

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

川副嘉彦（埼玉工業大学）

【1. ポリエステルが主流に】

ポリエステル・ガットは、硬くて他のファイバーと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、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ようである。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・ガットではなく、ポリエステルである。

全米オープンでの世界ランク上位20位の選手の使用したストリングの種類は、表1に示すように、男子1995年度ではデータ数16のうち、天然シープ（ナチュラル）11（69%）、マルチナイロン2（13%）、モノナイロン2（13%）、ポリエステル0（0%）、ハイブリッド（縦糸ポリエステル横糸その他）1（6%）であった。それが、2004年度には、データ数19のうち、天然シープ（ナチュラル）2（11%）、マルチナイロン1（5%）、モノナイロン0（0%）、ポリエステル9（47%）、ハイブリッド（縦糸ポリエステル横糸その他）7（37%）（ポリエステルとハイブリッドを足すと84%）に変化し、さらに2005年度には、データ数20のうち、ポリエステル11名（55%）、ハイブリッド（縦糸ポリエステル横糸その他）6（30%）（ポリエステルとハイブリッドを足すと85%）であり、明らかにポリエステルが主流になっている。女子のトップ20でも、男子に少し遅れて着実に毎年ポリエステル使用選手が増えており、2004年度からポリエステルが主流になった（USRSA機関誌掲載データを一木公央氏が整理）。

本研究では、ポリエステルが主流になった理由を物理現象としての視点から考察する。スパゲッティ・ラケットとストリング潤滑ラケットのスピン拳動の超高速ビデオ画像解析から、ポリエステル・ガットは、耐久性に優れているだけではなく、従来の世間の常識とは相反して、スピン性能が優れているためにボールの飛びが抑えられ、コントロール性に優れており、衝撃振動も少ないことを示す。

	データ数	ナチュラル	マルチナイロン	モノナイロン	ポリエステル	ハイブリッド (縦糸ポリエステル)
1995	16	11	2	2	-	1
1996*	20	14	1	2	1	1
1997*	20	15	1	1	3	-
1999	18	12	0	1	4	1
2002	18	8	1	-	7	2
2004	19	2	1	-	9	7
2005	20				11	6

*は年ランキング20. USRSA機関誌データ

表1 全米オープンでの世界ランク上位20位選手のガットの種類 (men)

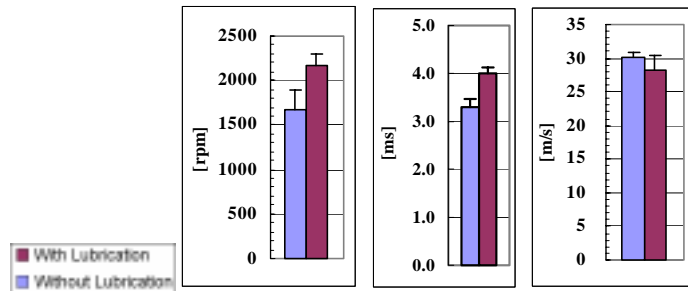
【2. ストリング潤滑によるラケットのトップスピン性能向上】

図1は、インパクトを真後ろから1万コマ/秒で撮影した高速ビデオカメラ画像の代表的なフレームである。ストリングの摩擦が大きいほどスピンのかかるという従来の仮説とは反対に、摩擦が小さくて縦糸と横糸がお互いにすべって交差点がずれ、縦糸が横に伸びて戻るときの復原力によりスピン量が増す。ストリングス交差点を潤滑すると、ボールにスピンがかかりやすくなる。スピン量が増すと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。図2は、(a) ストリングを離れた直後のボールのスピン速度、(b) ボールとストリングスの接触時間、および (c) ストリングスを離れた直後のボールの打球速度について、ストリングの交差点を潤滑した場合と通常のストリングスとを比較したものである。ストリングは、ナイロン製を50ポンドで張り、1日3時間、1週間使用した後に実験し、3回の試行の平均値と標準誤差を示している。潤滑した場合のスピン量は30%増し、

接触時間は 16% 長くなり 打球速度は 6% 低減する[1]-[4]。ストリングを張って時間が経過すると、一般にストリングの交差点にノッチ（溝）ができて、インパクトにおいて縦糸と横糸が滑りにくくなり、縦糸が横にずれにくく、ずれても戻りにくくなり、スピン性能が低下する。ストリング交差点を潤滑すると、縦糸が横にズレやすく、ボールがストリングスに食い込みやすく、スピンの掛かりやすさと、コントロール性とホールド感が増す。図3は、天然ガットとシンセティック・ガットをそれぞれ40ポンドと70ポンドで張ったストリングスとパゲッティ・ストリングスのスピン量の比較である。プラスチックのチューブを使って摩擦を減らしてストリングを滑りやすくしたスパゲッティ・ストリングは通常のストリングスの2倍近くのスピンがかかる[5]。

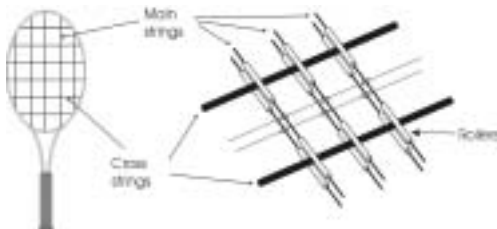


図1 スピンのメカニズム:ストリングの縦糸と横糸が滑りやすく、縦糸が横にずれやすいほどボールの食いつきが良く、横方向の復原力によりスピンがかかる。



(a) 回転速度 ω (b)接触時間 T_c (c) 打球速度 V_B

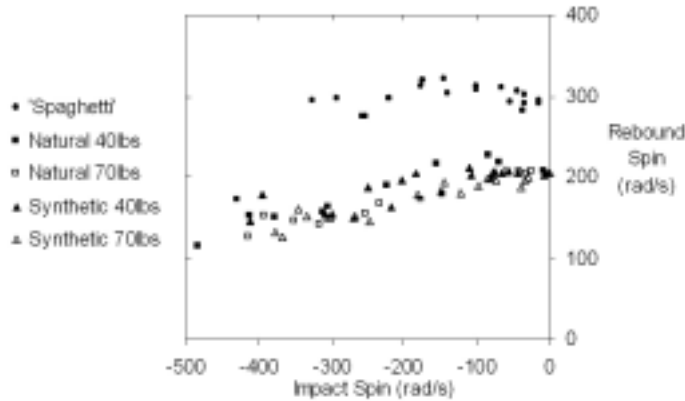
図2 ストリング潤滑によるスピン性能の向上



(a) 実験に使用されたスパゲッティ・ストリング・ラケットの構造



(b) 写真.



(c) 衝突前のボール回転速度に対する衝突後の回転速度(ヘッドを固定した斜め衝突実験)

図3 天然ガットとシンセティック・ガット(40ポンドと70ポンド)とパゲッティ・ストリングスのスピン量の比較:プラスチックのチューブを使って摩擦を減らしてストリングを滑りやすくしたスパゲッティ・ストリングは通常のストリングスの2倍近くのスピンがかかる。(Reprinted by permission of Goodwill, S. & Haake, S. & Int. Sport Eng. Assoc. & ITF)

【3. 結論:ストリングの摩擦が少ないほどスピンがかかる】

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より、摩擦が少ないポリエステルのようなストリングの方が、スピンが掛かりやすい可能性がある。すでに、ナイロン系に代わってポリエステル系が主流になっており、ハイブリッドを含めると、世界のほとんどのトッププロがポリエステル系を使用している。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。(文献省略)