

日本男子トップテニス選手のグラウンドストロークにおける打球データの分析  
- 練習マッチにおける2選手の特徴 -

村上俊祐<sup>1)</sup>, 北村哲<sup>2)</sup>, 佐藤文平<sup>3)</sup>, 岡村修平<sup>4)</sup>, 柏木涼吾<sup>4)</sup>, 前田明<sup>1)</sup>, 高橋仁大<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>鹿屋体育大学

<sup>2)</sup>びわこ成蹊スポーツ大学

<sup>3)</sup>多摩大学

<sup>4)</sup>鹿屋体育大学大学院

キーワード: 打球スピード, 回転数, ネット上の通過位置, インパクト位置, トラックマン

【要旨】

本研究は日本トップテニス選手2名を対象とし、練習マッチにおけるグラウンドストロークの打球データを測定し、狙うコースや打球するポジションの違いにより打球スピード、回転数、ネット上の通過位置やインパクト位置にどのような特徴があるのかを検討した。練習マッチに勝利した選手Aにおいて、フォアハンド・右サイド、フォアハンド・左サイドの打球スピードはそれぞれ  $128.1 \pm 10.7$  km/h,  $130.2 \pm 14.4$  km/h と選手Bよりも約 25 km/h 高い値を示した。ネット上の通過位置とインパクト位置についてみると、選手Aは軌道の低い打球で相手を左右に動かさず攻撃的なプレーを展開しており、クロスコートとダウン・ザ・ラインに打ち分ける際にもコースの違いに関わらず高いスピードを維持しながら打球できていた。こうした打球データの分析は、オープンコートをつくるためのボールコントロール能力や、試合においてもその能力を発揮できているか、という観点からゲームを評価するものであり、コーチや選手の質的な分析を補助するようなデータを提供できるものと考えられる。

スポーツパフォーマンス研究, 12, 753-765, 2020年, 受付日: 2020年7月9日, 受理日: 2020年11月24日

責任著者: 村上俊祐 891-2393 鹿屋市白水町1番地 鹿屋体育大学 s-murakami@nifs-k.ac.jp

\*\*\*\*

**Analysis of data from ground strokes hit by two of Japan's top tennis players: characteristics of the players' hits in a practice match**

Shunsuke Murakami<sup>1)</sup>, Tetsu Kitamura<sup>2)</sup>, Bunpei Sato<sup>3)</sup>, Shuhei Okamura<sup>4)</sup>,  
Ryogo Kashiwagi<sup>4)</sup>, Akira Maeda<sup>1)</sup>, Hiroo Takahashi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>National Institute of Fitness and Sport in Kanoya

<sup>2)</sup>Biwako Seikei Sport College

<sup>3)</sup>Tama University

<sup>4)</sup>Graduate School, National Institute of Fitness and Sport in Kanoya

Key words: ball speed, spin rate, net clearance, landing location of ball, TrackMan

**【Abstract】**

The present study used TrackMan tennis radar to examine features of ball speed, spin rate, net clearance, the ball's course toward the target, and landing location of balls hit by two male top tennis players in Japan, by collecting data from the ground strokes that they hit in a practice match. The speed of balls hit forehand from the right and left side of player A who won the game was  $128.1 \pm 10.7$  km/h and  $130.2 \pm 14.4$  km/h respectively; this was 25 km/h faster than the balls hit by player B. Examination of the data on net clearance and landing location indicated that player A's offensive plays with balls having a low trajectory forced the opponent to move from one side of the court to the other. He maintained a high ball speed even when hitting balls cross court and down the line. These analyses may be useful for evaluating players' skill in controlling the ball and whether the same skill can be demonstrated in actual games, not just in practice. This type of analysis may provide coaches and players with data in support of qualitative analyses.

## I. はじめに

近年、テレビ放映等でトップテニス選手の試合中の打球のスピードや回転数、ネット上の通過位置などの打球データが示されることが多くなってきている。これは審判補助システム「ホークアイ(Sony 社)」により取得したデータを利用したものである。複数台のハイスピードカメラで撮影した映像から打球に関する情報を収集し、コンピュータグラフィックスで再現している。こうした技術と同様に、ドップラーレーダーにより打球データを簡便に取得することのできるボール挙動測定器「トラックマン(TrackMan 社)」を用いた分析も行われている。トラックマンの測定精度について、Sato et al. (2017) は 3D モーションキャプチャーシステムで得られた値と、村上ほか(2016)もスピードガンおよびハイスピードカメラによる測定値との比較を行い非常に高い信頼性が得られたことを報告しており、トラックマンで得られた打球スピード、回転数といったデータは即時にフィードバックでき、トレーニングの現場でも非常に有用であることに言及している。実際に、様々なレベルの選手を対象にしたサーブやグラウンドストロークの打球データを収集し評価する試みもなされている(高橋ほか, 2017; 村上ほか, 2016; 2018a; 2018b)。それらの研究では、打球スピードが高く回転数の多い打球は「質」の高い打球であり、高いスイングスピードによりその質の高い打球が実現されると述べられている。こうした打球データの収集および打球スピードと回転数を基にした評価は選手の競技力向上に有用であると考えられる。しかし、選手がボールを打つ際には打球スピードや回転数だけでなく、方向や距離、高さを調整する必要があり、そうした打球の軌道についての情報も合わせて見ていくことも重要になる。

トラックマンはスピードと回転数だけでなく、ネットの通過位置やインパクト位置など、打球の軌道に関する情報も取得できる。ショーンボーン(2015)はゲーム分析においてスタッツやポイントの推移の記録に加え、試合の過程や様々なゲーム展開の経過や背景など、質的な分析の重要性を挙げている。狙うコースや打球するポジションの違いにより、打球スピードや回転数に違いがあるのか、打球の軌道はどうなのか、こうした打球データを含めたゲームの分析は、コーチや選手による質的な分析を補助する役割となると考えられる。

本研究では日本トップテニス選手の練習マッチにおけるグラウンドストロークの打球データを測定し、対象とした 2 名の打球スピード、回転数、ネット上の通過位置やインパクト位置を比較し、その特徴を明らかにすることを目的とした。レベルの高い選手がグラウンドストロークをどのように打球しているのか、軌道の情報を含めた打球データを基に分析することで、ゲームパフォーマンスや選手の技術を評価するのに役立つ基礎的な資料を得られるものと考えられる。

## II. 研究方法

### 1. 被検者

被検者は日本の男子トップテニス選手 2 名、選手 A, B とした(身長; 体重—選手 A: 180cm; 77kg, 選手 B: 174cm; 71kg)とした。選手 A はグランドスラム本戦の出場経験があり、選手 B は全日本選手権ダブルスの優勝経験がある。両選手とも右利きでバックハンドは両手打ちであり、グラウンドストロークを主体にゲームを組み立てるプレースタイルである。

## 2. データ収集

2 セットの練習マッチを行いサービス, リターンを除く 3 球目, 4 球目以降のグラウンドストロークを対象とし, トラックマンにより打球スピード, 回転数, ネット上の通過位置(高さ・サイド)のデータを収集した. また選手のポジションに関する補足的なデータとして, インパクト位置(高さ・サイド・深さ)についても収集した. ネット上の通過位置(サイド)およびインパクト位置(サイド)の値について, センターマークの位置を 0 としネットを正面にして右方向がプラス, 左方向がマイナスとなる. インパクト位置(深さ)については, ベースラインの位置を 0 としネット方向がプラス, 後方がマイナスとなる. トラックマンは機器の説明書に基づき, 機器の中心がコートセンターマークの延長線上になるようにし, レーダーがコート全体を捕捉するよう可能な限り後方に設置した. トラックマンでは設置側のコートでプレーしたプレーヤーのデータを収集できるが, 本研究ではトラックマンを 2 台使用することで両選手の打球データを収集した.

トラックマンで取得したデータについて, デジタルビデオカメラで撮影した映像を確認し, 図1の通り打球した選手のポジションと打球が落下したコースにより打球を分類した. センターマークの右側から打球したフォアハンドストロークは(以下, フォアハンド・右サイド), クロスコート, センター, ダウン・ザ・ラインと分類し, センターマークの左側から打球したフォアハンドストローク(以下, フォアハンド・左サイド)は, インサイドアウト, センター, インサイドインと分類した. バックハンドストローク(以下, バックハンド)については, フォアハンド・右サイドと同様にクロスコート, センター, ダウン・ザ・ラインと分類した. 本研究ではトップスピンのグラウンドストローク(パッシングショットやアプローチショットを含む)を対象としたため, ドロップショットやスライス回転でのアプローチショット, ディンクショットを含むスライスと判断した打球は除外した. また, 打球の成否について, 「イン」, 「ネット」, 「アウト」に分類した.

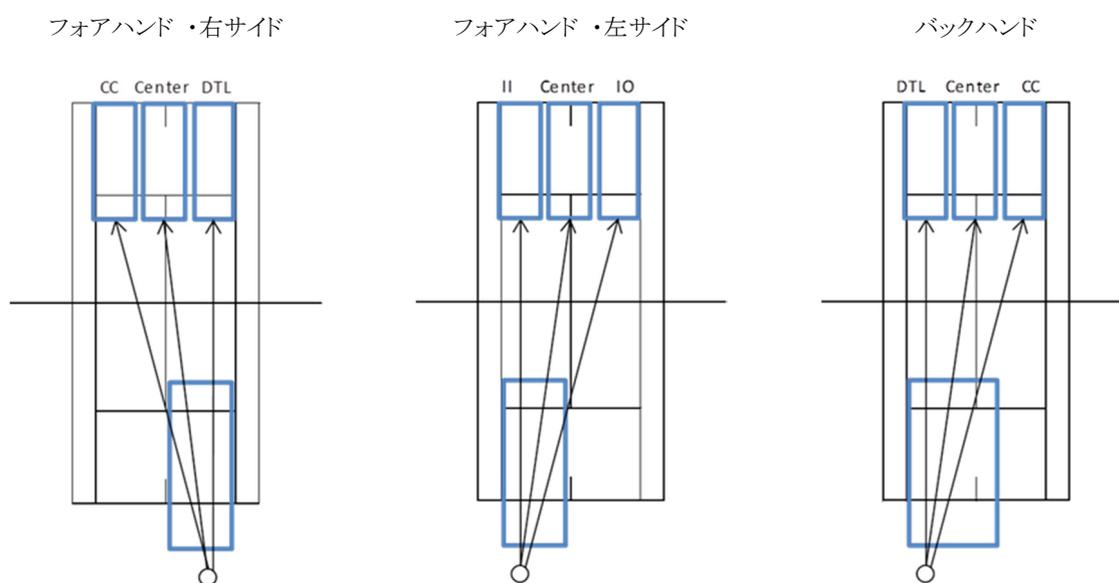


図1 ポジションとコースによるショットの分類

CC はクロスコート, Center はセンター, DTL はダウン・ザ・ライン,  
IO はインサイドアウト, II はインサイドイン

### 3. 分析方法

「ネット」、「アウト」以外の「イン」のそれぞれのポジションにおける打球(フォアハンド・右サイド, フォアハンド・左サイド, バックハンド), 選手(A, B)を独立変数, 打球スピードと回転数のそれぞれを従属変数とした2要因の分散分析を行い, 5%レベルを有意水準とし平均値の差を検討した. それぞれのポジションにおける打球について, 有意な差がみられた場合, Tukey 法による多重比較を行った. また, それぞれのポジションにおける打球(フォアハンド・右サイド, フォアハンド・左サイド, バックハンド)のネット上の通過位置(高さ, サイド), インパクト位置(深さ, 高さ, サイド)について, 選手Aと選手Bの差を見るため, 5%レベルを有意水準としt検定を用いて平均値の差を検討した(SPSS(ver. 25)).

### III. 結果

2セットの練習マッチにおいて, 選手Aが6-2, 6-2のスコアで1stセット, 2ndセットともに取得した. 表1にトラックマンでデータを取得できた打球の数を示した. サービス, リターンの後のグラウンドストローク全124球に対し116球分の打球データを取得することができた. 収集できなかった8球分のデータは打球がサイドに切れる, またはネットの下方に当たるなどしてドップラーレーダーが届かなかったものと考えられる. また, 打球スピードと回転数のデータを取得できたものの, ネット上の通過位置(高さ, サイド), インパクト位置(深さ, 高さ, サイド)のデータが取得できなかったケースもあった. 特に, 選手Aのバックハンドのセンターへの打球のインパクト位置(深さ, 高さ, サイド)については, 7球中1球分のデータしか取得できなかった. バックハンドでインパクト位置に関するデータが取得できなかったのは, 両手でラケットを持つことやクローズに足を踏み込むケースが多いことにより, インパクトの瞬間にラケットや体がトラックマンとの間に入り, ドップラーレーダーが届かなかったことが原因であると考えられる.

それぞれの選手のコート内に入った「イン」の打球について, 選手Aのフォアハンド・右サイドにおける打球スピードおよび回転数の平均値±標準偏差は  $128.1 \pm 10.7$  km/h,  $1881 \pm 427$  rpm, フォアハンド・左サイドにおいては  $130.2 \pm 14.4$  km/h,  $1796 \pm 520$  rpm, バックハンドにおいては  $110.3 \pm 9.1$  km/h,  $951 \pm 542$  rpm であった. 選手Bのフォアハンド・右サイドにおける打球スピードおよび回転数の平均値±標準偏差は  $102.2 \pm 15.2$  km/h,  $1439 \pm 774$  rpm, フォアハンド・左サイドにおいては  $105.0 \pm 8.3$  km/h,  $1429 \pm 518$  rpm, バックハンドにおいては  $95.2 \pm 10.4$  km/h,  $1178 \pm 575$  rpm であった(表2). このそれぞれの選手の「イン」の打球には相手が打球に触れずにポイントを獲得したウィナーが含まれており, フォアハンド・右サイド, フォアハンド・左サイド, バックハンドの順にそれぞれ, 選手Aのウィナーが5本, 8本, 4本, 選手Bのウィナーが2本, 0本, 1本であった.

選手(A, B), ポジションにおける打球(フォアハンド・右サイド, フォアハンド・左サイド, バックハンド)の2要因の分散分析の結果, 打球スピードにおいて選手間( $F(1, 93) = 82.53, p < 0.01$ ), ポジション間( $F(2, 93) = 15.98, p < 0.01$ )に有意な差がみられた. 選手間とポジション間の交互作用については有意ではなかった. それぞれのポジションにおける打球について多重比較を行ったところ, フォアハンド・右サイドとバックハンド, フォアハンド・左サイドとバックハンドの間にそれぞれ有意な差がみられた( $p < 0.01$ ). 回転数についてはポジション間に有意な差が認められ( $p < 0.01$ ), フォアハンド・右サイドとバックハンド, フォアハンド・左サイドとバックハンドの間にそれぞれ有意な差がみられた( $p < 0.01$ ).

表 1 トラックマンで取得できた打球の数

	打球数 (n)	取得数 (n)	取得数/打球数 (%)
選手 A	66	63	95.5
選手 B	58	53	91.3
合計	124	116	93.5

表 2 2 選手のフォアハンド・右サイド, フォアハンド・左サイド, バックハンドにおける打球スピードと回転数

	結果	ポジション	n	打球スピード (km/h)	回転数 (rpm)
選手A	フォアハンド	イン フォアハンド・右サイド	17	128.1 ± 10.7 <sup>*バックハンド</sup>	1881 ± 427 <sup>バックハンド</sup>
		イン フォアハンド・左サイド	21	130.2 ± 14.4 <sup>*バックハンド</sup>	1796 ± 520 <sup>バックハンド</sup>
		アウト	5	120.9 ± 16.2	1697 ± 981
		ネット	2	152.0 ± 24.4	1934 ± 945
	バックハンド	イン バックハンド	17	110.3 ± 9.1 <sup>*フォア・右, フォア・左</sup>	951 ± 542 <sup>フォア・右, フォア・左</sup>
		アウト	0	-	-
		ネット	1	96.4	1276
選手B	フォアハンド	イン フォアハンド・右サイド	11	102.2 ± 15.2 <sup>*バックハンド</sup>	1439 ± 774 <sup>バックハンド</sup>
		イン フォアハンド・左サイド	11	105.0 ± 8.3 <sup>*バックハンド</sup>	1429 ± 518 <sup>バックハンド</sup>
		アウト	2	106.1 ± 11.2	1544 ± 565
		ネット	3	122.1 ± 14.1	1457 ± 540
	バックハンド	イン バックハンド	22	95.2 ± 10.4 <sup>*フォア・右, フォア・左</sup>	1178 ± 575 <sup>フォア・右, フォア・左</sup>
		アウト	3	109.7 ± 9.1	897 ± 588
		ネット	1	106.2	641

選手間で有意な差がみられたものには値の右上に\*を、  
ポジション間で有意な差がみられたものについては値の右上に有意な差がみられた条件(フォア・右, フォア・左, バックハンド)を示した。

表 3 に選手 A のフォアハンド・右サイド, フォアハンド・左サイドとバックハンドそれぞれのポジションからのコース毎の打球スピードと回転数, ネット上の通過位置とインパクト位置を, 表 4 に選手 B のフォアハンド・右サイド, フォアハンド・左サイドとバックハンドそれぞれのポジションからのコース毎の打球スピードと回転数, ネット上の通過位置とインパクト位置を示した。

2 標本の t 検定により選手 A と選手 B のそれぞれのポジションにおける打球(フォアハンド・右サイド, フォアハンド・左サイド, バックハンド)のネット上の通過位置(高さ, サイド)とインパクト位置(深さ, 高さ, サイド)を比較したところ, フォアハンド・右サイドにおいて, ネット上の通過位置(高さ)とインパクト位置(サイド)について, 有意な差が認められ(ネット上の通過位置(高さ): $p < 0.01$ , インパクト位置(サイド): $p < 0.01$ ), フォアハンド・左サイドにおいて, ネット上の通過位置(高さ)とインパクト位置(高さ)について有意な差が認められた(ネット上の通過位置(高さ): $p < 0.05$ , インパクト位置(高さ): $p < 0.05$ ). またバックハンドにおいて, ネット上の通過位置(高さ)およびインパクト位置(深さ, サイド)について有意な差がみられた(ネット上の通過位置(高さ): $p < 0.05$ , インパクト位置(深さ): $p < 0.01$ , インパクト位置(サイド): $p < 0.01$ ).

表3 選手Aのグラウンドストロークにおける打球スピード, 回転数, ネット上の通過位置(高さ, サイド), インパクト位置(深さ, 高さ, サイド)

		n	打球スピード (km/h)	回転数 (rpm)	ネット上の通過位置 高さ(cm)	ネット上の通過位置 サイド(cm)	インパクト位置 深さ(cm)	インパクト位置 高さ(cm)	インパクト位置 サイド(cm)
フォアハンド ・右サイド	クロスコート	10	129.2 ± 10.4	1815 ± 383	142.0 ± 25.5	-161.5 ± 132.6	-26.0 ± 198.6	119.5 ± 16.1	86.1 ± 61.0
	センター	3	122.4 ± 8.7	1973 ± 372	139.6 ± 35.9	44.3 ± 78.3	-119.5 ± 70.4	91.5 ± 0.8	77.0 ± 55.3
	ダウン・ザ・ライン	4	129.7 ± 14.0	1974 ± 636	150.0 ± 52.5	210.1 ± 102.7	-171.1 ± 87.8	132.6 ± 44.2	222.2 ± 99.9
	合計	17	128.1 ± 10.7	1881 ± 427	143.3 ± 32.5	-37.7 ± 197.0	-77.9 ± 166.6	118.1 ± 26.2	118.6 ± 89.6
フォアハンド ・左サイド	インサイドアウト	7	134.5 ± 15.3	1839 ± 484	149.2 ± 31.5	99.9 ± 74.3	-35.4 ± 109.9	109.3 ± 19.9	-111.2 ± 62.3
	センター	5	119.9 ± 9.7	1644 ± 371	170.4 ± 28.4	8.8 ± 80.6	-78.4 ± 71.7	91.8 ± 36.0	-34.9 ± 81.1
	インサイドイン	9	132.6 ± 14.4	1846 ± 643	139.3 ± 30.6	-220.8 ± 137.1	14.8 ± 162.4	113.8 ± 27.1	-126.0 ± 116.1
	合計	21	130.2 ± 14.4	1796 ± 520	150.0 ± 31.4	-59.2 ± 179.6	-26.1 ± 126.8	106.7 ± 27.4	-98.1 ± 95.0
バックハンド	クロスコート	6	110.0 ± 4.5	687 ± 307	157.0 ± 23.9	-89.4 ± 71.4	109.3 ± 83.9	125.2 ± 22.7	-276.3 ± 49.5
	センター	7	106.3 ± 11.8	1132 ± 757	154.0 ± 45.0	-137.3 ± 85.3	90.6	97.6	-287.1
	ダウン・ザ・ライン	4	116.8 ± 4.6	956 ± 152	139.9 ± 48.4	-324.7 ± 113.5	107.7 ± 302.9	102.4 ± 18.4	-214.1 ± 207.7
	合計	17	110.3 ± 9.1	951 ± 542	152.6 ± 35.6	-164.5 ± 124.9	105.9 ± 181.6	111.5 ± 21.2	-251.2 ± 128.1

選手間で有意な差がみられたものには値の右上に\*を示した。

表4 選手Bのグラウンドストロークにおける打球スピード, 回転数, ネット上の通過位置(高さ, サイド), インパクト位置(深さ, 高さ, サイド)

		n	打球スピード (km/h)	回転数 (rpm)	ネット上の通過位置 高さ(cm)	ネット上の通過位置 サイド(cm)	インパクト位置 深さ(cm)	インパクト位置 高さ(cm)	インパクト位置 サイド(cm)
フォアハンド ・右サイド	クロスコート	3	96.7 ± 18.6	1995 ± 1340	243.8 ± 47.3	-152.8 ± 48.7	108.3 ± 173.0	94.9 ± 49.8	164.8 ± 47.9
	センター	6	99.3 ± 7.9	1163 ± 437	202.1 ± 45.9	18.2 ± 74.6	-87.1 ± 76.4	139.6 ± 19.5	296.7 ± 75.2
	ダウン・ザ・ライン	2	119.3 ± 24.1	1434 ± 243	126.8 ± 32.5	139.9 ± 46.4	-121.6 ± 121.2	92.4 ± 4.8	119.1 ± 67.5
	合計	11	102.2 ± 15.2	1439 ± 774	199.8 ± 57.1	-6.3 ± 120.6	-46.9 ± 135.2	116.6 ± 33.5	219.3 ± 102.7
フォアハンド ・左サイド	インサイドアウト	3	105.2 ± 9.2	1746 ± 593	165.5 ± 42.2	148.9 ± 55.3	-49.2 ± 240.5	88.7 ± 27.4	-77.2 ± 55.2
	センター	8	105.0 ± 8.6	1310 ± 473	183.3 ± 38.9	-89.8 ± 60.3	-110.5 ± 95.0	77.1 ± 36.8	-53.6 ± 56.7
	インサイドイン	0	-	-	-	-	-	-	-
	合計	11	105.0 ± 8.3	1429 ± 518	178.4 ± 38.5	-24.7 ± 124.9	-87.5 ± 150.6	81.4 ± 32.0	-62.5 ± 53.5
バックハンド	クロスコート	7	98.2 ± 7.2	1534 ± 738	170.2 ± 31.1	53.1 ± 91.8	109.6 ± 209.6	110.1 ± 40.3	-75.2 ± 184.0
	センター	14	94.1 ± 11.9	980 ± 406	199.7 ± 53.2	-146.6 ± 95.2	-33.0 ± 114.6	101.1 ± 22.3	-160.0 ± 143.3
	ダウン・ザ・ライン	1	90.6	1468	151.4	-307.2	-	-	-
	合計	22	95.2 ± 10.4	1178 ± 575	188.1 ± 47.8	-90.4 ± 138.7	-0.1 ± 145.2	103.2 ± 25.7	-140.4 ± 149.8

選手間で有意な差がみられたものには値の右上に\*を示した。

#### IV. 考察

##### 1. 打球スピードと回転数について

表2の通り, フォアハンド・右サイド, フォアハンド・左サイドにおいて, 試合を有利に運んだ選手Aの打球スピードが選手Bよりも約25km/h高いという結果となった. 回転数については, 選手Aが約1800~1900rpm, 選手Bは約1400rpmであった. 村上ほか(2016)は男子選手のサービスについて, 世界トップ, 日本トップ, 日本トップジュニアと競技レベルが高い順に, 打球スピードから回転数を求める回帰直線が右上に位置する, つまり打球スピードが高く回転数も多いボールを打っているという結果を示しており, 村松ほか(2015a)はスピードと回転数から作図されるこのグラフにおいて, 打球の分布が右上に位置するためには「インパクト時のラケットスピードが大きい」ことが必要であると述べている. 本研究においても選手Aのフォアハンドの打球スピードの方が高く回転数も多いことから, 選手Aのフォアハンドにおけるラケットスピードは選手Bよりも高いと考えられた. 加えて, 村松ほか(2015a)は打球スピードが高く回転数が多いボールが打てる要因として, 「ラケットのスイートスポット付近でボールを捉えている」, 「ラケット・ストリングスの反発性能が高い」といったことにも言及している. より技術レベルの高い選手, 試合においてグラウンドストロークのラリーを優位に運んでいる選手においては, これらの3つの要因を満たすスイング技術を身につけているとともに, そのスイング技術を発揮する予測や判断の能力, ラリーの前のサービスやリターンの技術が優れていることにより, より高い打球スピードで多い回転数の打球を実現できていると考えられる. 実際に, 本研究で対象とした2選手よりも競技力の高い男子世界トップクラス選手1名のフォアハンドのデータ(村松ほか, 2015b)と比較してみると, 世界トップ選手の打

球スピードは  $132 \pm 13.9$  km/h と選手 A の打球スピードの値も遜色ないものの、回転数については  $3486 \pm 704$  rpm と選手 A の方が 1500 rpm 程度少ない結果となった。この村松ほか(2015b)のデータは 16 ショット分のデータしか得られなかったことからこの選手の傾向を完全に示しているとは言い切れないとしているが、世界トップ選手はグランドスラムに出場するレベルの選手、全日本選手権で優勝するレベルの選手よりも、速いラケットスピードで、ラケット・ストリングスの反発性能の高い、スイートスポット付近でボールを捕らえる能力がより優れていると予想される。

バックハンドについても選手 A の打球スピードが選手 B よりも高い結果となった。回転数については、選手 A が約 950 rpm、選手 B は約 1200 rpm であった(表 2)。村上ほか(2018a)は打球のスピードと回転数の分布の違いがその選手の特徴と共通していることに言及している。打球スピードと回転数の関係からそれぞれの選手のバックハンドの特徴を考えると、選手 B はフォアハンドに回り込まずバックハンドを多めに用いながら(フォアハンド;バックハンド—選手 A:45 球;18 球, 選手 B:27 球;26 球), 打球スピードを落として安定させることを意識してラリーを展開していると考えられる。選手 A においては、バックハンドでも打球スピードを重視するといった特徴があると考えられる。

フォアハンドとバックハンドの違いについて、Genevois et al. (2016) はその著書の中で様々なレベルの選手においてフォアハンドの打球スピードはバックハンドと比較して約 10% 高い値を示していることに言及しており、Goodwill et al. (2007) は男子プロ選手の試合中のフォアハンドの回転数はバックハンドよりも多いという結果を明らかにしている。本研究で対象とした両選手においてもこれまでの研究と同様にバックハンドよりもフォアハンドの打球スピードの方が高く( $p < 0.01$ ), 回転数についてもフォアハンドの回転数はバックハンドよりも多いという結果であった( $p < 0.01$ )。女子を対象とした高橋ほか(2017)の研究では、選手によってはフォアハンドとバックハンドの打球スピードと回転数が同程度、もしくはバックハンドの方が高い値を示す選手が見られたとしているが、三橋ほか(2012)が指摘するようにレベルの高い選手の試合ではフォアハンドで強打するプレーが特徴的であり、本研究の結果のように男子選手においてはより顕著にフォアハンドでの強打というプレーが多く表れるのかもしれない。

## 2. ネット上の通過位置とインパクト位置について

フォアハンド・右サイド, フォアハンド・左サイド, バックハンドそれぞれのポジションにおける打球について、表 3, 4 の通り選手 A のネット上の通過位置(高さ)は選手 B よりも低い結果となった。選手 B の打球はネット上で約 180~200 cm の位置、つまりネットの約 2 倍の高さを通過しており、選手 A の打球は約 150 cm の高さを通過していた。

インパクト位置に関する結果について見ていくと、フォアハンド・右サイドにおいて選手 B は選手 A より側方に約 1 m 外側から打球しており( $p < 0.01$ ), バックハンドにおいては選手 A の方が選手 B よりも側方に約 1 m 外側から打球しているという結果になった( $p < 0.01$ )。イギリスの著名なコーチである Wheatley (online) は選手が戦術を理解する際には Right side player であるか, Left side player であるかを考慮すべきであると述べている。これは選手の得意な打球とその打球の前の組み立ての打球との組み合わせにより、コート右側からプレーするのが得意なのか, 左側からプレーするのが得意なのかを判断するものである。フォアハンド・右サイド, フォアハンド・左サイド, バックハンドそれぞれの打球数が、選手 A は 17 球, 21 球, 17 球, 選手 B は 11 球, 11 球, 22 球という結果から考えると両選手ともコート

の左サイドからの打球が多く、左サイドからのプレーが得意であると考えられるが、選手 A の方がより積極的にフォアハンドに回り込むケースが多く、バックハンドを打球する際にはコートの外側で打球することが多かったと考えられる。また、フォアハンド・左サイドにおいて選手 A は選手 B よりも高い打点で打球しており( $p < 0.05$ )、バックハンドについては、選手 B がベースライン付近で打球しているのに比べ選手 A はベースラインの内側約 1m の位置で打球していた( $p < 0.01$ )。これらの点からもコートの左サイドからのプレーでは選手 A が積極的なプレーを展開し、選手 B は守備的に高い軌道の打球を中心に使いながらプレーしていたと考えられる。加えて、選手 B がフォアハンド・右サイドにおいて、コートの外側から打球していたのは選手 A の攻撃的なプレー、特にフォアハンド・左サイドからのインサイドインやバックハンドのダウン・ザ・ラインの打球により、コートのより外側に追い出される状況が多かったという可能性が考えられる。

選手 A のそれぞれのポジションにおける打球のスピードと回転数は選手 B よりも高い値を示しており、打球のネット上の通過位置(高さ)とインパクト位置の結果とを合わせて考えると、選手 A は軌道の低い打球により攻撃的なプレーを展開していたと考えられる。シヨンボーン(2007)は現代のトップ選手のフォアハンドについて、低く、深く、速く打球していることに言及しており、そこで示されているデータと比較しても(打球スピード;回転数—110~135km/h;1000~3409rpm(平均 1842rpm))、選手 A はトップ選手と遜色ない質の高い打球(村上ほか, 2016)でプレーしていると考えられる。

また、選手間で差のみられなかったネット上の通過位置(サイド)について、インパクト位置(サイド)の結果と合わせて見ていくと、ストレート方向の打球であるフォアハンド・右サイドのダウン・ザ・ラインとフォアハンド・左サイドのインサイドイン、バックハンドのダウン・ザ・ラインにおいて、選手 A の打球は右に 222.2cm, 左に 126.0cm, 214.1cm のインパクト位置から、それぞれネット上の、右に 210.1cm, 左に 220.8cm, 324.7cm の位置を通過していた。選手 B のフォアハンド・右サイドのダウン・ザ・ラインの打球は右に 119.1cm のインパクト位置から、ネット上の右に 139.9cm の位置を通過していたが、フォアハンド・左サイドのインサイドインの打球数はゼロ、バックハンドのダウン・ザ・ラインについても 1 球のみであった。インパクト位置とネット上の通過位置の関係から考えると、選手 A のフォアハンド・右サイドのダウン・ザ・ラインは外側から内側への打球であり、選手 B の打球も含めたそれ以外のストレート方向の打球は内側から外側に飛球していた。選手 A の方がストレート方向への打球数が多く、ネットの通過位置とインパクト位置の差分が大きい、内側から外側に逃げていくような打球でプレーしていることから、選手 A の方がグラウンドストロークのラリーをより有利に進めていたと推察される。

### 3. 狙うコースによる打球データの特徴

表 3 の通り、選手 A においてはフォアハンド・右サイドで約 7km/h, フォアハンド・左サイドで約 13~15km/h とセンターへの打球はクロスコートとダウン・ザ・ラインへの打球よりもスピードが低かった。また、ネット上の通過位置についてもフォアハンド・左サイドのセンターへの打球が 170.4cm とやや軌道の高い返球が多かったと考えられるが、フォアハンド・右サイド、フォアハンド・左サイドの打球はコースに関わらず、平均してネット上の約 50cm の位置を通過していた。村上ほか(2018a)は男子学生選手を対象にしてボール出し機から出されたボールを打球するテストを行い、フォアハンドにおいてはダウン・ザ・ラインの打球に比べ、クロスコートへの打球スピードが高い傾向が見られたことを報告している。ネットの

高さやポジショニングの観点からダウン・ザ・ラインに打球する際にはそのリスクを留意する必要があるといわれているように(日本テニス協会, 2015), 本研究の選手 A よりも技術レベルの劣る学生選手においては, 練習マッチではない基礎的なボール出しの際にも, ダウン・ザ・ライン方向への打球時にはラケットスピードを落とすか, 回転をかけることにより打球スピードを落として打球していると考えられる. 本研究の選手 A は打球スピードも高く回転数の多い質の高いボールをコースの違いに関わらず, ネット上の通過位置もほとんど変えることなく同様に打球できており, グランドスラムに出場するような競技レベルの高い選手はダウン・ザ・ラインにコースを打ち分ける際にも, ロングアウトやサイドアウトといったエラーをせず高いスピードと軌道を維持しながら打球できると考えられる. このことからコースと打球スピードという観点からもグラウンドストロークの技術を評価できる可能性がある. しかしこれが世界トップの選手やグランドスラムに出場するような競技レベルの高い選手の多くに当てはまるものなのか, 選手 A のプレースタイルが特徴的なものなのかどうかを考慮しなくてはならない. 竹内(2014)は「安全域と危険域の両方を常に意識しながらプレーする」ことの重要性について述べており, 「ミスを減らして相手に重圧をかけ安全域外を狙わせる」という戦術についても言及している. 本研究の選手 A はクロスコート, ダウン・ザ・ラインと的確にコースを打ち分ける攻撃的なプレーにより, 選手 B の 3 本に対し 17 本と多くのウィナーによりポイントを重ねることができたと考えられるが, フォアハンド・右サイドで 11 球中 6 球(54.5%), フォアハンド・左サイドで 11 球中 8 球(72.7%), バックハンドで 22 球中 14 球(63.6%)とセンターへの返球の割合が高い選手 B の守備力が上回れば, 選手 A のアンフォーストエラーが増加し全く違う試合展開になっていた可能性も考えられる. 本研究ではコースの分類においてはインプレーとなった打球のデータしか扱っていないため, インプレーの打球の質が高く, 幅広くコントロールできていた選手 A の技術力の高さや優位な試合展開は容易に予想できるが, 実力が伯仲している場合にはエラー時の打球データやポイント結果についても考慮しながらより詳細に分析を進める必要があると考えられる.

#### 4.2 選手の打球データの特徴と評価の観点

ラケットスピードが高いことが打球スピードを高くまた回転数を多くできる条件であり, インパクト時のラケットスピードを高めるとともに目的に応じて適切に打球スピード, 回転数をグレーディングすることはボールコントロール能力(日本テニス協会, 2015)の重要な構成要素であると考えられる. そのボールコントロールの目的はオープンコート(日本テニス協会, 2015)をつくることであり, 打球のスピードが高ければ対戦相手の時間を奪い時間的オープンコートをつくることに繋がる. また, 相手がいないコースに配球するためには回転を適切にグレーディングすることも必要である. 加えて, そうした時間的・空間的オープンコートをつくる能力が高ければ逆を衝くという状況を作り出す, つまり戦術的オープンコートをつくることも容易になる. 本研究においては選手 A のフォアハンド・右サイド, フォアハンド・左サイド, バックハンドそれぞれのポジションにおける打球について, 選手 B よりも打球スピードが高かった( $p < 0.01$ ). 村上ほか(2018b)はゲーム時の打球スピードと回転数の関係について, セットを落とした時では打球スピードも回転数も低い打球が増えるといった, セットの取得時とは打球の分布に異なる傾向が見られたことを報告しており, 競技力の高い選手は, 守備的な場面においてもラケットスピードを落とさずに打球できることにも言及している. 「1. 打球スピードと回転数について」で述べた通り, 選手 A のフォアハンドにおいては, より速いラケットスピードで, ラケット・ストリングスの反発性能の高い, スイートスポット付近

でボールを捕らえる能力がより優れており、試合においても高いスピードの打球でグラウンドストロークのラリーを展開していたと考えられる。実際に「2. ネット上の通過位置とインパクト位置について」で述べたように、ネット上の通過位置とインパクト位置という打球の情報からも選手 A がコート幅を幅広く使った攻撃的なグラウンドストロークにより選手 B のコートにオープンコートをつくり出し、試合を優位に運んだと推察される。このようにフォアハンド、バックハンドそれぞれの打球スピードと回転数がどの程度であるか、ネット上の通過位置とインパクト位置、つまり打球の軌道やポジションはどうか、といった打球データの分析はオープンコートをつくるためのボールコントロール能力や、試合においてもその能力を発揮できているか、という観点からゲームを評価するものであると考えている。

次に打球スピードと回転数、ネット上の通過位置とインパクト位置という情報に加えて、フォアハンドとバックハンドを用いる割合についても考慮する必要がある。「2. ネット上の通過位置とインパクト位置について」で言及したように、選手 A の方がより積極的にフォアハンドに回り込むケースが多かった。Brabenec (2000) は多くの選手がコートの 65%をフォアハンドでカバーしていると述べており、Petersen and Nittinger (2008) もその著書の中で、トレーニングの指針としてバックハンドは手堅い補助的役割としてあるべきであり、60~70%はフォアハンドで打つように心がける必要があると述べている。どういったプレースタイルであるのか、得意なショットはどういったショットであるか考慮に入れながら、フォアハンドとバックハンドの割合も含めた打球データの分析を行う必要があると考えている。さらに、コースの打ち分けについて、「3. 狙うコースによる打球データの特徴」の通り、本研究の選手 A はクロスコートとダウン・ザ・ラインに打ち分ける際、高いスピードで回転数の多い質の高いボールを、ネット上の通過位置もほとんど変えずに打球できていたことが明らかとなった。コースによって打球のスピードや回転数、軌道が変化しないということもグラウンドストロークの技術の評価に繋がる可能性がある。

## 5. 本研究の限界と今後の課題

本研究で得られたのは実際のトーナメントではない練習マッチの 2 セット分の打球データであり、2 セットとも 4 ゲーム差がついた「圧倒型」セット(高橋, 2012)でのセット取得であったことからデータ数は少ないといえるが、競技力の高い選手の打球に関する具体的な数値を示したという点においては選手やコーチに有用な情報となり得る。特に、本研究の選手 A はクロスコートとダウン・ザ・ラインに打ち分ける際、高いスピードを維持しながら、ネット上の通過位置もほとんど変えずに打球できていたことが明らかとなった。しかし、これがレベルの高い選手に共通する能力なのか、この選手の特性なのかは明らかでない。コートのどのポジションから、どのコースに、どういった打球スピードと回転数で、どのような軌道で打てば攻撃的なボールになるのか、またはミスをしないで正確に打つことができるのか、こうした打球の打ち分けについて、より多くの選手のデータを収集することで、明らかにしていくことが望まれる。

## V. 結論

練習マッチに勝利した選手 A において、フォアハンド・右サイド、フォアハンド・左サイド、バックハンドの打球スピードは選手 B よりも高い値を示した。特にフォアハンドについて、選手 A の方がより速いラケットスピードで、ラケット・ストリングスの反発性能の高い、スイートスポット付近でボールを捕らえる能力が優れていると考えられる。またネット上の通過位置とインパクト位置についてみていくと、選手 A は軌道

の低い打球で攻撃的なプレーを展開しており、クロスコートとダウン・ザ・ラインに打ち分ける際にもコースの違いに関わらず高いスピードを維持しながら打球できていた。こうした打球スピードや回転数といった打球の質に関する情報とネット上の通過位置やインパクト位置という軌道やポジションに関する情報を合わせた打球データの分析は、オープンコートをつくるためのボールコントロール能力や、試合においてもその能力を発揮できているか、という観点からゲームを評価するものであり、コーチや選手の質的な分析を補助するようなデータを提供できるものと考えられる。

## 文献

- ・ Brabenec, J. (2000) Why the forehand is a key stroke? ITF Coaching and Sport Science Review, 21: 11-12.
- ・ Genevois, C., Reid, M. and Crespo, M. (2016) THE FOREHAND SHOT IN TENNIS Performance factors: Functional analysis and practical implications. International Tennis Federation, pp. 10-11.
- ・ 堀内昌一(2012)テニス丸ごと一冊戦略と戦術<1>戦術を考えるために必要な基礎知識. ベースボール・マガジン社:東京. pp.63-98.
- ・ 村上俊祐・高橋仁大・村松憲・佐藤文平・佐藤雅幸・小屋菜穂子・北村哲・前田明(2016)ボール挙動測定器を用いたテニスのサービスのボール速度とボール回転数の解析の可能性. スポーツパフォーマンス研究, 8:361-374.
- ・ 村上俊祐・北村哲・前田明・高橋仁大(2018a)テニスのフォアハンドストロークにおけるボールの速度と回転数に基づく評価法の検討. テニスの科学, 26:13-19.
- ・ 村上俊祐・北村哲・高橋仁大(2018b)テニス選手のゲーム状況における打球評価の可能性—大学生テニス選手のフォアハンドストロークの速度と回転数を基に—. スポーツパフォーマンス研究, 10: 83-100.
- ・ 村松憲・高橋仁大・梅林薫(2015a)世界トップクラステニス選手のサービスにおける速度と回転量の関係について. テニスの科学, 23:1-7.
- ・ 村松憲・高橋仁大・梅林薫(2015b)世界トップクラステニス選手のフォアハンドストロークにおける速度と回転量の関係について. スポーツパフォーマンス研究, 7:292-299.
- ・ 日本テニス協会編(2015)新版テニス指導教本 . 大修館書店:東京. pp.140-143.
- ・ Petersen, C. and Nittinger, N.:別府諸兄監訳(2008)テニスパフォーマンスのための実践トレーニングガイド. 有限会社ナップ:東京. pp. 147-161.
- ・ Sato, B., Watanuki, R., Kashiwagi, Y. and Funato, K. (2017) Ball velocity and spin at the impact of tennis serves: Reliability of a ball motion measurement instrument (TRACKMAN). ITF Coaching and Sport Science Review, 73 (25): 24-26.
- ・ ショーンボーン:日本テニス協会監訳(2007)ショーンボーンのテニストレニング BOOK .大修館書店:東京. pp.80-81.
- ・ ショーンボーン(2015)ショーンボーン博士のテニスゼミナール. ベースボール・マガジン社:東京. pp.56-65.

- ・ 高橋仁大・西中間恵・北村哲(2012)パフォーマンスプロファイリングを用いたテニスのゲーム評価手法の検討(2)ーゲーム差とパフォーマンスの関係ー. テニスの科学, 20:86-87.
- ・ 高橋仁大・花木大樹・村上俊祐・三橋大輔・村松憲(2017)テニスのゲームにおける打球速度と回転数の実態ー国際大会の女子選手を対象としてー. テニスの科学, 25:158-159.
- ・ Wheatley, N. (online / [www.tennisplayer.net](http://www.tennisplayer.net)) Are You a Right Side or Left Side Player? [https://www.tennisplayer.net/public/strategy/nick\\_wheatley/marginal\\_gains\\_part\\_2/](https://www.tennisplayer.net/public/strategy/nick_wheatley/marginal_gains_part_2/)(参照日 2020年7月9日)
- ・ 竹内映二(2014)テニス上達の方程式. ベースボールマガジン社:東京. pp. 153-157.