

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 19 日現在

機関番号：13801

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24650384

研究課題名(和文)卓球サービスの球威を探る：ボールの回転と打球フォームに着目して

研究課題名(英文) Exploration of the effectiveness of services in table tennis: Focusing on the rotation of the ball and the swing

研究代表者

吉田 和人 (Yoshida, Kazuto)

静岡大学・教育学部・教授

研究者番号：80191576

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、卓球サービスについて、ボールの回転と打球フォームに着目することにより、球威を決定する要素を検討した。具体的には、世界レベル、日本レベル、日本地方レベルの各大会を対象に、サービス回転数、サービス動作、ラリー中の打球回数などの分析を行った。その結果から、卓球サービスの回転に関する威力の大小は、単なるボール回転数の大小によって決定されるのではなく、回転調節時におけるフェイント動作の巧拙などとも関連していることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to explore the effectiveness of table tennis services in real matches of competitions, focusing on the rotation of the ball and the swing. In particular, the rotation speed of service balls (rotations per second: rps), the swing motion of services, and the number of shots played per rally (the sum of a correct service and correct returns) were measured in competitions at three different levels: world, Japanese, and local. From the results, it was suggested that the effectiveness of table tennis services was determined not only by the magnitude of the rotation speeds, but also by the degrees of skill of feint motion when making different spins on the service ball.

研究分野：スポーツバイオメカニクス

キーワード：卓球 サービス 球威 ボールの回転 打球フォーム ラリー中の打球回数 サービスエース

1. 研究開始当初の背景

卓球のラリーでは、相手打球の回転の影響を強く受ける。実際、世界トップレベルの選手でさえ、回転に対応できないことにより返球の方向をコントロールできずに失点する場面が頻繁に観察される。

卓球のボールの回転には、速度やコースと異なり、肉眼では十分に観察できないという特徴がある。これを明らかにするべく、これまで卓球選手の打球の回転数の測定に着手した研究はいくつかみられる。これらの多くでは、配球用ロボットなどから発射されるボールを打ち返す場面を主な測定対象とし、打法や選手の競技レベルがボールの回転数にどのように影響しているかを明らかにしている(葛西, 1993; Wu et al., 1992; Xie et al., 2002)。また、サービス時のボールの回転数を測定した研究もある(Lee and Xie, 2004a)。この研究では、回転方向や打球サイドなどを指定したサービス球種におけるボールの回転数を明らかにし、それらを球種間で比較している。しかし、以上で挙げた研究は実験環境による検証のため、ゲームの戦略的要因からなる実際の試合におけるボールの回転数や、回転数の頻度分布を明らかにするには至っていない。

実際に卓球の国際大会を測定対象とした研究はいくつかみられるが(Kusubori et al., 2012; Lee and Xie, 2004b; Wang et al., 2008; 吉田ほか, 1991, 1993)、選手が繰り出す打球の回転数を測定した研究は、Wang et al. (2008)に限られる(2007年女子ワールドカップ)。しかし、この研究では世界トップレベルの中国選手3名のみが対象となり、それぞれ2本(3名の中の1名は1本だったため、合計で5本)の下回転サービスの回転数を明らかにしたに過ぎない。

このように、実際の大会におけるボールの回転については、これまでのところほとんど明らかとなっていない。様々な競技レベルの大会でのボールの回転数を明らかにできれば、「ボールの回転の影響を強く受ける」という従来からの指摘について、その実際の解明が大きく進むことになる。

2. 研究の目的

本研究では、ボールの回転が特に重要とされている卓球サービスに関して、世界レベルから日本地方レベルまでの大会における試合を対象に、サービス回転数、サービス動作、ラリー内容などの分析を行った。そして、それらの結果から、球威を決定する要素を明らかにしようとした。

この研究により、「ボールの回転により球威を増す」ことが必要とされる場面の多い卓球について、ボールの回転からみた競技特性の解明が進むこと、新たな技術の創造のための有効な知見が得られることなどが期待できる。

3. 研究の方法

(1) 撮影方法

2012年度から2014年度の期間に開催された世界レベル、日本レベル、および日本地方レベルのそれぞれの大会における試合を対象に撮影を実施した。撮影については、1)卓球の競技特性を明らかにする研究のためのデータ収集が目的であること、2)観客の観戦や大会運営に支障をきたさないことなどを説明し、大会を主催、あるいは主管する組織より許可を得た。

1試合の撮影には、高速度カメラ(1000fps、あるいは1200fps)1台と標準スピードカメラ(30fps、あるいは60fps)2台を用いた。高速度カメラの撮影対象は、カメラに向かってプレーしている選手のサービスとした。高速度カメラには望遠レンズを取り付けて、ボールに刻印されている製造会社のマークの動きが分析できる映像を得られるようにした。2台の標準スピードカメラの中の1台では、サーバーの特定やラリー内容の観察ができる映像、別の1台では、サービス動作が分析できる映像を得られるようにした。

今回の撮影では、サービス1本ごとの高速度映像をパーソナルコンピュータに記録した後、次のサービスの撮影に備える手順を組んだ。そこで、頻繁に生じるサービスシーンに追いつくための対応として、コンピュータのデータ記録時間を次の方法により短縮した。1)画質は、ボールのマークの動きから回転数が測定できる程度とする。2)対象は、サービスの打球時点(あるいはその直後)からサーバーコートでのボールバウンド時点(あるいはその直前)までとする。

(2) 分析方法

サービスの回転数

サービスの回転数については、高速度カメラの映像において、サーバーの打球からサーバーコートでの第1バウンドまでの間に、ボールのマークが1回転する間のフレーム数を計測することにより算出した。なお、今回の測定では、1)観客席からの撮影であり、台に対するカメラの光軸を任意に設定できなかったこと、2)サービスの回転測定のために、複数の高速度カメラを同期して利用できなかったこと、3)競技フロアでの較正用の撮影ができなかったことなどから、撮影映像からサービスの回転方向を厳密に特定することはできなかった。計測されたサービスの回転数は20rps未満、20rps以上30rps未満、30rps以上40rps未満、40rps以上50rps未満、50rps以上60rps未満、60rps以上70rps未満、70rps以上、の7群のいずれかに振り分けられ、各回転数群のサービス数を特定した。

サービス動作

レシーバーの回転判別では、サーバーのラケットの動き、打球位置、上体のひねりの大きさ、ラケットハンドの肘の動き、フリーハ

ンドの動き、スタンス、ボールトスの高さなどの情報を用いていることが、これまでの研究により明らかとされている。今回の研究では主にこれらに着目し、レシーバーの回転判別の難度の観点から、分析対象選手のサービス動作について質的分析を行った。

ラリー内容

ラリー内容として、ラリー中の打球回数（正規のサービスと正規のリターンの合計数）を測定した。ラリー中の打球回数が1回の場合は、サービスを相手コートに返球できなかったことを示す（以下、サービスエース）。そして、サービスエースの中から、主な要因が回転の影響と判断されるものを抽出した（以下、回転によるサービスエース）。つまり、回転によるサービスエースには、コースやスピードに対応できなかったことが主要因のものと、強打などにおけるレシーバー自身のミスによるものは含まれていない。

その他、本研究の撮影映像では十分な分析が難しかった部分を補足するために、上記のからと同様な方法による分析を、関連研究での撮影映像を対象に行った。その主な内容は、1)世界卓球選手権横浜大会準々決勝戦におけるサービスの回転数、2)JOC エリートアカデミー選手の練習場面におけるサービス動作の質的分析、3)ロンドンオリンピックにおけるラリー中の打球回数、などであった。

4. 研究成果

(1) サービスの回転数

本研究で撮影された高速度映像から、今回、ボールの回転数が測定できたサービス数は2639本（全体の81.3%）、測定できなかったサービス数は607本（同18.7%）であった。サービスの回転数が測定できなかった原因は、422本が「回転軸の向きによって、あるいは、選手の陰に隠れるなどによって、ボールのマークが観察できない」、185本が「撮影映像内で、ボールが1回転しない」であった。後者の場合、1回転に要する時間が長いサービス、つまり回転数の小さいサービスの出現頻度が低くなる。今回のデータについては、回転数が測定された全サービスに対して、こうした場合が7.0%みられたことを前提に理解する必要があると言える。

回転数が明らかにされたサービスを競技レベルごとにみると、世界レベル男子が644本、女子が526本、日本レベル男子が617本、女子が527本、日本地方レベル男子が311本、女子が14本であった。日本地方レベル女子については、各年度1回開催される市民オープン大会を対象に、3年間にわたり撮影を実施したが、その大会への参加者が少なく、明らかにされたサービス数が少なかった。そこで、サービス回転数の多くのデータが得られた世界レベル男子・女子、日本レベル男子・女子、日本地方レベル男子の5つのカテゴリ

の大会について、サービス回転数の特徴を検討することとした。

サービス出現率の最も高かった回転数群は、男子では3つの競技レベルのいずれにおいても40rps以上50rps未満であった。女子では世界レベルで50rps以上60rps未満、日本レベルで30rps以上40rps未満と、競技レベルによって異なった。

サービス回転数の範囲は、世界レベル男子で13.6-70.6rps、女子で14.3-75.0rps、日本レベル男子で14.6-70.6rps、女子で12.6-80.0rps、日本地方レベル男子で10.4-66.7rpsであった。サービス回転数の最大値については、日本地方レベル男子が66.7rpsであり、今回の5つのカテゴリの大会の中で最も小さかったが、世界卓球選手権横浜大会準々決勝（男女各4試合）のサービス回転数の最大値である62.5rpsと比べると大きかった。

(2) サービスエースの回転数と動作

回転数が明らかにされた回転によるサービスエースの数と回転数の範囲は、世界レベル男子で86本と27.3-66.7rps、女子で41本と17.1-75.0rps、日本レベル男子で49本と19.0-63.2rps、女子で46本と14.0-75.0rps、日本地方レベル男子で43本と10.7-66.7rpsであった。このように、回転によるサービスエースは比較的広い回転域で発生しており、絶対的に高い回転域に集中するという事はなかった。卓球の競技現場では、回転数の大きいサービスを打ち出すことが、レシーバーの打球の方向を狂わせるために有効であると考えられている。しかし、今回の結果から、卓球の試合において回転によるサービスエースを獲得するためには、打ち出した直後のサービス回転数が絶対的に大きいことのみが重要なわけではないと考えられた。なお、世界レベル女子と日本レベル女子、日本地方レベル男子においては、回転によるサービスエースは全体的に広い回転域で発生している中、高い回転域で比較的多くみられた。これら3つのカテゴリの大会では、高い回転域でのサービスを放つことが、回転によるエースに繋がった可能性が示唆された。

回転によるサービスエースが発生した際のサービス動作については、大会場におけるカメラ設置位置の制限などから、十分な質的分析を行うには至らなかった。特に、「レシーバーにはどのように見えるか」の検討を厳密に行うことはできなかった。しかし、それぞれの試合の選手ごとに、回転によるサービスエース発生率の高いサービスがみられる場合があった。それらのサービスの中のいくつかには、レシーバーの誤った回転判別を誘発するための、優れたフェイント動作と思われるものが観察された。

(3) 卓球サービスの威力、今後の展望

サービスの回転数，回転によるサービスエースの回転数と動作の結果などから，卓球サービスの回転に関する威力の大小は，単なるボール回転数の大小によって決定されるのではなく，回転調節時におけるフェイント動作の巧拙などとも関連していることが示唆された．これらは，卓球の競技特性の解明に寄与するとともに，選手や指導者らにとって，強化指針の作成や実際の練習などにおける有益な情報となると考えられた．

今後，今回撮影された高速度映像においてボールが1回転していなかったために測定できなかったサービスの回転数を明らかにすることが，直近の課題である．さらに，今回の大会でみられたようなサービスエース発生率の高いサービスを対象に，レシーバーの誤判断を誘発する優れたフェイント動作について，サーバーの動き方とレシーバーへの動きの見せ方の2つの観点から，実験による詳細な検討を行いたいと考えている．

5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

吉田和人，山田耕司，玉城将，内藤久土，加賀勝，卓球のワールドクラスの試合におけるラリーの特徴-ラリー中の打球回数に着目して-，コーチング学研究，査読有，28-1，2014，65-74

吉田和人，山田耕司，玉城将，内藤久土，加賀勝，卓球におけるワールドクラス選手のサービスの回転数，体育学研究，査読有，59-1，2014，227-236

DOI:10.5432/jjpehss.13068

吉田和人，山田耕司，玉城将，池袋晴彦，加賀勝，科学的知見を援用した卓球におけるサービスの技術水準向上のための実践的研究：回転が異なる2種類のサービスを対象にして，スポーツ教育学研究，査読有，34-1，2014，33-44

DOI:10.7219/jjses.34.1_33

〔学会発表〕(計3件)

吉田和人，山田耕司，玉城将，加賀勝，競技レベルごとの卓球サービスの回転数，日本体育学会第66回大会，2015年8月25-27日，国土館大学世田谷キャンパス（東京都世田谷区）

吉田和人，玉城将，山田耕司，卓球競技のラリーの構造：卓球では，どのようなラリーが行われているのか？日本体育学会第64回大会，2013年8月28日，立命館大学びわこ・くさつキャンパス（滋賀県草津市）

吉田和人，玉城将，山田耕司，池袋晴彦，卓球サービスの技術的評価法の検討-JOCエリートアカデミーの選手を対象としたスポーツ科学サポートの実践から-，日本スポーツ教育学会第32回大会，2012年11月11日，中京大学名古屋キャンパス

（愛知県名古屋市）

〔図書〕(計1件)

吉田和人，ベースボールマガジン社，『科学的視点』でレベルアップ！』『中学部活応援マガジン 熱中！卓球部』，15，2013，77-84

〔産業財産権〕

出願状況（計0件）

取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等
なし

6．研究組織

(1)研究代表者

吉田和人（YOSHIDA, Kazuto）

静岡大学・教育学部・教授

研究者番号：80191576

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし