | 148   | 141   | 157   | 141   | 137   | 157   | 147   | 147   | 124   | 143   | 144.2   | 9.659 | 157.0   |
| 柔軟性(関節可動域)             | 2     | 3.5   | 4.5   | 2     | 2.5   | 2.5   | 5     | 3     | 4     | 2.5   | 3.15    | 1.055 | 5       |
| 23.77m往復走(スピード系)1      | 9.24  | 9.87  | 8.61  | 9.36  |       | 8.83  | 9.32  | 8.98  | 10.3  | 9.15  | 9.29    | 0.517 | 8.61    |
| 23.77m往復走(スピード系)       | 2.19  | 2.46  | 1.98  | 2.38  |       | 1.95  | 2.42  | 2.24  | 2.38  | 2.29  | 2.25    | 0.185 | 1.95    |
| 40m往復走(スピード系)1         | 8.36  | 8.83  | 7.91  | 8.56  | 8.89  | 8.15  | 8.84  | 7.77  | 9.2   | 8.29  | 8.48    | 0.463 | 7.77    |
| 40m往復走(スピード系)10m       | 2.36  | 2.47  | 2.29  | 2.29  | 2.42  | 2.19  | 2.45  | 2.02  | 2.41  | 2.35  | 2.33    | 0.137 | 2.02    |
| シャトルラン(1往復走)1          | 5.51  | 5.36  | 5.31  | 5.28  | 5.93  | 4.96  | 5.27  | 5.21  | 5.96  | 5.49  | 5.43    | 0.312 | 4.96    |
| シャトルラン(1往復走)2          | 5.39  | 4.46  | 4.83  | 5.30  | 5.76  | 4.99  | 5.53  | 5.31  | 5.72  | 4.96  | 5.23    | 0.412 | 4.46    |
| シャトルラン(1往復走)3          | 5.36  | 5.29  |       | 5.21  | 5.83  | 4.49  | 5.50  | 5.43  | 5.39  | 4.98  | 5.28    | 0.373 | 4.49    |
| シャトルラン(1往復走)4          | 5.25  | 5.25  | 5.09  | 5.27  | 5.60  | 4.91  | 5.50  | 5.37  | 5.78  | 4.95  | 5.30    | 0.277 | 4.91    |
| シャトルラン(1往復走)5          | 5.18  | 5.36  | 4.60  | 5.20  | 5.71  | 4.93  | 5.38  | 5.38  | 5.94  | 4.97  | 5.27    | 0.386 | 4.60    |
| シャトルラン(1往復走)6          | 5.25  | 5.15  | 5.20  | 5.24  | 5.64  | 4.86  | 5.34  | 5.33  | 6.14  | 5.05  | 5.32    | 0.352 | 4.86    |
| シャトルラン(1往復走)7          | 5.25  | 5.22  | 5.10  | 5.23  | 5.55  | 4.87  | 5.50  | 5.47  | 5.79  | 5.25  | 5.32    | 0.260 | 4.87    |
| シャトルラン(1往復走)8          | 5.22  | 5.34  | 5.17  | 5.05  | 5.62  | 4.72  | 5.52  | 5.79  | 5.83  | 5.08  | 5.33    | 0.355 | 4.72    |
| シャトルラン(1往復走)9          | 5.29  | 5.18  | 5.03  | 5.14  | 5.59  | 4.79  | 5.45  | 5.15  | 5.72  | 4.99  | 5.23    | 0.285 | 4.79    |
| シャトルラン(1往復走)10         | 5.06  | 5.28  | 5.06  | 5.19  | 5.64  | 4.55  | 5.31  | 5.30  | 6.05  | 5.03  | 5.25    | 0.396 | 4.55    |
| フアンドリルⅡ                | 16.97 | 17.50 | 16.29 | 16.06 | 18.93 | 16.45 | 17.08 | 17.11 | 18.54 | 17.78 | 17.27   | 0.939 | 16.1    |

Table 6 ショナルジュニアテニス選手の測定結果(2001年)

| 測定項目                | unit      | Male    |         | Female  |         |
|---------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|
|                     |           | average | maximum | average | maximum |
| 50m方向変換走            | (sec)     | 14.3    | 13.2    | 15.5    | 14.7    |
| 立ち5段跳び              | (m)       | 10.7    | 11.4    | 9.6     | 10.1    |
| 立ち幅跳び               | (cm)      | 221.8   | 233.0   | 200.6   | 231.0   |
| メディシンボール投げ(前方)      | (m)       | 633.8   | 752.0   | 682.9   | 850.0   |
| 30m走                | (sec)     | 4.79    | 4.57    | 4.971   | 4.29    |
| フアンドリル              | (sec)     | 18.5    | 17.5    | 19.2    | 17.7    |
| シャトルラン              | (sec)     | 9.7     | 9.3     | 10.0    | 9.4     |
| 腕立て伏せ               | (回/30sec) | 23.0    | 34.0    | 12.7    | 22.0    |
| 上体起こし               | (回/30sec) | 27.250  | 32.000  | 27.300  | 34.000  |
| シャトルスタミナ            | (m)       | 546.0   | 563.0   | 539.1   | 566.0   |
| 20m シャトルラン(1往復走)1   | (sec)     | 5.21    | 4.99    | 5.43    | 4.96    |
| 20m シャトルラン(1往復走)2   | (sec)     | 5.15    | 5.03    | 5.23    | 4.46    |
| 20m シャトルラン(1往復走)3   | (sec)     | 5.15    | 5.04    | 5.28    | 4.49    |
| 20m シャトルラン(1往復走)4   | (sec)     | 5.13    | 5.04    | 5.30    | 4.91    |
| 20m シャトルラン(1往復走)5   | (sec)     | 5.26    | 5.10    | 5.27    | 4.60    |
| 20m シャトルラン(1往復走)6   | (sec)     | 5.14    | 5.03    | 5.32    | 4.86    |
| 20m シャトルラン(1往復走)7   | (sec)     | 5.17    | 5.09    | 5.32    | 4.87    |
| 20m シャトルラン(1往復走)8   | (sec)     | 5.11    | 5.07    | 5.33    | 4.72    |
| 20m シャトルラン(1往復走)9   | (sec)     | 5.21    | 5.16    | 5.23    | 4.79    |
| 20m シャトルラン(1往復走)10  | (sec)     | 5.14    | 5.04    | 5.25    | 4.55    |
| 23.77m往復走(スピード系)1   | (sec)     | 9.04    | 8.68    | 9.29    | 8.61    |
| 23.77m往復走(スピード系)10m | (sec)     | 2.28    | 2.21    | 2.25    | 1.95    |
| 40m往復走(スピード系)1      | (sec)     | 8.16    | 7.82    | 8.48    | 7.77    |
| 40m往復走(スピード系)10m    | (sec)     | 2.23    | 2.16    | 2.325   | 2.02    |



自転車エルゴメーターにより、5秒間の全力ペダリングを20秒間の休息を挟んで10回繰り返す間欠的作業の結果を集計して計算した、試行毎の体重あたりの無酸素性パワーの最大値の推移を「Table 7」に示した。最大無酸素性パワーの間欠的反复による推移を男女別にそれぞれ「Fig. 17b」

「Fig. 17c」に示した。地域レベルの選抜ジュニア選手の場合と同じように、試行回数に伴って最大無酸素性パワーの減衰がみられる。

体育大学体育会テニス部に所属する男子10名の「50mスプリント」の記録、及びその時の30m地点及び40m地点の通過タイム

Table 7 Decrease in Maximun Anaerobic Power (National Junior)

| ID   | Weight (kg) | Load (kp) | Lactate (mmol/L) |       | Power (Watt) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------|-------------|-----------|------------------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      |             |           | pre              | post  | pre          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| M01  | 51.1        | 3.8       | 1.30             | 11.35 | 9.6          | 10.3  | 10.1  | 10.2  | 9.7   | 9.5   | 9.6   | 9.4   | 9.3   | 9.0   | 9.0   |
| M02  | 57.7        | 4.3       | 2.04             | 13.56 | 10.4         | 10.4  | 11.1  | 11.0  | 10.9  | 10.2  | 9.9   | 9.4   | 9.1   | 8.8   | 8.6   |
| M03  | 53.7        | 4.0       | 1.16             | 13.23 | 10.9         | 11.5  | 11.2  | 10.6  | 10.4  | 10.0  | 9.3   | 9.4   | 8.9   | 8.8   | 7.9   |
| M04  | 48.1        | 3.6       | 1.19             | 8.28  | 9.7          | 10.2  | 9.6   | 9.3   | 9.3   | 9.2   | 9.6   | 9.8   | 9.8   | 9.2   | 9.2   |
| n    | 4           | 4         | 4                | 4     | 4            | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     |
| ave. | 52.7        | 3.9       | 1.4              | 11.6  | 10.2         | 10.6  | 10.5  | 10.3  | 10.1  | 9.7   | 9.6   | 9.5   | 9.3   | 9.0   | 8.7   |
| s.d. | 4.071       | 0.299     | 0.416            | 2.421 | 0.614        | 0.606 | 0.779 | 0.727 | 0.714 | 0.457 | 0.245 | 0.200 | 0.386 | 0.191 | 0.574 |
| F01  | 55.3        | 4.1       | 1.71             | 7.37  | 9.4          | 10.2  | 10.0  | 9.9   | 9.6   | 9.5   | 9.4   | 9.1   | 8.9   | 9.0   | 9.0   |
| F02  | 62.1        | 4.7       | 1.10             | 12.21 | 9.4          | 10.2  | 10.0  | 9.9   | 9.6   | 9.5   | 9.4   | 9.1   | 8.9   | 9.0   | 9.0   |
| F03  | 54.5        | 4.1       | 1.54             | 17.25 | 10.9         | 11.1  | 10.3  | 9.7   | 9.4   | 9.3   | 8.8   | 8.5   | 8.4   | 8.3   | 8.0   |
| F04  | 54.1        | 4.1       | 1.01             | 12.81 | 11.2         | 11.1  | 10.6  | 10.0  | 10.2  | 10.0  | 9.9   | 9.7   | 9.7   | 9.7   | 9.6   |
| F05  | 57.2        | 4.3       | 2.62             | 11.77 | 10.4         | 10.7  | 10.1  | 10.0  | 9.8   | 9.5   | 9.5   | 9.3   | 9.4   | 9.4   | 9.4   |
| F06  | 42.7        | 3.2       | 1.97             | 11.14 | 9.5          | 9.9   | 9.1   | 9.5   | 9.5   | 8.8   | 9.0   | 8.7   | 8.8   | 8.7   | 8.6   |
| F07  | 56.3        | 4.2       | 1.30             | 12.89 | 10.2         | 10.4  | 10.0  | 10.1  | 9.9   | 9.7   | 9.4   | 9.1   | 8.9   | 9.1   | 8.7   |
| F08  | 48.4        | 3.6       | 1.57             | 12.55 | 9.5          | 10.1  | 9.7   | 9.8   | 9.5   | 9.3   | 8.9   | 8.8   | 8.5   | 8.7   | 8.3   |
| F09  | 50.0        | 3.8       | 2.07             | 5.00  | 7.6          | 7.7   | 7.3   | 7.2   | 7.4   | 7.4   | 7.7   | 6.9   | 7.3   | 8.0   | 7.8   |
| F10  | 52.6        | 3.9       | 1.04             | 14.92 | 11.0         | 11.1  | 10.7  | 10.1  | 9.8   | 9.4   | 9.2   | 9.2   | 8.9   | 8.9   | 8.9   |
| n    | 10          | 10        | 10               | 10    | 10           | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    |
| ave. | 53.3        | 4.0       | 1.6              | 11.8  | 9.9          | 10.3  | 9.8   | 9.6   | 9.5   | 9.2   | 9.1   | 8.8   | 8.8   | 8.9   | 8.7   |
| s.d. | 5.328       | 0.408     | 0.518            | 3.475 | 1.072        | 1.002 | 0.981 | 0.870 | 0.765 | 0.715 | 0.594 | 0.759 | 0.641 | 0.494 | 0.576 |

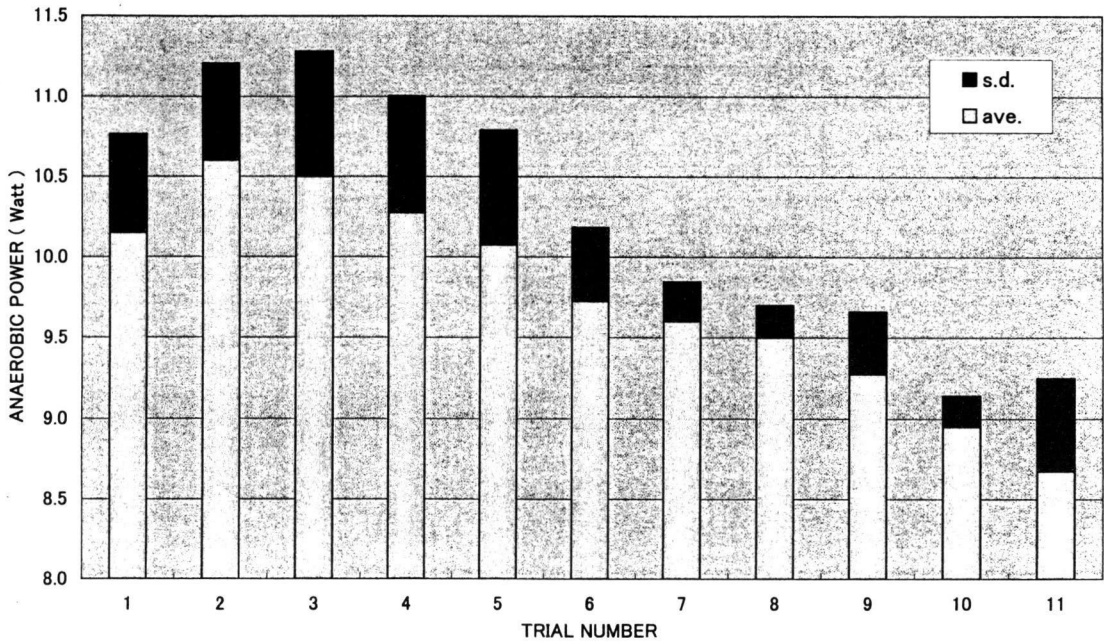


Fig.17b Decrease in Maximum Anaerobic Power ( National Junior, Boys )

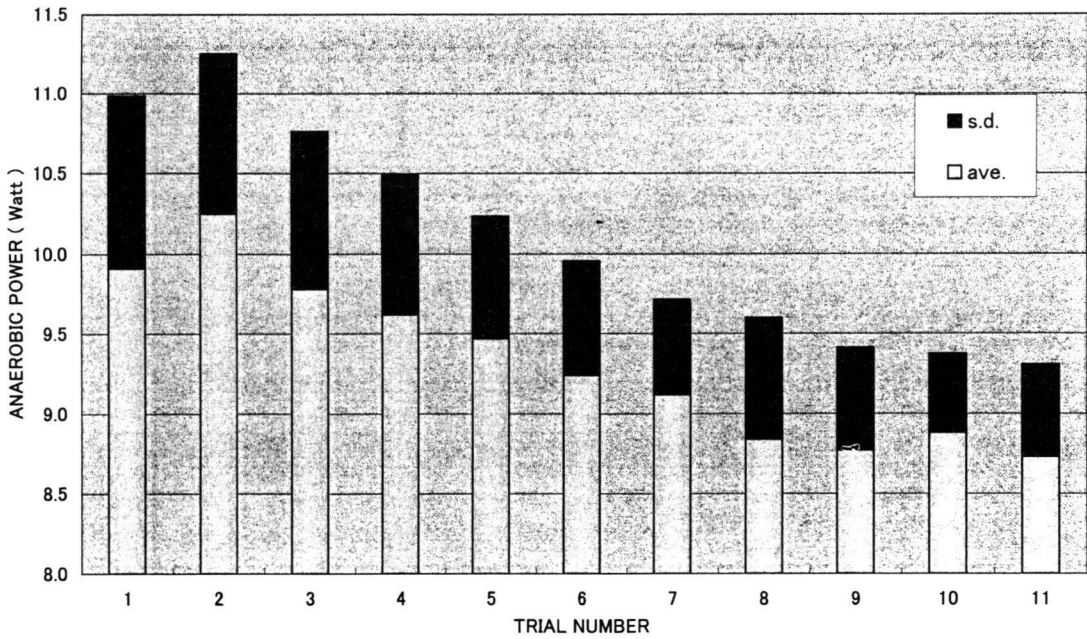


Fig. 17c Decrease in Maximum Anaerobic Power ( National Junior, Girls )

Table 8. 50m Sprint Time of Varsity Athlete Tennis Players

| articles\I.D.        | 10   | 9     | 1    | 2     | 3     | 8     | 4     | 6     | 5     | 7     | n  | average | s.d.  |
|----------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|---------|-------|
| 30m rap time         | 4.54 | 4.87  | 4.33 | 4.69  | 5.00  | 4.78  | 4.45  | 4.95  | 4.88  | 4.34  | 10 | 4.68    | 0.252 |
| 40m rap time         | 5.75 | 5.97  | 5.27 | 5.82  | 6.11  | 5.93  | 5.43  | 6.15  | 6.02  | 5.43  | 10 | 5.79    | 0.311 |
| 50m sprint time      | 6.79 | 7.47  | 6.17 | 7.16  | 7.58  | 7.17  | 6.68  | 7.41  | 7.32  | 6.67  | 10 | 7.04    | 0.448 |
| Difference (40m-30m) | 1.21 | 1.10  | 0.94 | 1.13  | 1.11  | 1.15  | 0.98  | 1.20  | 1.14  | 1.09  | 10 | 1.11    | 0.086 |
| Difference (50m-40m) | 1.04 | 1.50  | 0.90 | 1.34  | 1.47  | 1.24  | 1.25  | 1.26  | 1.30  | 1.24  | 10 | 1.25    | 0.179 |
| (40m-30m)-(50m-40m)  | 0.17 | -0.40 | 0.04 | -0.21 | -0.36 | -0.09 | -0.27 | -0.06 | -0.16 | -0.15 | 10 | -0.15   | 0.175 |

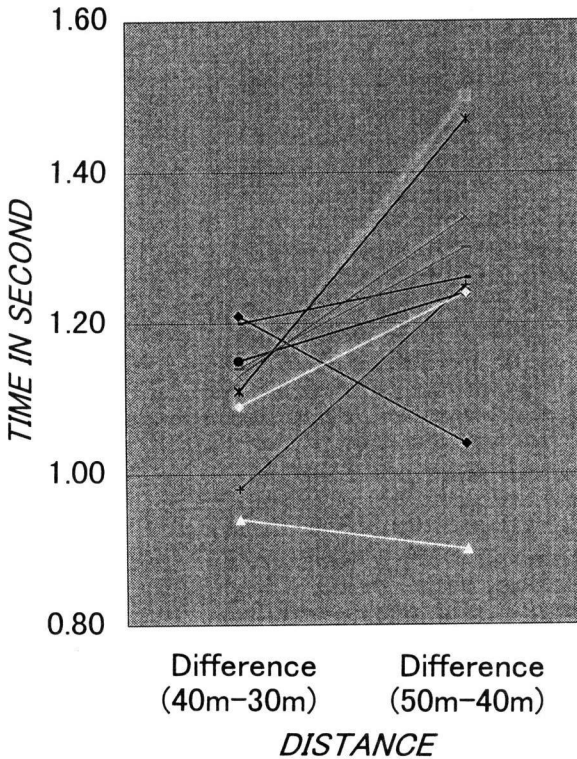


Fig. 18 TIME DIFFERENCE BETWEEN THE RAP TIMES

で算出した百分率値をスピードの減衰率として「Table 9」に示した。また、計測終了直後の血中乳酸値も「Table 9」に示した。

「Fig. 19」は、10名全員の平均値を各相に分けてグラフ化したものである。一回目「first相」の記録は個人差が大きく、以降の相より記録を上回っていたが、以降は各相ごとにほとんど記録の変化に有意性は認められなかった。

の計測結果を「Table 8」に示した。また、30m-40m間にかかった時間及び40m-50m間にかかった時間の推移を「Fig. 18」に示した。スピードを加速した例が2例確認された。他の例は、すべてスピードが減衰しており、スピードの維持ができない被験者多かった。また、スピードの落ち方にも個人差が見られた。

20秒の休息を挟んで間欠的に10回の試行を実施した「間欠的20mシャトルラン(10m-1往復)(計20m)」の結果、及びそれを基に「primal相」、「middle相」、「final相」の各3回の試行に分けて集計した値と

$$\left[ \frac{(\text{「final相」} - \text{「primal相」})}{\text{「primal相」}} \times 100 (\%) \right]$$

Table 9 Times of 20m Shuttle Run (Versity Athlete Tennis Players)

| Trial number   | unit\ID  | 10    | 9     | 1     | 2     | 3     | 8     | 4     | 6     | 5    | 7     | average | s.d.  |
|--|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|---------|-------|
| 1  | (sec)    | 4.72  | 4.53  | 4.47  | 5.05  | 4.76  | 5.02  | 4.17  | 4.85  | 4.44 | 4.58  | 4.66    | 0.274 |
| 2  | (sec)    | 4.52  | 4.58  | 4.34  | 4.90  | 4.57  | 4.54  | 4.00  | 4.79  | 4.54 | 4.54  | 4.532   | 0.241 |
| 3  | (sec)    | 4.55  | 4.64  | 4.25  | 4.85  | 4.62  | 4.58  | 4.61  | 4.96  | 4.50 | 4.47  | 4.6037  | 0.196 |
| 4  | (sec)    | 4.64  | 4.68  | 4.29  | 4.71  | 4.36  | 4.63  | 4.63  | 4.65  | 4.39 | 4.36  | 4.5333  | 0.162 |
| 5  | (sec)    | 4.63  | 4.72  | 5.01  | 4.65  | 4.43  | 4.58  | 4.29  | 4.65  | 4.59 | 4.32  | 4.5873  | 0.209 |
| 6  | (sec)    | 4.64  | 4.79  | 4.45  | 4.46  | 4.58  | 4.56  | 4.39  | 4.65  | 4.29 | 4.41  | 4.522   | 0.149 |
| 7  | (sec)    | 4.75  | 4.76  | 4.38  | 4.62  | 4.69  | 4.57  | 4.44  | 4.78  | 4.52 | 4.36  | 4.588   | 0.158 |
| 8  | (sec)    | 4.64  | 4.71  | 4.70  | 4.76  | 4.90  | 4.48  | 4.23  | 4.88  | 4.48 | 4.31  | 4.609   | 0.227 |
| 9  | (sec)    | 4.62  | 4.62  | 4.32  | 4.73  | 4.60  | 4.54  | 4.51  | 4.88  | 4.44 | 4.34  | 4.5593  | 0.172 |
| 10   | (sec)    | 4.51  | 4.77  | 4.53  | 4.58  | 4.52  | 4.46  | 4.38  | 4.46  | 4.53 | 4.55  | 4.5287  | 0.100 |
| average  | (sec)    | 4.622 | 4.68  | 4.47  | 4.73  | 4.60  | 4.60  | 4.37  | 4.76  | 4.47 | 4.43  | 4.5723  | 0.133 |
| s.d.   |          | 0.075 | 0.08  | 0.22  | 0.16  | 0.15  | 0.15  | 0.19  | 0.14  | 0.08 | 0.10  | 0.1342  | 0.049 |
| primal ave.  | (sec)    | 4.57  | 4.63  | 4.29  | 4.82  | 4.52  | 4.58  | 4.41  | 4.80  | 4.48 | 4.46  | 4.5563  | 0.164 |
| primal s.d.  |          | 0.066 | 0.05  | 0.04  | 0.10  | 0.14  | 0.04  | 0.36  | 0.16  | 0.08 | 0.09  | 0.1118  | 0.094 |
| middle ave.  | (sec)    | 4.67  | 4.76  | 4.62  | 4.58  | 4.57  | 4.57  | 4.37  | 4.69  | 4.47 | 4.37  | 4.5658  | 0.131 |
| middle s.d.  |          | 0.067 | 0.03  | 0.35  | 0.10  | 0.13  | 0.01  | 0.08  | 0.08  | 0.16 | 0.05  | 0.1043  | 0.095 |
| final ave.   | (sec)    | 4.59  | 4.70  | 4.51  | 4.69  | 4.67  | 4.50  | 4.38  | 4.74  | 4.48 | 4.40  | 4.5657  | 0.131 |
| final s.d.   |          | 0.073 | 0.08  | 0.19  | 0.10  | 0.20  | 0.04  | 0.14  | 0.24  | 0.05 | 0.13  | 0.123   | 0.069 |
| $(\text{final} - \text{primal}) / \text{primal} * 100$ | (%)      | 0.438 | 1.42  | 5.18  | -2.70 | 3.44  | -1.89 | -0.88 | -1.23 | 0.05 | -1.30 | 0.253   | 2.473 |
| $\text{final} / \text{primal} * 100$                   | (%)      | 100.4 | 101.4 | 105.2 | 97.3  | 103.4 | 98.11 | 99.12 | 98.77 | 100  | 98.7  | 100.2   | 79.87 |
| Lactate  | (mmol/L) | 8.8   | 5.6   | 18.1  | 7.1   | 7.4   | 9.3   | 13.8  | 8.7   | 12.1 | 9.9   | 10.08   | 3.69  |

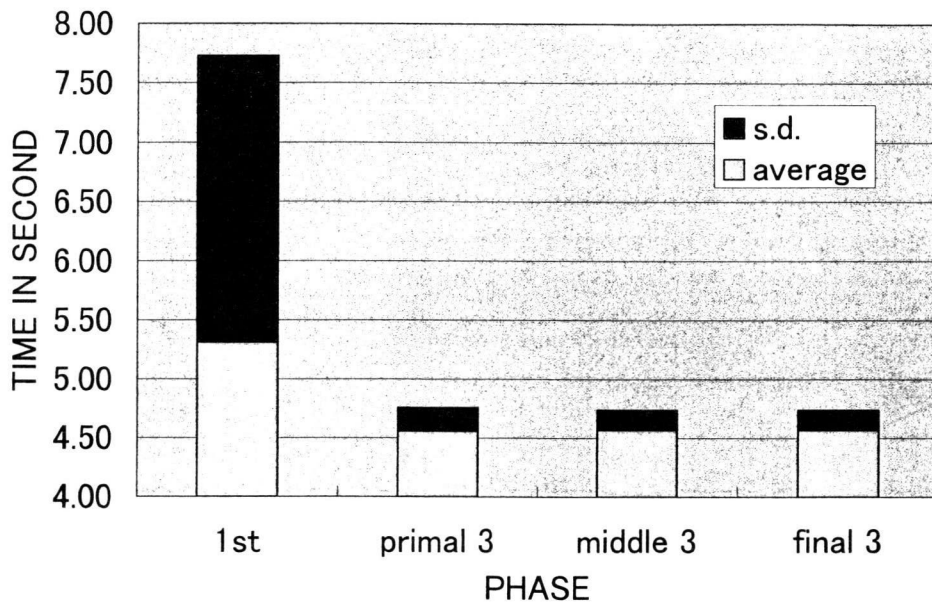


Fig. 19 20m SHUTTLE RUN (Versity Players)

「Table 10」に20秒の休息を挟んで間欠的に10回の試行を実施した「間欠的40mシャトルラン(10m-2往復)」(計40m)の結果、及びそれを基に「primal相」、「middle相」、「final相」の各3回の試行に分けて集計した値と、 $[(「final相」 - 「primal相」) / 「primal相」 \times 100 (\%)]$ の計算式で算出した百分率値をスピードの減衰率として表した値を示した。また、計測終了直後の血中乳酸値も「Table 10」に示した。

Table 10 Times of 40m Shuttle Run (Versity Athlete Tennis Players)

| Trial number                    | unit \ ID | 10    | 9     | 1     | 2     | 3     | 8     | 4     | 6     | 5     | 7     | average | s.d.  |
|---------------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
| 1                               | (sec)     | 10.08 | 9.67  | 9.35  | 9.35  | 9.34  | 9.14  | 9.00  | 9.93  | 9.58  | 9.46  | 9.49    | 0.335 |
| 2                               | (sec)     | 9.71  | 9.75  | 9.33  | 9.30  |       | 9.06  | 9.40  | 10.14 | 9.39  | 9.36  | 9.49    | 0.320 |
| 3                               | (sec)     | 10.06 | 10.14 | 9.27  | 9.64  | 10.00 | 9.27  | 9.14  | 10.11 | 9.74  | 9.29  | 9.67    | 0.398 |
| 4                               | (sec)     | 9.89  | 9.97  | 9.48  | 9.43  | 10.05 | 9.35  | 9.45  | 10.11 | 9.69  | 9.32  | 9.67    | 0.306 |
| 5                               | (sec)     | 10.08 | 10.15 | 9.60  | 9.50  | 10.01 | 9.67  | 9.65  | 10.35 | 9.85  | 9.42  | 9.83    | 0.308 |
| 6                               | (sec)     | 10.09 | 10.47 | 9.51  | 9.68  | 10.00 | 9.73  | 9.70  | 10.17 | 9.54  | 9.53  | 9.84    | 0.324 |
| 7                               | (sec)     | 10.25 | 10.65 | 9.66  | 10.10 | 10.20 | 9.86  | 9.69  | 10.25 | 9.84  | 9.72  | 10.02   | 0.321 |
| 8                               | (sec)     | 10.23 | 10.04 | 9.85  | 9.97  | 9.93  | 9.99  | 10.01 | 10.16 | 9.93  | 9.76  | 9.99    | 0.137 |
| 9                               | (sec)     | 10.35 | 10.27 | 9.93  | 10.26 | 10.45 | 9.98  | 10.33 | 10.13 | 10.23 | 10.31 | 10.22   | 0.165 |
| 10                              | (sec)     | 10.29 | 10.23 | 9.96  | 10.26 | 10.16 | 9.84  | 10.10 | 10.01 | 9.91  | 10.15 | 10.09   | 0.155 |
| average                         | (sec)     | 10.10 | 10.13 | 9.59  | 9.75  | 10.02 | 9.59  | 9.65  | 10.14 | 9.77  | 9.63  | 9.84    | 0.234 |
| s.d.                            |           | 0.183 | 0.28  | 0.24  | 0.35  | 0.28  | 0.33  | 0.40  | 0.11  | 0.23  | 0.34  | 0.27    | 0.087 |
| primal ave.                     | (sec)     | 9.89  | 9.95  | 9.36  | 9.46  | 10.03 | 9.23  | 9.33  | 10.12 | 9.61  | 9.32  | 9.63    | 0.336 |
| primal s.d.                     |           | 0.175 | 0.196 | 0.108 | 0.172 | 0.035 | 0.150 | 0.166 | 0.017 | 0.189 | 0.035 | 0.124   | 0.070 |
| middle ave.                     | (sec)     | 10.14 | 10.42 | 9.59  | 9.76  | 10.07 | 9.75  | 9.68  | 10.26 | 9.74  | 9.56  | 9.90    | 0.301 |
| middle s.d.                     |           | 0.095 | 0.253 | 0.075 | 0.308 | 0.113 | 0.097 | 0.026 | 0.090 | 0.176 | 0.152 | 0.139   | 0.086 |
| final ave.                      | (sec)     | 10.29 | 10.18 | 9.91  | 10.16 | 10.18 | 9.94  | 10.15 | 10.10 | 10.02 | 10.07 | 10.10   | 0.117 |
| final s.d.                      |           | 0.060 | 0.123 | 0.057 | 0.167 | 0.261 | 0.084 | 0.165 | 0.079 | 0.179 | 0.283 | 0.146   | 0.080 |
| (「final」-「primal」)/「primal」*100 | (%)       | 4.1   | 2.3   | 5.9   | 7.5   | 1.5   | 7.7   | 8.8   | -0.2  | 4.3   | 8.0   | 5.0     | 3.077 |
| 「final」/「primal」*100            | (%)       | 104.1 | 102.3 | 105.9 | 107.5 | 101.5 | 107.7 | 108.8 | 99.8  | 104.3 | 108   | 104.9   | 34.81 |
| Lactate                         | (mmol/L)  | 19.6  | 10.7  | 20.6  | 14.4  | 11.2  | 15.7  | 14.0  | 20.1  | 19.4  | 15.6  | 16.19   | 3.872 |

「Fig. 20 a」は、10名全員の平均値の各試行毎の推移を表したグラフである。「Fig. 20 b」は、それらを各相に分けてグラフ化したものである。各相を追うごとに記録が後退し漸増していることがわかる。統計処理の結果、「primal相」と「final相」の間に有意差(p<0.01)、また「first」と「final相」の間にも有意差(p<0.05)が確認された。



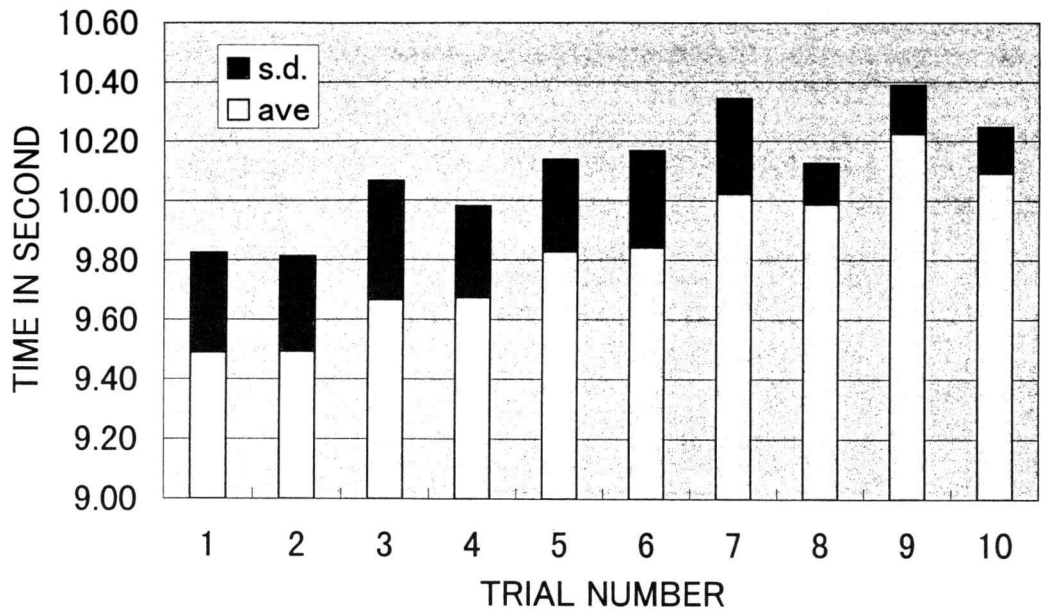


Fig. 20a 40m SHUTTLE RUN (Versity Athlete)

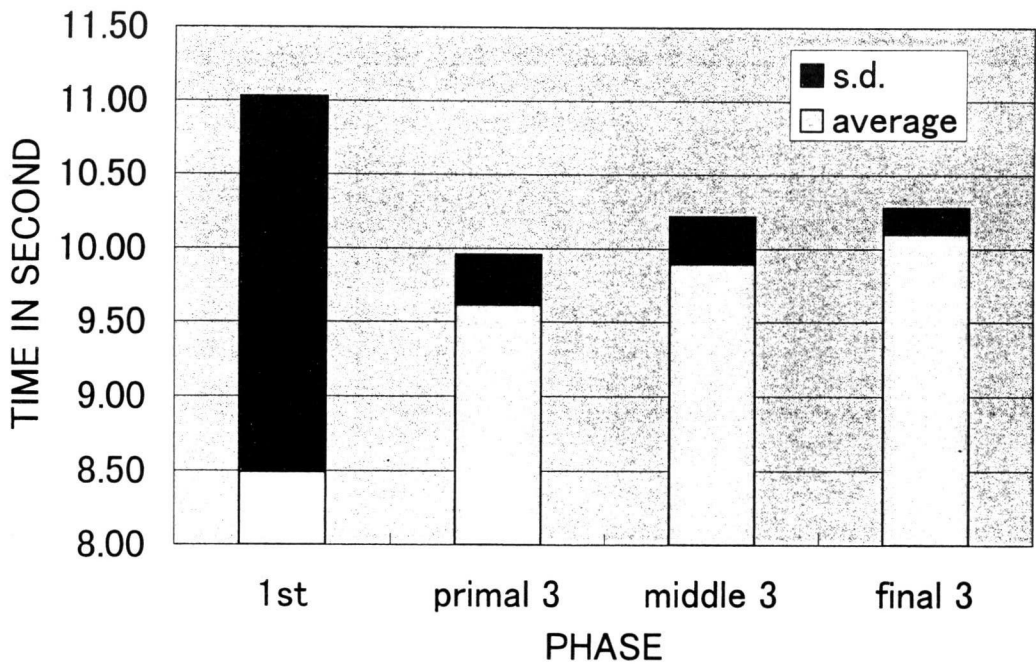


Fig. 20b 40m SHUTTLE RUN (Versity Athlete)

上記、各実験測定を行った同じ被験者全員に漸増負荷によるトレッドミル (treadmill) 走を実施し、VT (Ventilation Threshold: 換気閾値)を求めるため、毎分換気量 (VE) (ml/min)、

毎分酸素摂取量 ( $VO_2$ ) (ml/min)、体重当たりの酸素摂取量 ( $VO/W$ ) (ml/kg)、毎分二酸化炭素換気量 ( $VCO_2$ ) (ml/min)、毎分心拍数 (HR) (b/m) を1分毎にモニターしオールアウト (all-out) 時点まで逐次計測した一例を「Table 11」に示した。

Table 11 Analysis of Expilated Gas during Treadmill Running (ID8)

| min | VE (l/min) | $VO_2$ (ml/min)/100 | $VO/W$ (ml/kg) | $VCO_2$ (ml/min)/100 | Heart Rate (bpm) |
|-----|------------|---------------------|----------------|----------------------|------------------|
| 1   | 33.43      | 16.95               | 29.74          | 9.46                 | 126              |
| 2   | 40.99      | 25.18               | 44.18          | 13.34                | 134              |
| 3   | 44.49      | 26.87               | 47.14          | 13.42                | 139              |
| 4   | 43.91      | 27.60               | 48.42          | 14.79                | 143              |
| 5   | 45.27      | 28.34               | 49.72          | 15.70                | 147              |
| 6   | 50.32      | 31.54               | 55.33          | 16.90                | 147              |
| 7   | 50.92      | 32.65               | 57.28          | 17.85                | 153              |
| 8   | 55.89      | 34.23               | 60.05          | 19.03                | 153              |
| 9   | 58.93      | 35.69               | 62.61          | 19.10                | 163              |
| 10  | 64.19      | 37.31               | 65.46          | 20.99                | 164              |
| 11  | 66.58      | 38.63               | 67.77          | 21.81                | 166              |
| 12  | 70.01      | 39.69               | 69.63          | 22.73                | 169              |
| 13  | 76.36      | 41.80               | 73.33          | 23.93                | 174              |
| 14  | 80.94      | 43.77               | 76.79          | 25.58                | 178              |
| 15  | 88.87      | 45.82               | 80.39          | 27.15                | 179              |
| 16  | 100.00     | 48.77               | 85.56          | 28.75                | 183              |

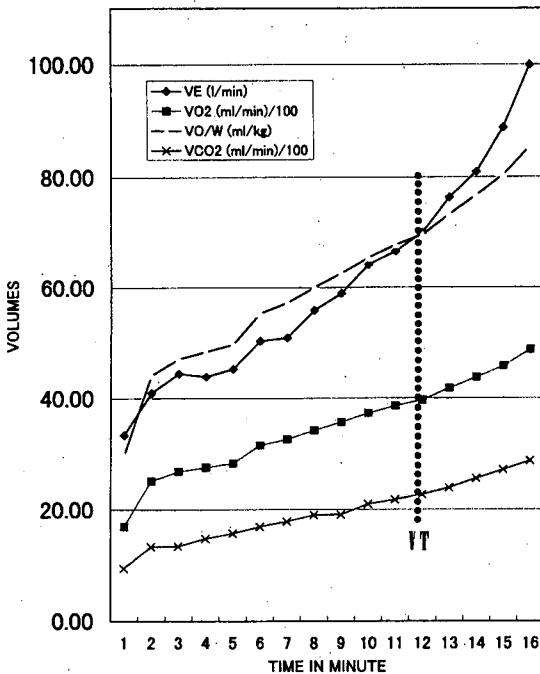


Fig. 21 Estimation of Anaerobic Threshold (VT)

「Fig. 21」は、この表の、毎分換気量 (VE) (ml/min)、毎分酸素摂取量 ( $VO_2$ ) (ml/min)、体重当たりの酸素摂取量 ( $VO/W$ ) (ml/kg)、毎分二酸化炭素換気量 ( $VCO_2$ ) (ml/min)をVT (Ventilation Threshold: 換気閾値) 推定のためにプロットしたものである。

図の点線の地点で毎分換気量、毎分酸素摂取量などが急激に増加し始めており、この値が換気閾値 (VT) と判断できる。この被験者の場合、運動開始後12分、毎分換気量 (VE)、70.1 (ml/min)、毎分酸素摂取量 ( $VO_2$ )、29.69 (ml/min)、体重当たりの酸素摂取量 ( $VO/W$ )、69.63(ml/kg)、毎分二酸化炭素換気量 ( $VCO_2$ )、22.73 (ml/min) の地点が換気閾値 (VT)、すなわち無酸素性作業閾値 (Anaerobic Threshold: AT) と考えられる。

また、最大酸素摂取量は、心拍数183 (bpm) の時の85.56 (ml/kg/min) と推定した。したがって、この被験者の無酸素性作業閾値 (AT) は、81.4%VO<sub>2</sub>max (換気閾値時の体重当たりの酸素摂取量を最大酸素摂取量を100%としたときの割合 (百分率) で示したもの) にあると推定した。最大酸素摂取量及び無酸素性作業閾値の推定値からは、この被験者に関しては有酸素性作業能力に優れていると判断できる。

上記のようにして推計した体育大学体育会テニス部所属部員 9 名の最大酸素摂取量、無酸素性作業閾値 (%VO<sub>2</sub>max、VO<sub>2</sub>)、血中乳酸値を「Table 12」に示した。

Table 12 Maximum Oxygen Uptake and Ventilation Threshold

| ID | VO <sub>2</sub> max(ml/kg/min) | VT(%VO <sub>2</sub> max) | Assumed AT(ml/kg/min) | Lactate (mmol/L) |
|----|--------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|
| 2  | 66.90                          | 63.4                     | 42.44                 | 15.6             |
| 7  | 65.28                          | 70.9                     | 46.28                 | 14.4             |
| 9  | 77.35                          | 67.5                     | 52.18                 | 20.1             |
| 3  | 69.86                          | 77.1                     | 53.83                 | 11.2             |
| 6  | 68.63                          | 82.6                     | 56.66                 | 10.7             |
| 10 | 79.77                          | 75.5                     | 60.24                 | 19.4             |
| 4  | 85.56                          | 71.9                     | 61.56                 | 19.6             |
| 5  | 78.50                          | 79.6                     | 62.45                 | 14.0             |
| 8  | 88.56                          | 78.6                     | 69.63                 | 15.7             |

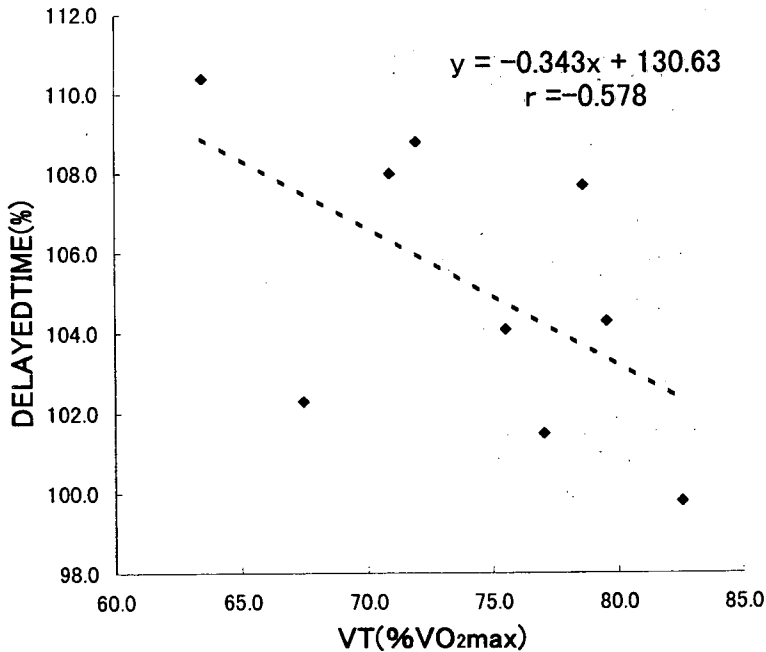


Fig. 22 THE RELATIONSHIP BETWEEN DELAYED TIME and VT

無酸素性作業閾値 (VT : %VO<sub>2</sub>max) と間欠的「40mシャトルラン (10m-2往復)」のスピード減衰率 (以下「Delayed Time」) (「Table 8」の「final」/「primal」\*100の項参照) との相関関係を調べたところ、無酸素性作業閾値が高いほどスピードの減衰率が低いという有意な負の相関が確認された (「Fig. 22」)。

また、作業後の血中乳酸値 (「Table 8」の「Lactate」の項参照) と無酸素性作業閾値 (VT : %VO<sub>2</sub>max) との関係を示したのが、「Fig. 23」である。作業後の血中乳酸値が高いほど有酸素性作業閾値が高いという正の相関が確認された。

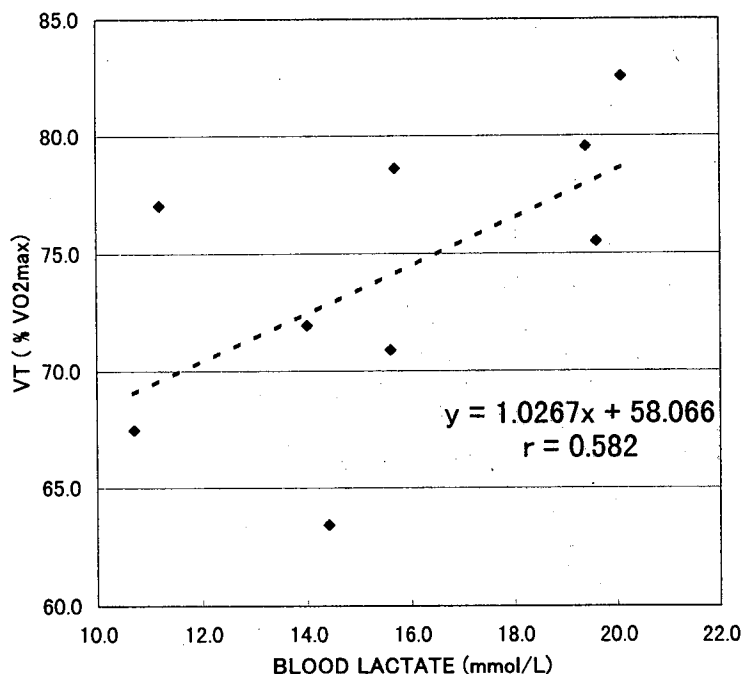


Fig. 23 THE RELATIONSHIP BETWEEN BLOOD LACTATE AND VT

◆ 考察 ◆

本実験の結果より、「Table 13」に本研究で実施した各種間欠的運動を一覧し、スピード持久性能力評価の可能性を考えてみた。

本研究で実施した各種間欠的フィールドテストのうち、走行距離が5mから20mの比較的短距離、時間して6秒前後までの各種間欠的の反復運動のフィールドテストでは、記録の減退及び顕著な個人差が観察されなかったことから、この負荷では、休息期に十分にATP-CP系の回復がなされ、パフォーマンスを阻害する解糖系エネルギーの関わりが薄いことが推察され、スピード持久性を反映する指標とは成りえないと考えられる。

Table 13 各種間欠的運動のスピード持久性能力評価の可能性

| 1試行の運動時間(s) | 被験者分類<br>性別    | 一般大学テニス選手 |    | 全国選抜ジュニア選手 |    | 地域選抜ジュニア選手 |    | 体育大学テニス選手 |    |
|-------------|----------------|-----------|----|------------|----|------------|----|-----------|----|
|             |                | 男子        | 女子 | 男子         | 女子 | 男子         | 女子 | 男子        | 女子 |
|             | 測定項目\人数        | 14        | 14 | 4          | 10 | 14         | 10 | 10        | 0  |
| 1~2         | 間欠的5mスプリント     | ×         | ×  | -          | -  | -          | -  | -         | -  |
| 2~3         | 間欠的10mスプリント    | ×         | ×  | -          | -  | -          | -  | -         | -  |
| 5~9         | 間欠的40mスプリント    | ○         | ○  | -          | -  | -          | -  | -         | -  |
| 14~18       | 間欠的50m方向変換走    | ▲         | ▲  | -          | -  | -          | -  | -         | -  |
| 4~6         | 間欠的20mシャトルラン   | ×         | ×  | -          | -  | ×          | ×  | ×         | -  |
| 9~12        | 間欠的40mシャトルラン   | -         | -  | ○          | ○  | -          | -  | ○         | -  |
| 5           | 間欠的無酸素性パワー     | -         | -  | ◎          | ◎  | ◎          | ◎  | -         | -  |
|             | 50m走の途中経過時間の比較 | -         | -  | -          | -  | -          | -  | ?         | -  |

◎:良好 ◎適す ▲疑問 ×不適 -測定せず ?再考

間欠的回復の「50m方向変換走」及び「40mスプリント」に記録の後退および個人差が観察されたことから、スピード持久性の評価には、40mから50mの距離、時間にして10秒前後から10秒を越える間欠的運動の負荷が適当であることが示唆された。

フィールドテストとしての「50m方向変換走」がスピード持久性の指標として不十分と考えられる理由は、運動遂行時間に15秒前後の時間を要し最大スピードで終始遂行が可能ならば解糖系エネルギー供給の大幅な動員も考えられるが、反転が7回と多く、その度にスピードがゼロになることから、敏捷性や巧緻性の要素が含まれスピード持久性評価の明確な指標となるとは言いがたいと考えられるためである。「primal相」、「middle相」「final相」のタイムがほとんど差がないことがこのことを裏付けている。

テニスの種目特性などを勘案すると、10mの距離を2往復する「40mシャトルラン（10m-2往復）」の間欠的繰り返しによる記録時間の遅延が、一試行時間も9秒から12秒の間であり、テニス競技におけるスピード持久性の評価には適切と考えられる。

また10秒前後という時間は、ATP-CP系のエネルギー容量としては、理論的最大値であり、逐次反復することにより解糖系エネルギーの関与が増大してくることが予測され、昨今簡易に計測できる血中乳酸値の測定とともに評価すれば、スピード持久性の評価には十分堪え得る指標であろう。

「Fig. 24」は全被験者の「間欠的40mシャトルラン（10m-2往復）」のデータを一覧したものである。基本的には、反復回数が増すごとに試行時間が漸増しており、さらに記録の減退の様子も同様ではなく個人差が認められる。このことから、「間欠的40mシャトルラン（10m-2往復）」は、スピード持久性の評価指標としての妥当性が伺われる。

無酸素性作業閾値（VT： $\%V_{O_2max}$ ）と間欠的「40mシャトルラン（10m-2往復）」のスピード減衰率（以下「Delayed Time」）（「Table 10」の「final」/「primal」\*100の項参照）との間に負の相関傾向が見られたことは、有酸素性作業の最大値である無酸素性作業閾値（AT）として考えた場合、運動時に消費したCP系を休息時に回復させる酸化系の関与の有効性を示唆しており、先行研究<sup>11) 12) 13) 14)</sup>の見解とも一致する。さらに、一般大学体育会テニス部

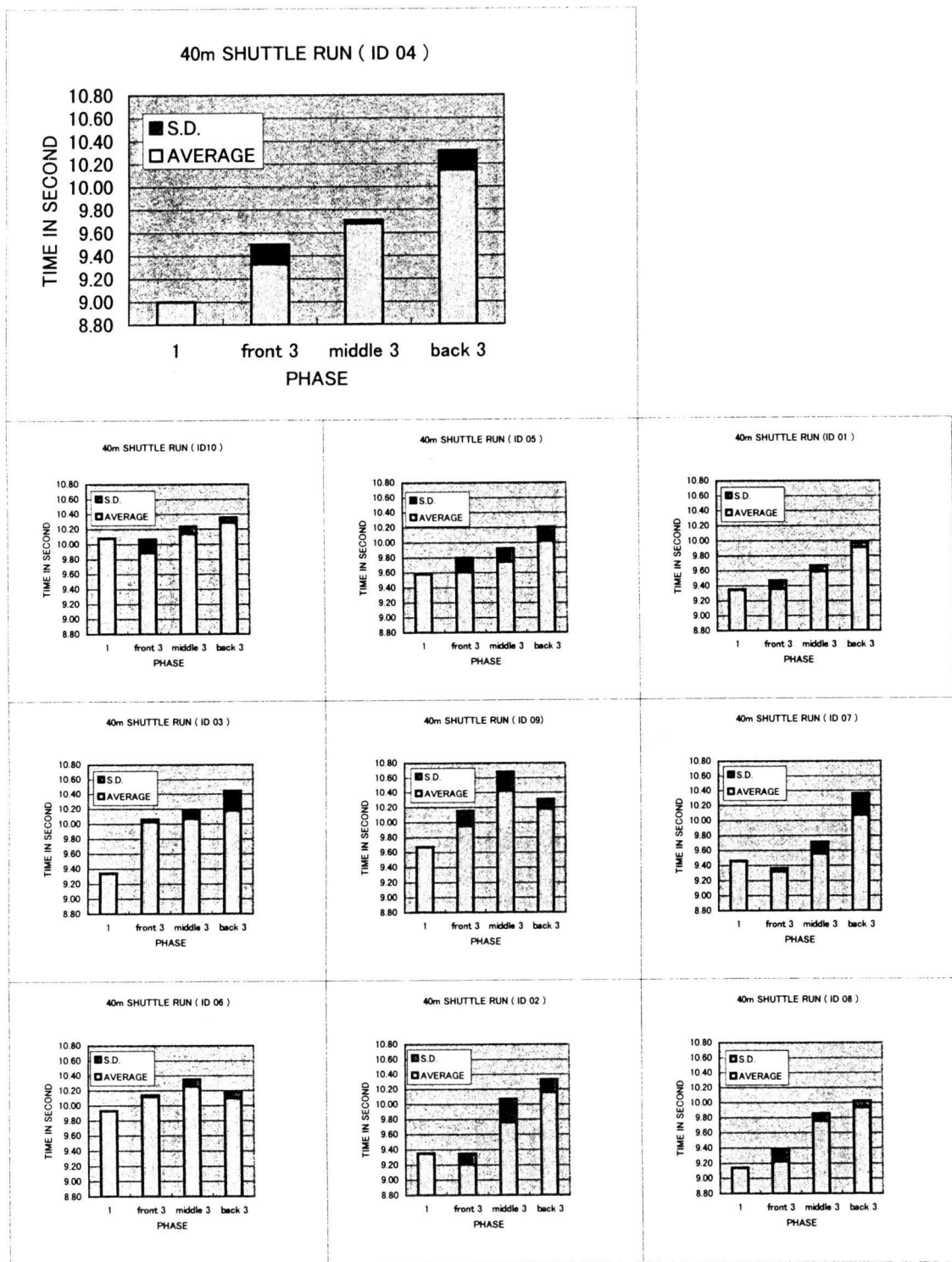


Fig. 24 Graf List of Intermittent 40m Shuttle Run

男子を対象とした、「間欠的50m方向変換走」の遅延時間と「12分間走」（「Fig. 13a」）、「間欠的40mスプリント」の遅延時間と「12分間走」（「Fig. 13b」）、のそれぞれに負の相関傾向が認められたことも、休息期のATP-CP系のエネルギーの回復に酸化系の能力が寄与することを支持するものである。

また、体育大学体育会テニス部に所属する選手において無酸素性作業閾値（VT）： $\%VO_{2max}$ ）と全試行直後計測した血中乳酸値に正の相関傾向が認められた（「Fig. 25」）ことは、無酸素性作業閾値（AT）が高い値の者ほど解糖系のエネルギーを動員していることになり、これまでの論旨と矛盾するようであるが、血中乳酸値の高いものは、「40mスプリント」の成績が良い傾向にあることから、作業後の血中乳酸値の高いものは、白筋系の筋線維の割合が高いと推察されるので、最大運動時には量的に多い白筋が総動員されるため必然的に産生される乳酸の量が多くなることが理由として考えられる。

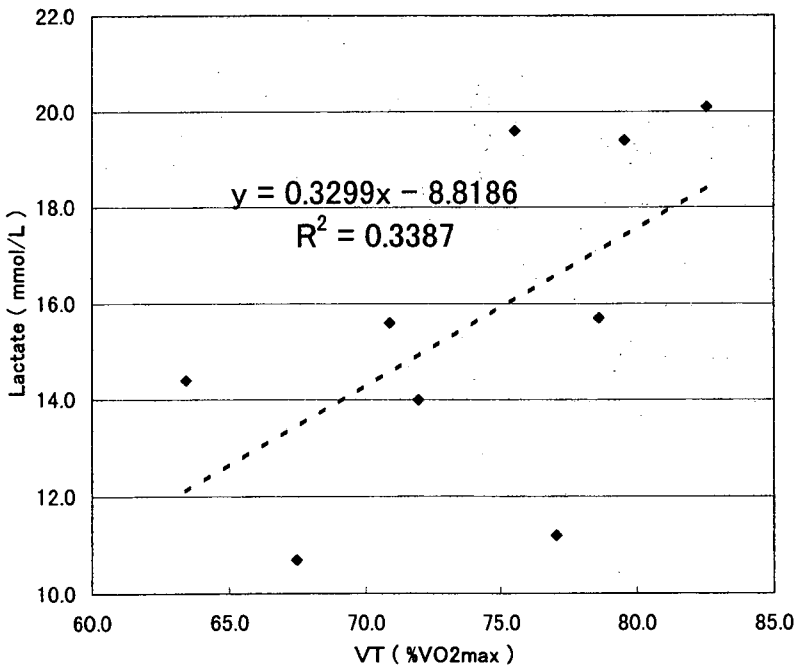


Fig. 25 THE RELATIONSHIP BETWEEN BLOOD LACTATE AND VT

◆ 結語 ◆

テニス競技におけるスピード持久性評価のためのフィールドテストを作成するため、一般大学体育会に所属するテニス選手28名、全国選抜ジュニア選手14名、地域選抜ジュニア選手24名、

体育大学体育会テニス部に所属する選手10名に各種間欠的運動及びフィールドテストを実施した。その結果、次の知見が明らかになった。

- 1) スピード持久性の評価に有効と考えられるフィールドテストは、「間欠的40mシャトルラン(10m-2往復)」と「間欠的40mスプリント」であった。
- 2) 実験室での自転車エルゴメーターによる5秒間の間欠的無酸素性パワー測定はテニス競技のスピード持久性の評価に有効である。
- 3) 無酸素性作業閾値(VT: $\%V_{O_2max}$ )と間欠的「40mシャトルラン(10m-2往復)」のスピード減衰率(「Table 10」の「final」/「primal」\*100の項参照)との間に負の相関傾向が見られた
- 4) 「間欠的50m方向変換走」の遅延時間(スピード減衰率)と「12分間走」(「Fig. 13a」)に負の相関が認められた。
- 5) 「間欠的40mスプリント」の遅延時間(スピード減衰率)と「12分間走」(「Fig. 13b」)に負の相関傾向が認められた。
- 6) 無酸素性作業閾値(VT): $\%V_{O_2max}$ と全試行直後計測した血中乳酸値に正の相関傾向が認められた(Fig. 25)。

以上の結果より、テニス競技におけるスピード持久性の評価にフィールドテストとしては、「間欠的40mシャトルラン(10m-2往復)」が適当であること、また、スピードの持久性に、休息期にATP-CP系を回復させる役割として、酸化系の能力が関与していることが示唆された。

#### ◆今後の展開◆

本研究成果に基づき、財団法人日本テニス協会発行の「強化指導指針—トップへの道—」<sup>15)</sup>の中の「世界のテニスの動向と日本が今後行わなければならない点」の項で、身体的要素で動きのスピードの持続性及び全身持久性の重要性が謳われ、そのフィールドテストマニュアルにスピード持続性を測定目的とする間欠的シャトルランが採用された。仕様は、テニスコートでの測定の利便性を考え、20秒の休息を挟んでテニスコートのダブルスサイドライン間(10.97m)2往復を10試行実施しその低下率をみる評価法である。

今後、テニス協会の一貫指導システムのもと、日本を9地区分けて発足する地域トレーニングセンターで全国展開し、テニス選手のスピード持久性に関するデータをオンラインシステムにより収集し標準化する予定である。

尚、本研究は、日本体育学会第53回大会<sup>16)</sup>で発表された。



◆参考文献◆

- 1) 佐藤陽治、岩本淳、久保田秀明、道上静香、梅林薫：「テニス競技におけるラリーテンポの加速化について」、学習院大学スポーツ・健康科学センター紀要、第8号、p. 25-34、2000
- 2) 佐藤陽治、梅林薫、徳田潤子：「テニス競技のエネルギー代謝に関する一考察」、学習院大学スポーツ・健康科学センター紀要、第5号、p. 1-7、1997
- 3) 佐藤陽治、梅林薫、蝶間林利男、木内真弘、畑山雅史、他：「テニス競技のエネルギー代謝について」、平成9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-第21報-、p. 63-74、1998
- 4) 佐藤陽治、梅林薫：「球技スポーツにおける戦術の一般化および統計学的解析」、学習院大学計算機センター年報、Vol. 22、p. 60-92、2001
- 5) 佐藤陽治、梅林薫、岩嶋孝夫、江口淳一、久保田秀明：「テニス競技におけるラリーテンポの加速化について」、日本体育学会第52回大会号、p. 552、2001
- 6) Karl Weber：「tennis-fitness」、BLV Verlagsgesellschaft、Muenchen、1982
- 7) 三浦朗：「テニス選手のポジショニングと動き」、コーチング・クリニック、11、1994
- 8) 佐藤陽治、梅林薫、道上静香、衣笠隆、蝶間林利男、他：「ゲーム分析によるテニスの体的種目特性の考察」、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-第20報-、p. 53-59、1997
- 9) Cooper, Kenneth H. :The New Aerobics, Evans, 1970
- 10) 「現代体育・スポーツ体系」第9巻、コーチングの科学、p. 166、講談社
- 11) 山本正嘉：Anaerobicsとaerobicsの二面性をもつ運動をとらえる-間欠的運動のエナジェティクス-、J. J. SPORT SCI. 、13-5、1994
- 12) Bangsbo, J. : The physiology of soccer; with special reference to intense intermittent exercise. Acta Physiol. Scand., 151(Suppl. 619):1-155, 1994
- 13) Essen, B., et al. : Utilization of blood-borne and intramuscular substrates during continuous and intermittent exercise in man. J. Physiol., 265:489-506, 1977
- 14) Saltin, B. and Essen, B. : Muscle Glycogen, Lactate, ATP, and CP Intermittent Exercise, in Advances in Experimental Medicine and Biology, Vol. 11, Muscle Metabolism During Exercise, 419-428, Plenum Press, 1971
- 15) 財団法人日本テニス協会：「強化指導指針-トップへの道-」（2002年版）、p. 32-39、平成14年3月
- 16) 佐藤陽治、梅林薫：「テニス競技におけるスピード持久性評価のためのフィールドテストに関する一考察」第53回日本体育学会大会号、p. 508、12. Oct.、2002