

テニス・ラケットとボールの反発特性

埼玉工業大学 川副嘉彦

1. はじめに

テニスラケットは1960年代前半までは木製で68 in² (平方インチ) のレギュラーサイズと決まっていたが、1967年にスチール製、1968年にアルミ製の金属ラケットが現れ、1974年には複合材のラケットが登場した。過去30年の間にラケットは大きく変わってきたが、1976年に現れた110 in² の「デカラケ」、1987年の「厚ラケ」、そして1995年の「長ラケ」は最も革新的なラケットだと言われている。

「デカラケ」は、打球面が広いラケットである。最近のラケットの打球面サイズは95 in² ~ 110 in² が主流である。「厚ラケ」は、フレームの幅を厚くして曲げ・ねじり剛性を高めたラケットである。最近では剛性をやや落としたラケットが主流である。木製ラケットの時代からラケットの全長は27インチ (約685 mm) で変わることはなかったが、約半インチ (約12~13 mm) 刻みで全長を長くしたラケットが市販されるようになり、「長ラケ」とよばれている。ただし、国際テニス連盟は、プロの試合では1997年の1月から、一般の試合では2000年の1月から全長29インチ (約735 mm) 以上のラケットの使用を禁止した¹⁾。現在は、フレームの重量、重量分布、剛性分布 (断面の形)、フェース面積と形状、ラケット全長などの異なる種々のラケットが市販されており、軽量化が著しい。ストリングスも太さや素材の異なるものが数多く市販されている。

2. テニスラケットとボールの反発特性のメカニズム

質量がほぼ等しい厚ラケと呼ばれる複合材製の高剛性ラケットと木製ラケットの反発係数 e_r を比較すると、厚ラケの反発係数はラケット面の先端側でもあまり低下せず、縦方向の中心線から横に大きく外れたオフセンターでも木製に比べて低下が少ない。厚ラケの反発係数が高いのはフレーム振動によるエネルギー損失が少ないことによる。

ボールの衝突前の速度に対する跳ね返り速度の割合を反発係数 e_r と区別して「反発力係数 e 」と呼ぶことにする。この実測値が反発性能の評価にメーカーなどでよく使われる。ラケット面の衝突位置における反発係数 e_r と衝突位置に換算したラケットの換算質量 m_r が大きいほど反発力係数 e は高い。ラケットを振らないでボールを当てただけのときに良く跳ね返るかどうかを示す。

ボールの飛び V_B は、相手の打球の速さ V_{Bo} と自分のラケット・ヘッドの速さ V_{Ro} 、およびラケットの反発力係数 e とで以下のように決まる。

$$V_B = V_{Bo} \cdot e + V_{Ro} (1 + e)$$

一般に反発力係数 e の高いラケットはヘッドの速さ V_{Ro} が遅く、 e の低いラケットは V_{Ro} が速くなる。

3. ラケットの種類はグラウンドストロークにおける反発特性にどう影響するか

フォアハンド・グラウンドストロークを想定して7種類のラケットでボールを打撃したときの反発特性の予測結果を図1~図4に示す。打点はラケット面中心から先端側に約75 mm 外れたオフセンターの位置とラケット面中心の2カ所について比較している。

図1は反発係数である。ラケット面中心でボールを打つ場合は、木製のラケットGが低いことを除けば、反発係数のラケットによる違いはあまりない。ラケット面の先端側では、ラケットC (100平方インチ、超軽量290 g、高剛性) が最も高い。

図2は、反発力係数である。ラケット面中心の打撃では、ラケットD（110平方インチ、剛性は普通、従来型重量バランス、365g）が最も高い。ラケット面先端側での打撃ではラケットF（120平方インチ、超軽量292g、剛性普通）が最も高い。

図3は、インパクト直前のラケット・ヘッド速度である。ラケット面中心でも先端側でも、ラケットCのヘッド速度が速く、最も振りやすいということになる。

図4は、打球速度すなわちボールの飛びである。ラケットFが全体的に最もボールの飛びがよい。

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。どのようなラケットがコントロール性能がよいかについてはほとんどわかっていない。ただし、打球が速いほどコントロールは難しいと一般には言われている。

軽量ラケットはグリップ部が軽く、グリップ部の軽いラケットほど手に伝わる振動は大きい。最もボールの飛びの良いラケットFはラケット面根元側での打撃において手に伝わる衝撃振動が著しく大きい。ハードヒッターは敬遠すべきラケットであろう。

「長ラケ」については比較の対象にしなかったが、現時点ではいくつかの本質的な欠点がある。ボールの飛びに関しては改善策があるが、打球感のチェックが必要であろう。最近はストリングスも多くの種類が市販されるようになったが、反発特性に関しては限界に近いくらい高い値にすでに達している。

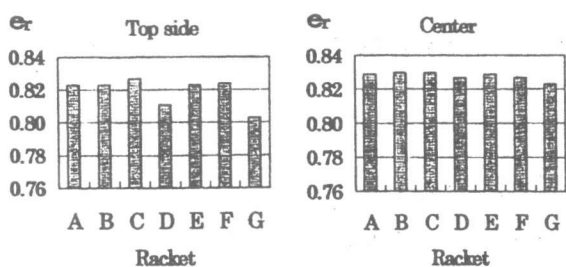


図1 ラケットのタイプと反発係数 e_r
(ラケット面先端側と中心での打撃)

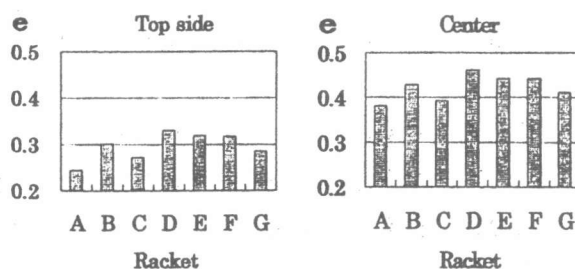


図2 ラケットのタイプと反発力係数 e
(ラケット面先端側と中心での打撃)

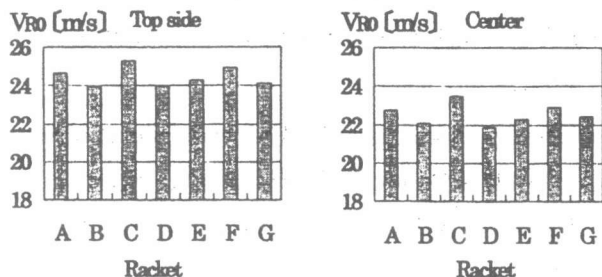


図3 ラケットのタイプとヘッド速度 V_{R0}
(ラケット面先端側と中心での打撃)

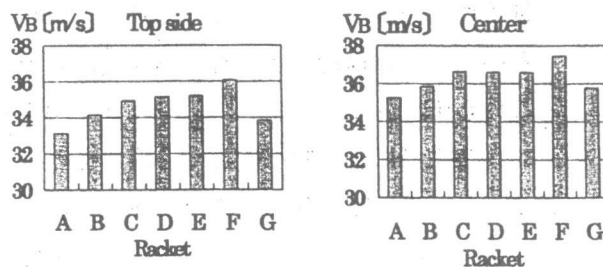


図4 ラケットのタイプとボールの飛び V_B
(ラケット面先端側と中心での打撃)

4. おわりに

最近の軽量ラケットのボールの飛びに関する性能向上には、軽量化によるスイング速度の増大が最も寄与している。一方、スイングあるいは打球が速いほどコントロールが難しいと言われている。さらにラケットの機能と技術の向上により打球が速くなると、インパクト時の衝撃が大きくなり、プレー頻度の高いプレーヤーにテニス肘や手首・肩の障害を持つ人が多くなったとも言われている。これまで最重要視されてきた反発特性を多少犠牲にすることにより今後は広い意味の性能バランスのとれたラケットへと改善されていくことが予想される。(文献省略)