

ラケットとボール・コントロール

川副 嘉彦

Racket and Ball Control

【テニスラケットの性能】

ラケット(Racket)に求められる基本的な性能は、パワー(Power)、コントロール(Control)、打球感(Feel)と一般にいられている。またこれらの他に、「玉離れが良い」、「ホールド感がある」、「面の安定性が良い」など、微妙な性能の違いを評価する表現がいろいろある。一方、テニス肘をはじめとする障害と用具の問題がある。肘の痛みの原因は複雑であり、ほとんど未解明であるが、テニス肘になりやすいラケットが存在することは、多くのプレイヤーが経験的に認めている。

打球面のラージサイズ化とラケットの軽量化によりラケットの操作性がよくなってパワーは十分な性能に達している。ボールとラケットの反発係数は、ラケット面の中心から大きく外れた打撃領域を除くと 0.8 程度であり、反発力係数(静止ラケットにボールを衝突させたときの跳ね返り速度の割合)は 0.4 程度である。ラケットを振らなくてもボールは 40%の速度で跳ね返る。ラケットの重量は、ストリングを張った状態で 220~370 g, ラケット面サイズは 90~ 120 inch² (面サイズはインチで表示される) までであるが、ほとんどのラケットの面中心に換算した重量は 180 g 程度である[1]。

【スピンのメカニズム】

テニス(Tennis)はコート内にボールをコントロールするスポーツであり、ボール・コントロールにはボールにスピン(Spin)を与えることが最も重要である。十分なスピんがかかると、強打してもボールがコート内に収まり、バウンドしたボールは鋭く弾んで伸びてくる。

打球面のラージサイズ化と軽量化により、ラケットの操作性がよくなるとともに一般プレイヤーでもトップスピン打法が一般的になり、ラケットのスピン性能に関心が集まる一方で、ラケットやストリング(Strings)の種類とスピン性能の関係は複雑であり、長い間ほとんど謎であった。ストリングは数百種類も市販されているが、その種類・材料・テンション(初張力)・ゲージ(素線直径)がどのようにスピんに影響するかは古くからの関心事であり、ストリングの摩擦が大きいほどスピんがかかるという仮説に基づいて、ヘッドを固定したラケットにボールを斜めに衝突させたときのスピん量(時間当たりの回転数)の実験室での測定が重ねられてきたが、ラケットやストリングの違いによるスピんの違いは明確になかった。

高速ビデオ画像解析技術の進歩によって、ごく最近、トップスピン打撃におけるラケットのスピン性能のメカニズムが明らかになってきた。すなわち、ストリングの摩擦が大きいほどスピんがかかるというのが従来の仮説であったが、これ

とは反対に，摩擦が小さいほど縦糸と横糸がお互いに滑ってボールがストリングに食いつきやすく，また縦糸が元に戻りやすいので横に伸びた縦糸が元に戻るときの復原力によりスピンのかかりやすい．新品のストリングほどスピンがかかりやすく，ストリングを張ってから時間が経過するほど縦糸と横糸の交差点にノッチ（溝）ができやすいため，スピンがかかりにくくなるが，ノッチ（溝）ができたストリングでも交差点を潤滑すると，スピン量が増すことがわかった．スピン量が増すとインパクトによる直接的な衝撃力も低減し，接触時間が長くなり，ラケットや手に伝わる衝撃振動も低減する．

コート上でのテスターによるトップスピン打撃における高速ビデオ画像解析結果によると，ストリングを張ってから1日3時間，1週間ほど使用したラケットの場合，新品のストリングと比べるとスピン量は平均40%低減する．しかし，すでに市販されている潤滑剤を塗るとスピン量は平均30%増し，接触時間は平均16%長くなる．直線的な打球速度は，スピンのエネルギーに食われるので，平均6%低減する．スピンがかかりやすいと，コントロール性とホールド感が増す．

なお，ストリング・テンション40ポンドと70ポンドのラケットのスピン量に大きな違いはなく，ストリングを緩く張る場合とは異なるメカニズムであり，緩く張ってもスピン量は増加しない．また，ストリングを張って時間が経過しても反発性能はほとんど落ちないことも最近では知られるようになってきた[2]．



図1 高速ビデオカメラ（毎秒1万コマ）で撮影したトップスピン

【ポリエステルが主流に】

ポリエステル・ガットは，硬くて接着が難しいためにモノフィラメントしかできず，張りにくく，弾力がなくて衝撃が大きいと長い間言われ続け，したがって市場に出回ることがなかった．しかし，ヨーロッパのジュニア選手がアンツーカーのコートで使い始め，トッププロになっても使い続けたことにより，飛び過ぎないというイメージもあって上級パワープレーヤーにも人気が出始め，ポリエステルを使用した選手の活躍で一気にメジャーになった．鋭いスピンの打球で知られている世界のトップ・ナダル選手が使用しているのは，スピン・ガットと呼ばれる表面の摩擦が大きいナイロン系ではなく，ポリエステルである．

米国ストリンガー協会機関誌掲載データによると，全米オープンでの世界ランク上位20位の男子選手の使用したストリングの種類は，1995年度では，天然シープ（ナチュラル）が69%，ナイロン系が26%であったが，2004年度には，天

然シープは 11%，ナイロン系 5%，ポリエステル（縦糸にポリエステルのハイブリッドを含む）84%であり，明らかにポリエステルが主流になっている．従来のストリングの設計概念が大きく転換する可能性がある[3].

【コントロールと面安定性】

コントロール性能は，ねらったところにボールを打てるという意味で使われる．実際のプレイにおけるラケットのコントロール性能には，ボールの回転（スピン）が関係し，ボールに適度なスピンを与えたときに，コントロールされた鋭いボールが相手の足下に飛んでいく．

図 2 は，ラケット面の長手軸から外れた横のオフセンター打撃において，ボールがストリング面に接触してから離れるまでにインパクトによりラケット面が傾く回転角度 θ を示す．ラケット面の先端側・横オフセンターでは回転しにくい，面の中心から根元側・横オフセンターでは，軽量型ラケットは接触時間 3/1000 秒間に 10 度傾く．ラケット面が傾くと，打撃後のボール速度 V_B の方向が意図した方向とずれることになる．面安定性という意味でのラケットのコントロール性は，軽量グリップライト型（グリップが軽い）より従来重量バランス型（グリップが重い）の方が良い[1].

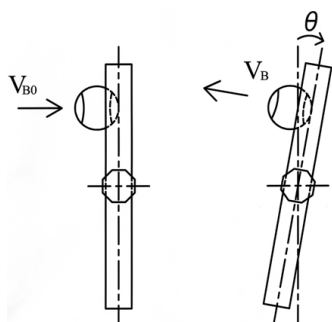


図 2 オフセンター打撃における面安定性

参考文献

- [1] 川副嘉彦「(特集:素材とスポーツ)」テニスラケットの素材・構造と性能『バイオメカニクス研究』第 7 巻 2 号, p.136-151, 2003.
- [2] 川副嘉彦・沖本賢次・沖本啓子「テニスラケットのスピン性能のメカニズム（ストリング交差点潤滑によるスピン性能向上の超高速ビデオ画像解析）」、『日本機械学会論文集』第 72 巻 718 号 C 編, p.1900-1907, 2006.
- [3] 川副嘉彦「世界のトッププロはなぜポリエステル・ガットを使うのか — ストリング潤滑ラケットとスパゲッティ・ラケットの超高速ビデオ画像解析からの考察 —」『テニスの科学』第 14 巻, p.18-19, 2006.