

テニスの試合中の打球速度に関する研究

岡野 崇彦* 平田 久雄* 戸刈 晴彦* 小山 秀哉*

A Study of Ball Speed in Tennis Matches

by

TAKAHIKO OKANO, HISAO HIRATA
HARUHIKO TOGARI, SHUYA OYAMA

Abstract

The purpose of this study was to measure the ball speed in tennis games and to examine the relationship between the speeds of ball and win or loss of matches. The method utilized in this study was described in detail in the paper presented by Hirata, et al. in the same issue as this one. The ball speed was measured by synchronizing a timer which was able to record one hundredth of a second. Subjects used were 18 nonprofessional adult players mean aged 35 year. The experiment was consisted of a test and a match. In the former each subject was asked to perform his best in serving and forehand and backhand strokes and in the latter singles game was played, in which the winner of the first eight games was decided to win the match. Followings are the results obtained in this study.

1. The average ball speeds in the test period were 32.4 m/sec for service, 26.8 m/sec for forehand stroke, and 22.5 m/sec for backhand stroke.
2. I matches, the first service was 27.5 m/sec, the second service 22.0 m/sec, forehand stroke 21.0 m/sec, and backhand stroke 16.6 m/sec.
3. Individual change in the average ball speed in each game was small during a match.
4. The average ball speed in a match of each individual was not perceivedly changed even if his opponent was changed. It seemed to show each individual's proper ball speed.
5. There was no definite relationship between the fastness of ball speed and win or loss of a game and a match.

緒 言

テニスの試合において、勝敗を決定する要因の中に打球の速度、正確性などが考えられる。これら打球の速度や正確性と競技成績、技能水準等との関係については、いくつかの研究がある。John²⁾は女子の一流選手について、サーブの速度と正確性との間には、関係が認められなかったことを、Sebolt⁴⁾は、初心者の打球の最高速度と競技成績

との間に関係があったことを報告している。また小山³⁾は、競技成績とサーブ、グラウンドストロークの打球速度及び正確性との関係について、サーブ、フォアハンド、バックハンドのいずれの場合も最高速度と競技成績と関係があることが認められたことを報告している。しかしこれらの打球の速度や正確性についての研究は、実際に相手の打ったボールをプレーしている時の測定や記録ではなく、特定の試験場面を設定して測定やテスト

* 東京大学教養学部体育研究室 (Department of Physical Education, College of General Education, University of Tokyo)

を行っている場合が多い。このような方法では、打球の速度や正確性と試合との関係を知る方法としては、十分なものとはいえないであろう。そこで本研究は、(1)試合場面における打球速度の計測を行い、その値を知ること、(2)その値の意味を考察するためにテスト場面における打球速度の測定も併せて実施し、両者の関係を比較検討すること、(3)試合中の打球速度と勝敗との関係について若干の考察を行うこと等を目的として行った。

方 法

(1) 期日, 場所 実験は昭和51年7月20日から3週間, 東京大学教養学部体育館内にコート(サブリームコート)を特設して行った。

(2) 打球速度の計測 ビデオ録画を用いた本研究の実験方法は, 平田¹⁾らにより開発され別掲論文に紹介された方法によるものであり, その概要は以下の通りである。

(i) シングルスコートの一方向のコートサイドに, 打球の移動距離の指標となるマーカーを2m間隔で立て, 他方のコートサイドのネットの延長上にカメラをセットして, シングルスゲームの全過程を録画する。

(ii) 録画したビデオテープを再生して, 各打球が所定のマーカー間を通過する所要時間を, ゲームの録画時に同時録画したデジタルタイマーから計時する。

(iii) この間の打球の移動距離の近似値は, 打点, マーカー, カメラ及びバウンドの位置関係からコンピューターを用いて計算し, この距離を先の時間で割って打球速度を求める。

(3) 被験者 学生時代にテニスを継続的に練習し, 選手としてプレーした経験のある者2名を含めてテニスのプレーを月1, 2回~4, 5回程度行っている男子社会人18名と, 大学及び大学院生各1名の計20名全員右利きで平均年齢は35歳であった。また主たる対象以外に大学テニス部プレーヤー4名についても実験を行い, 合わせて検討した。

(4) 打球速度テスト 試合中の打球速度の計測に先立ち, サーブ, フォアハンドストローク, バックハンドストロークの各々について, 各自最高どのくらいの打球速度を出しうるかをテストした。

サーブ・フォアサイドコートに立ち, 1stサーブを行うような気持で, 最も速いと思われるサーブを15本行った。少なくとも5本は成功するように指示し, 成功した中の速い方3本を平均して個人のサーブの速度とした。テストにおいて, 試合中の2ndサーブに匹敵するようなサーブテストの実施は, 2ndサーブのみを単独にとり上げてテストすることの条件設定が困難であることから行わなかった。従ってテスト時のサーブ速度の値は, 最も速いと思われる速さのサーブを指すものである。

フォアハンド及びバックハンドストロークベースライン中央から1m後方に位置し, 相手側コートの中央, ネットから4mにおかれたボールマシン(Prince製)によって打出されたボールを相手側コート内に落下地点の制限なしに自己の最も速いと思われる速さで打返した。5本の練習の後, 15本行い少なくとも5本は成功するように指示し, 成功した中の速い方3本を平均して個人の成績とした。ボールマシンからのボールは, 16m/secで飛出し, ベースラインの内側2.5m附近でバウンドし, どの被験者も大体腰の高さで打つことができた。テストは, サーブ, フォアハンド, バックハンドの順に行った。

(5) 試合 試合の組合せは, 筆者らの主観的な判断により, 接戦が予想される試合, 比較的勝敗が明らかな試合などテストを行った中の17名が11試合を行った。試合は体育館内の温度, 被験者の体力などを考慮して, 試合8ゲーム先取の試合であった。

結 果

(1) 打球速度テストの結果

サーブ, フォアハンド及びバックハンドストロ

表1 打球速度テストの結果

N: 18

	サーブ	フォアハンド	バックハンド
平均	32.4m/sec	26.8m/sec	22.5m/sec
標準偏差	5.76	2.00	3.03
最大値	46.1	29.7	28.7
最小値	22.9	24.0	16.6

ークについて行った打球速度テストの結果は、表1に示した通りである。表からわかるように、3項目の平均打球速度の順位は、サーブ、フォアハンド、バックハンドの順であり、これは各個人における項目間の順位でも同じであった。バックハンドの打球速度は、フォアハンドの73~98%で全体の平均では84%の速さであった。フォアハンドとバックハンドの打球速度の相関は .723 であった。

(2) 打球速度テストの信頼性について

打球速度テストの信頼性の検討のため、18名の被験者の中から7名を選び、テストを終えてから1週間以上を経過して再テストを行った。結果は、サーブ .847, フォアハンド .825, バックハンド .918の相関係数を示した。打球速度テストの結果は、サーブ、フォアハンド、バックハンドのいずれも各自の発揮しうるパフォーマンスとして比較的安定した値であることを示した。

(3) 試合時の打球速度

本研究における試合中の打球速度の検討項目と

表2 試合時の打球速度の結果 N : 16

	サーブ 1st	サーブ 2nd	フォアハンド	バックハンド
平均	27.5m/sec	22.0m/sec	21.0m/sec	16.6m/sec
標準偏差	6.13	5.34	2.81	1.98
最大値	39.2	36.3	26.6	20.2
最小値	20.7	16.6	16.0	13.9

しては、打球の計測方法、試合中の技術の出現頻数などからサーブ、グラウンドストロークのフォアハンドとバックハンドの3項目とした。これらの試合中の平均打球速度は、表2に示した。なおグラウンドストロークは、サーブレシーブ後からのストロークをさすものである。各試合の結果は第3及び第4ゲームの結果を集計したものである。これは後述の通り、試合時のゲーム毎の打球速度の検討から、これら2ゲームの標本でも個人の試合中の平均打球速度をある程度代表しうるものと考えられること、及び両プレイヤーの最初のサービスゲームである第1, 第2ゲームよりも一まわり後の第3, 第4ゲームの方が調子が整うことが一般的に予想されることによる。2ndサーブの1stサーブに対する打球速度の割合は、62

~92%で全体の平均では78%の速さであった。グラウンドストロークは、選手経験のあったOYがフォアハンド、バックハンドともほぼ等しい打球速度であった他は、フォアハンドがバックハンドより明らかに速いことを示した。試合中のバックハンドのスピードは、フォアハンドの71~92%で、全体の平均では80%の速さであった。試合中の打球速度の相関係数は、1stサーブと2ndサーブは、.684, フォアハンドとバックハンドは .791であった。

(4) テスト時と試合時の比較

各個人の出しうる最高速度を要求した打球速度テスト時と比して、試合時の打球速度はどの様であったかを示したのが表3および図1, 2, 3, 4である。試合時の1stサーブは、全体の平均でテスト時の85%の速さを示し、テスト時と試合時との速さの比率では、2ndサーブ、フォアハンド、バックハンドなどのうち最も高いものであった。

表3 テスト時を100とした時の試合時の打球速度の割合 N : 16

	サーブ 1st	サーブ 2nd	フォアハンド	バックハンド
平均	85.1%	67.9%	77.0%	72.0%
最大値	107.7	85.3	91.0	85.5
最小値	68.8	53.4	64.5	55.5

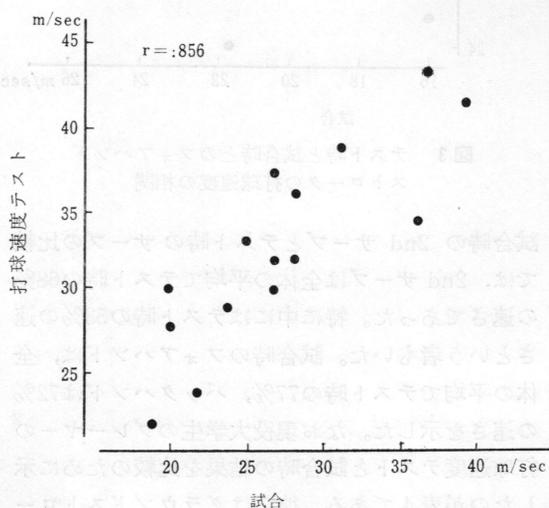


図1 テスト時と試合時(1st)とのサーブスピードの相関

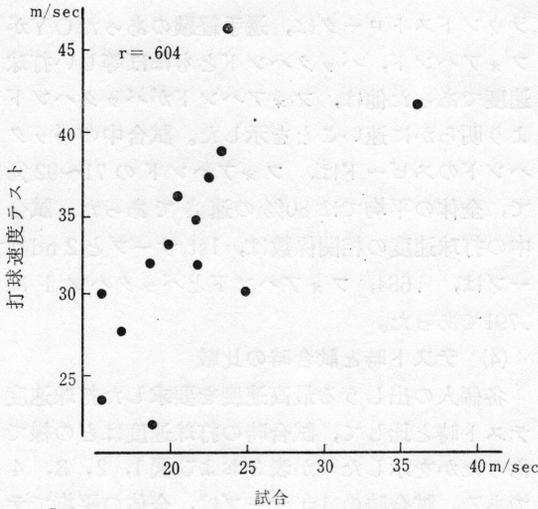


図2 テスト時と試合時(2nd)とのサーブスピードの相関

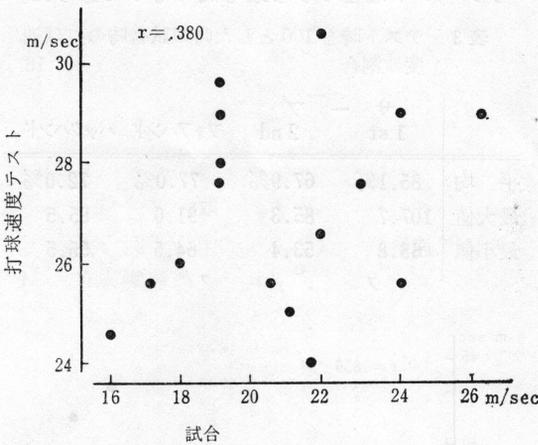


図3 テスト時と試合時とのフォアハンドストロークの打球速度の相関

試合時の 2nd サーブとテスト時のサーブの比較では、2nd サーブは全体の平均でテスト時の68%の速さであった。特に中にはテスト時の53%の速さという者もいた。試合時のフォアハンドは、全体の平均でテスト時の77%、バックハンドは72%の速さを示した。なお現役大学生のプレーヤーの打球速度テストと試合時の結果を比較のために示したのが表4である。彼らはグラウンドストローク特にフォアハンドにおいて、試合時ではテスト時の60~70%の打球速度を示しており、試合時で

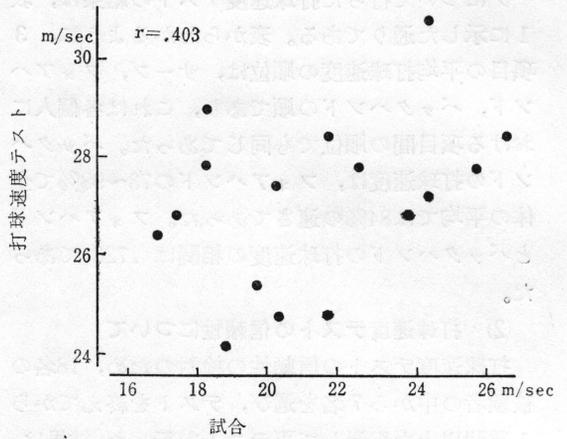


図4 テスト時と試合時とのバックハンドストロークの打球速度の相関

は発揮できる最高速度に比して強く、速く打つことは少ないことを示した。テスト時と試合時の打球速度の相関係数は、テスト時のサーブと試合時の 1st サーブとは、.856、テスト時のサーブと試合時の 2nd サーブは .604 であった。またテスト時と試合時のフォアハンドは .380、バックハンドは .403 であった。

表4 テニス部学生の打球速度

		サーブ		グラウンドストローク	
		1st	2nd	フォアハンド	バックハンド
S	テスト	46.6m/sec		32.4m/sec	24.4m/sec
	試合	34.0	33.5	22.7	17.7
M	テスト	41.6		29.8	28.6
	試合	34.0	29.8	17.6	24.9
M _J	テスト	39.0		32.9	28.6
	試合	30.3		21.8	19.1
A	テスト	36.1		32.9	28.6
	試合	30.3		19.7	19.8

(5) 試合時打球速度のゲーム間・試合間の変動
試合におけるゲーム毎の平均打球速度、打球速度とゲーム及び試合の勝敗との関係については表6に示した6試合全ゲームをとりあげ検討した。試合中のサーブ速度について示したのが表5である。2nd サーブの打球速度は、標準偏差をみるとTAの他は1st サーブよりも小さくなっていった。1st サーブよりも正確さを要求される 2nd サーブは、速い速度を出すことを主体としている 1st

表5 試合時のサーブスピード

	1st			2nd		
	N	平均	標準偏差	N	平均	標準偏差
O Y	1	28.8m/sec	4.64	4	28.4m/sec	2.65
W	12	28.4	2.65	4	24.0	2.36
O Y	23	28.3	4.00	4	24.9	1.51
T	19	28.4	3.22	5	24.6	1.62
W	16	26.6	3.03	13	23.3	1.92
I	18	27.5	5.43	16	21.0	2.38
T A	15	34.7	3.00	10	24.7	3.91
O	20	34.9	4.09	16	23.5	1.06
T A	13	34.1	5.05	17	27.5	5.43
Y	9	37.7	3.81	12	23.9	3.31
H	31	26.7	2.29	6	21.0	1.78
K	29	27.8	3.43	14	20.4	1.56

サーブよりも、速度の上では安定した速さを示しているものと思われた。グラウンドストロークについては、個人の示す打球速度がゲーム毎あるいは試合毎にどう変化するかを調べるために、ここではフォアハンド、バックハンドを区別せずに両ストロークを合わせた打球速度について検討した。もちろん、フォアとバックとは平均速度が異なるから、それぞれの出現頻数を無視して平均値を求めることに問題がないわけではない。しかし出現頻数を問題にすると、そもそもそれは偶然の結果ではない。プレーヤーによる両ストロークの得手不得手が影響をもつし、一般には強打したい時には廻りこんでもフォアハンドで打つ傾向があり、バックハンドで多く打ったということは、相手から攻め込まれてバックで打たされたという意味もある。ここではそこまで踏み込まずに、要するに結果として個人がどのような打球速度を用いたかに焦点を絞って考察しようとしたのである。各個人の試合中の平均打球速度を示したのが表6である。ゲーム毎の平均打球速度をみると、Wの対I、2ゲーム目、T Aの対O、3ゲーム目などに他のゲームに比して顕著に遅いあるいは速いのが2、3認められた。しかし試合中のストロークの平均速度は、元来速度の差の大きいフォアハンドとバックハンドをこみにして求めた平均速度である点を考慮すれば、ゲーム毎の平均打球速度を全体的に眺めた場合、これらのゲーム間の変

動は小さい傾向が認められた。対戦相手が変わった試合における平均打球速度は、O Yは2試合ともほぼ等しい速度を示したが、W、T Aはわずかな違いを示した。

(6) 打球速度と勝敗との関係

プレーヤー別にゲーム毎の平均速度をみると、ゲームをとった者の速度が、落した者の速度より速かったゲーム数は、6試合64ゲーム中26で、逆にゲームをとっていないながら相手より遅かったゲーム数は28であった。これらのゲームを試合毎に勝ゲーム敗ゲーム別に集計して比較してみると、次のようになる。一方のプレーヤーの勝ゲームは必然的に他方のプレーヤーの敗ゲームになるわけであるが、この両者の間の平均速度の比較において勝者が敗者より速かった試合は、11例中6例、遅かったのは5例という結果であった。(11例というのは、O Yとの試合でWの勝ゲームが0であったためである) また同一個人内の勝ゲーム敗ゲーム間の平均速度の差では、Iにみられる1.5m/secが大きい差で、その他のプレーヤーの差は小さかった。さらにプレーヤー別に試合中の全打球の平均速度を求め、対戦者間で比較してみると、試合に勝ったプレーヤーの速度が敗けたプレーヤーのそれより速かった試合は6例中の2例であった。

以上、グラウンドストロークの打球速度と勝敗との関係は、ゲーム毎の平均速度、試合全体の平均速度等の比較から速度の優劣だけの関係ではないことが考えられた。

考 察

試合においてグラウンドストロークの打球は、相手からの打球に対して返球すべき方向、場所の選択、判断と正確性などが要求される。そこで、常に打球速度テスト時のような速い速度のボールを打つことは、困難であり、不正確な結果を招くことになるであろう。

個人のグラウンドストロークの速度についてみた場合、選手の経験があったO Yが、フォアハンド、バックハンドともほぼ等しい速度を示した他は、フォアハンド、バックハンドに相違があり、フォアハンドがバックハンドより平均20%速かった。バックハンドはフォアハンドより打ちにく

表6 試合中のグラウンドストロークの平均打球速度

	OY _{8:0} W		OY _{8:2} T		W _{8:4} I		TA _{8:3} O		TA _{1:8} Y		H _{8:6} K	
1	*	15.4	*18.7	24.4	*20.5	17.3	*21.2	17.5	18.4	*20.7	*16.7	20.4
2	*	23.3	*18.5	20.0	*13.0	16.7	21.3	*	23.4	*21.2	*19.7	21.3
3	*18.7	20.1	*20.8	21.3	*18.5	16.7	*25.5	23.9	21.1	*22.3	18.8	*19.1
4	*19.7	23.5	*21.3	23.1	*	13.4	*	*	21.6	*21.6	18.0	*21.8
5	*19.5	21.6	20.8	*23.6	19.5	*18.1	20.8	*22.2	18.9	*24.5	18.8	*22.2
6	*16.9	25.6	*	20.4	18.4	*20.1	*21.3	18.3	19.7	*20.9	*20.0	19.7
7	*19.7	—	*22.3	20.9	18.0	*21.9	*22.4	24.2	*20.6	21.3	*19.0	21.6
8	*23.1	—	19.6	*20.2	*18.6	19.7	21.3	*20.7	20.0	*22.0	*19.0	21.9
9			*14.7	20.6	*18.8	22.4	*16.3	18.7	18.5	*23.8	*19.8	22.4
10			*22.0	21.8	17.4	*20.5	*19.3	—			18.7	*22.1
11			*18.4	—	*18.4	18.8	*23.1	19.2			16.3	*20.0
12			*21.0	—	*21.0	16.7					17.6	*21.8
13											*19.9	21.2
14											*19.7	21.7
全 N	18	19	65	56	72	78	47	48	73	73	159	157
M	20.0	20.6	20.2	22.0	18.7	19.2	21.7	21.3	20.3	21.4	18.9	21.3
体SD	3.61	3.91	4.06	4.30	3.67	3.39	3.76	4.11	3.54	3.98	2.82	3.40
勝 N	18		50	15	46	28	24	24	16	58	103	58
ゲ M	20.0		20.1	22.7	18.9	20.2	22.1	21.2	20.6	21.4	19.4	21.2
△SD	3.61		3.84	4.35	3.84	3.24	3.49	3.30	2.43	4.06	2.59	3.40
敗 N		19	15	41	26	50	23	24	57	15	56	99
ゲ M		20.6	20.3	21.7	18.4	18.7	21.3	21.4	20.3	21.3	18.0	21.3
△SD		3.91	4.84	4.43	3.35	3.57	4.06	4.85	3.81	3.82	2.96	3.42

*印 ゲームの勝者

い、フォアハンドよりも技術的に劣る、というような技能獲得の一般的な傾向が現れているものと思われた。試合中の打球速度はゲーム毎に平均をとってみると、大きな変動は認められなかった。要するに個人には個有の使用速度があって、ゲーム毎に変化したり、対戦相手に影響をうけたりすることが、想像されるよりは現実には少ないらしいことが認められた。個人の打球速度は練習により固定化したもので、正確に打つことができる速さであると思われた。故意に速さを変えて打つ、あるいは打たなければならないならば、打球の正確さに影響を及ぼしてくるものと思われた。試合における打球速度は、多くの場合速度テスト時よりも何%か遅い速度であった。選手経験のある、技能が高いと認められたOYのグラウンドストロークの打球速度は、テスト時は被験者群の中で最も速い速度を示したが、試合時の平均速度としては、必ずしも速い方ではないという結果を示した。これは表4に示した現役学生プレーヤーと同じ傾向で、試合においては発揮できる最高打球速度に比して、強く、速く打つことは少ないことを示していた。試合時においてテスト時のような速い速度を出すことは、ポイントを決するチャンスを迎えた時などが考えられるが、表6に示した6試合について、試合時においてテスト時を越すような打球速度を拾い出してみると、1stサーブは215本中25本、2ndサーブは123本中0、フォアハンドは543本中12本、バックハンド321本中12本であった。グラウンドストロークではテスト時を越すような速い打球速度は非常に少ないことを示したが、サーブにおいては10%程あり、速さを主体とした1stサーブの1つの特性であると思われた。打球速度テスト時と試合時との関係は、サーブにおいてやや高い相関が認められたが、グラウンドストロークのフォアハンド、およびバックハンドにおいては、低い相関であった。サーブは、1stと2ndとでは速さ、正確性への配慮が多少違っていても自己のペースで動作ができること、特に速さを重視した1stサーブの場合はテスト時に近い状態で力を発揮しやすい性質もっているからであろう。しかし2ndサーブは、正確性への傾斜が強くなり、1stサーブとは違った要素

が加わるために、相関係数の値がやや下がったと考えられよう。被験者の中には、試合時にはテスト時の53%の速さしか発揮できない者がいたことでも、2ndサーブの特殊性が伺える。グラウンドストロークの打球速度と勝敗との関係は、打球速度が勝ゲーム、勝試合において優り、敗ゲーム、敗試合において劣るというような速度の優劣だけの関係ではないようであった。打球の飛んだ方向、落下地点、正確さ、他の技術との関連なども含めてより詳細に検討することが必要であると考えられた。

要 約

サーブ、およびグラウンドストロークのフォアハンド、バックハンドの打球速度について、VTRを用いて速度テストによる最高速度と試合における速度を計測し、比較検討した結果を要約する。

(1) 個人の発揮しうる最高速度を要求した打球速度テストの結果は、サーブ、フォアハンド、バックハンドの順の速度を示した。バックハンドはフォアハンドの平均84%、フォアハンドはサーブの平均83%の速さであった。

(2) 打球速度テストのテスト・再テストの相関は高く、速度テストの結果は、各々の発揮しうるパフォーマンスとして比較的安定した値であると考えられた。

(3) 試合における打球速度は、テスト時同様サーブ、フォアハンド、バックハンドの順であった。バックハンドはフォアハンドの平均80%、フォアハンドは1stサーブの平均76%の速さで、いずれもテスト時のこれらの間の比率よりも低かった。

(4) テスト時の試合時の比較。テスト時に比して試合時の平均打球速度は、1stサーブ85%、2ndサーブ67%、フォアハンド77%、バックハンド72%であった。

(5) 試合時にテスト時を上まわるような打球速度を出すことは、1stサーブにおいて10%程みられたが、グラウンドストロークにおいては非常に少なかった。

(6) テスト時と試合時との打球速度の相関は、

サーブ (テスト時のサーブと試合時の 1st サーブ, 2nd サーブの各々の間) はやや高い相関が認められたが, グラウンドストロークでは低い相関であった。

(7) 試合時のグラウンドストロークの打球速度は, 個人により個有の速度を持っているようで, ゲーム毎の平均打球速度は, ゲーム毎の変動や対戦相手に影響をうけたりすることは, 想像されるよりは現実には少ないらしいことが認められた。

(8) 試合中の打球速度と勝敗との関係は, サーブ, フォアハンド, バックハンドとも勝ゲーム, 勝試合において優り, 敗ゲーム, 敗試合において劣るというような速度の優劣による関係は認められなかった。

文 献

- 1) 平田久雄 戸莉晴彦 小山秀哉 岡野崇彦
テニスのゲームの分析方法に関する研究
——ビデオ録画を用いた打球速度測定を試み——
東京大学教養学部 体育学紀要第11号 1~8 1972.
- 2) Johnson, J.
Tennis Serve of advanced Women Players
Research Quarterly Vol. 28, No. 2, 123~131, 1957
- 3) 小山秀哉 平田久雄 水野忠和 古谷嘉邦
硬式テニスの指導に関する研究
——打球の速度と成績との関係——
日本体育学会第22回大会号 479, 1971.
- 4) Sebolt, D. R.
A stroboscopic study of the relationship of
ball velocity and tennis performance
Research Quarterly vol.41, No.2, 182~188,
1970.