

## WTA トーナメントにおけるトップ 100 位選手の 2018 年サービスの傾向

村田宗紀

鹿屋体育大学

キーワード: 1st サービス, キープ率, 女子選手, 優位性, WTA ランキング

### 【要 旨】

テニスにおいてサーバーが優位であるということは多くの先行研究が支持しているが、一方で女子選手におけるサーバーの優位性は男子選手に比べて小さいことも指摘されている。そこで、本研究では WTA ランキング 100 位以内の女子選手のサービスのスタッツとパフォーマンスの関係を検討することを目的とした。WTA ランキング 100 位以内の選手のサービスに関する各スタッツとパフォーマンスの関係を比較した結果、1 試合あたりのダブルフォルトの数はキープ率と関係なく、1st サービスが入った際のポイント取得率がパフォーマンスに大きく影響していた。また、1 試合あたりのエース数は 1st サービスが入った際のポイント取得率と強い相関が認められた。これらの結果から、近年の WTA ランキングトップ 100 位の選手では、1st サービスを攻撃に結び付けることが重要であり、1st サービスでアドバンテージを獲得することを目的とし、ある程度のリスクを許容して強いサービスを選択していると推察される。また、エース数などは容易に測定できることから、本研究の結果は選手のサービスゲームの目標値を設定することにも有用であろう。

スポーツパフォーマンス研究, 10, 354-363, 2018 年, 受付日: 2018 年 11 月 2 日, 受理日: 2018 年 12 月 12 日

責任著者: 村田宗紀 〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町 1 mmurata@nifs-k.ac.jp

\* \* \* \* \*

## **Trends in the top 100 players' serves in the 2018 Women's Tennis Association tournaments**

Munenori Mutara

National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key words: first serve, service games won percentage, women tennis players, advantage,

Women's Tennis Association (WTA) rankings

### **[Abstract]**

The results of many published studies have supported the generalization that the

server is always has an advantage over the receiver in tennis, but some research has suggested that this advantage is less in women's than in men's tennis. However, the present study examined the relationship between service statistics and the performance of only women tennis players, specifically players who ranked in the top 100 in recent Women's Tennis Association (WTA) rankings. Analysis of the data suggested that the number of double faults per game was not related to the service games won percentage, but rather that the scoring rate on the first serve has a substantial effect on performance. Further, the number of aces served per game correlated strongly with the scoring rate on the first serve. These results suggest that, in these top women players, it was very important to have an offensive first serve in order to get an advantage, even though there are risks. Because the number of aces can be counted easily, the conclusions from the present study may suggest a useful target for players' serves.

## I 緒言

テニスでは1ゲームが終了するまで、一方の選手のサービスからポイントが開始される。そして、自身のサービスからポイントが始まるゲームを取得することを一般にサービスキープ(あるいはキープ)、相手のサービスからポイントが始まるゲームを取得することをサービスブレイク(あるいはブレイク)と表現する。佐藤ら(2003)は「多くのネット型スポーツの本質がラリーにあることにより、物理的にも、ルール上でもサービスの攻撃性を著しく削減されているなかにあり、テニスにおけるサービスの有利性は著しく高く、テニスの競技特性として顕著である」と述べている。また、多くのゲーム分析においても、サーバーの優位性は指摘されてきた(表, 1971; 足立, 1999; 出井ら, 2011; 岩月ら, 2011)。このように、テニスにおいてサーバーが優位であるということは、研究のみならず指導現場でも共通の認識であろう。以上のように、テニスではサービスゲームを交互に行うことを考慮すると、いかに自身のサービスゲームをキープし、相手のサービスゲームをブレイクするかが重要となる。

Magnus and Klaassen(1999)は、男子選手と女子選手のサービスにおけるポイント取得率を比較し、女子選手におけるサーバーの優位性は男子選手に比べて小さいと指摘している。先行研究で報告されている平均値を参照すると、男子選手は1st サービスが入った時に70-80%程度ポイントを取得し、2nd サービスでも40-60%程度ポイントを取得しているようである。一方、女子選手では1st サービスが入った時に60%程度ポイントを取得し、2nd サービスでは40-55%程度ポイントを取得しているようである(Magnus and Klaassen, 1999; Reid et al., 2016; Hizan et al., 2017)。このことから、2nd サービスでは男女ともにはっきりとサーバーが有利であるとは言えないだろう。さらに、女子選手では1st サービスにおいても平均で60%程度のポイント取得率であり、平均から離れている選手には50%近辺の選手も多いことが予想され、これらの選手ではむしろサービスを打つことが不利になっている可能性さえありうる。また、サービスによって優位性を獲得できている選手であっても、1st サービスでさえも男子選手に比べてアドバンテージが乏しい。このように、女子選手ではサービスの優位性の乏しさからブレイクの可能性が高く、その後のラリーで優位に立つことができるサービスを打つことは、大きなアドバンテージとなる可能性は十分に考えられる。

これまでに行われたゲーム分析に着目すると、サービスのスタッツに着目したものや(Hizan et al., 2017)、サービス以外の要素も含めて詳細に分析したもの(O'Donoghue and Ingram, 2010)、選手毎のパフォーマンスを標準化して選手の特徴を明らかにしたもの、選手間の比較を行うものなど(高橋・西中間, 2013; Takahashi et al., 2015)がある。しかし、これらの研究ではグランドスラムの4大会や、限られた数試合からデータを収集していることがほとんどである。しかし、Women's Tennis Association (WTA)が管轄するWTA ランキングは年間の獲得ポイントで争われることから、年間を通じたスタッツについて検討することや、スタッツとパフォーマンスを反映しているランキングとの関係といった、よりマクロな視点からみた知見を得ることも重要であろう。また、その分析内容に着目すると、サービスに関するスタッツの勝者と敗者の比較や(足立, 1999; 出井ら, 2011)、大会間やコートサーフェスの違いに着目してスタッツの変化を比較しているものが多い。これらの報告から得られる知見では、各サーフェスで結果としてどのスタッツが変化しているのか(例えばクレイコートではエースの数が減少する)、あるいは各文献で対象としているレベルの選手が、サービススピードなどをサーフェスに合わせてどのように変化させているかなどがわかるだろう。そして、これらの知見は勝敗を分けた要因を明らかにすることや、個別性の高さ

からサーフェスに合わせた戦略の立案などに示唆を与えることができる。一方で、各選手の通年のスタッツに基づいているわけではないことから、例えば WTA ランキングトップ 10 に入るためにはどの程度のサービスキープ率が必要であるかなどに答えることはできない。したがって、選手の年間を通じたサービスに関するスタッツと WTA ランキングの関係、あるいはスタッツ間関係を示すことは、トップ 10 位と 100 位付近でどのスタッツにどの程度の差が存在するのかなど、自身の現状と比較することでパフォーマンス向上をはかる具体的な目標値を定める指標となりうる。以上のことから、グランドスラムで本戦にストレートインできる目安となる、WTA ランキング 100 位以内の女子選手のサービスに関するスタッツと、WTA ランキングおよびスタッツ間関係を検討することを本研究の目的とする。

## II 方法

WTA ランキング、試合数、サービスエース数(エース数)、ダブルフォルト数、サービス時の総ポイント取得率(総ポイント取得率)、サービスキープ率(キープ率)、1st サービスが入った確率(1st 成功率)、1st サービスが入った際のポイント取得率(1st 取得率)、2nd サービスが入った際のポイント取得率(2nd 取得率)を WTA の公式ホームページから取得した(<http://www.wtatennis.com/stats>, 閲覧日 2018 年 10 月 31 日)。そして、WTA ランキングが 100 位内の選手のスタッツのみを抽出した。なお、WTA の公式ホームページに掲載されている情報は、下部大会である ITF トーナメントや各種大会の予選の結果などは含まないが、すべての選手が 12 試合以上行っていた。得られたスタッツから、1st サービスでポイントを取得した確率( $\%_{\text{won},1\text{st}}$ )と 2nd サービスでポイントを取得した確率( $\%_{\text{won},2\text{nd}}$ )を以下のように算出した。

$$\%_{\text{won},1\text{st}} = 1\text{st 成功率} \times 1\text{st 取得率} \quad 1$$

$$\%_{\text{won},2\text{nd}} = (1 - 1\text{st 成功率}) \times 2\text{nd 取得率} \quad 2$$

なお、 $\%_{\text{won},1\text{st}}$ と $\%_{\text{won},2\text{nd}}$ の合計は総ポイント取得率と一致する。また、エース数とダブルフォルト数は試合数で除すことで、1 試合あたりのエース数とダブルフォルト数にした。そして、各スタッツ間の相関関係を検討した。本研究では 2018 年度の主要大会の結果を網羅したデータを取得するため、データの取得は年間で最後の主要大会である WTA Finals が終了した直後(2018 年 10 月 31 日)とし、全ての相関係数はピアソンの積率相関分析によって算出した。なお、エース数は 1st サービスと 2nd サービスの合計値であると推察されるが、ホームページ上に定義は見当たらなかった。

## III 結果

図 1 は WTA ランキングとキープ率の関係を示したものである。個人によるばらつきはあるものの、WTA ランキングが高い選手はキープ率が高く( $R^2=0.34$ )、100 位付近では 60%程度、トップ 20 位では 70%程度のキープ率であった。

図 2 は総ポイント取得率とキープ率の関係を示したものである。総ポイント取得率とキープ率には非常に強い相関関係があり( $R^2=0.98$ )、総ポイント取得率が 50%程度ではキープ率が 50%程度、総ポイント取得率が 60%程度ではキープ率が 70%程度であった。

図 3 は総ポイント取得率と $\%_{\text{won},1\text{st}}$ および $\%_{\text{won},2\text{nd}}$ の関係を示したものである。総ポイント取得率が高い選手は両サービスでポイントを取得した確率が高く(1st:  $R^2=0.51$ , 2nd:  $R^2=0.20$ )、特に総ポ

イント取得率が高い選手ほど%(won,1st)が高かった。

図4は総ポイント取得率と1st取得率および2nd取得率の関係を示したものである。1st取得率および2nd取得率はともに総ポイント取得率にと相関関係が認められたが(1st:  $R^2=0.79$ , 2nd:  $R^2=0.55$ ), 1st取得率のほうが2nd取得率に比べて回帰直線の傾きが大きかった。

図5は総ポイント取得率と1st成功率の関係を示したものである。両変数間には相関関係が認められなかった。また、1st成功率は概ね50-70%程度に分布していた。

図6はダブルフォルト数とキープ率の関係を示したものである。両変数間の決定係数は小さかった。

図7はエース数とキープ率の関係を示したものである。エース数が多い選手はキープ率も高かった。また、エースが多い選手でも1試合あたりのエース数は平均8本に満たず、ほとんどの選手が6本以下であった。

図8はエース数と1st取得率および2nd取得率の関係を示したものである。1試合あたりのエース数が多い選手は、1st取得率が高いものの、2nd取得率は1試合あたりのエース数によらず概ね一定であった。

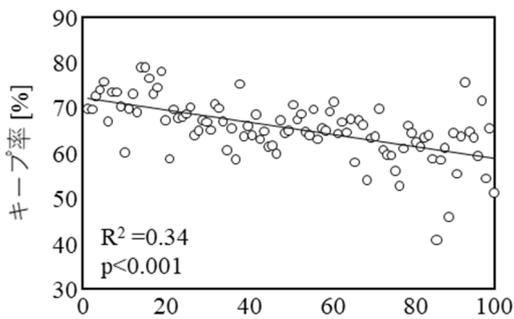


図1. WTA ランキングとキープ率の関係

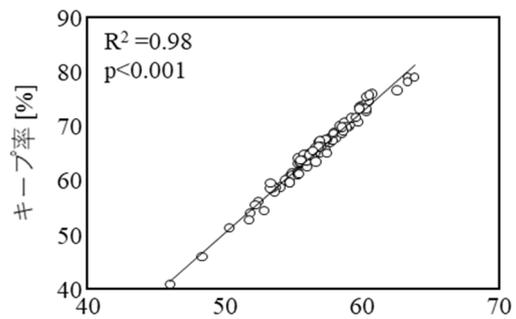


図2. 総ポイント取得率とキープ率の関係

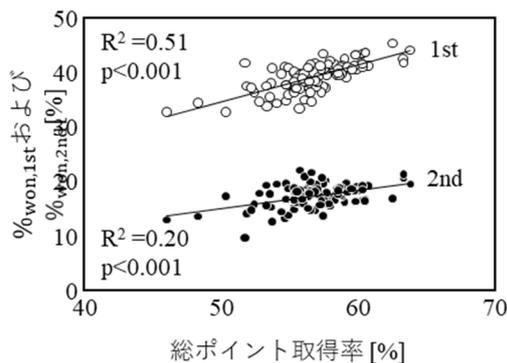


図3. %won,1st および %won, 2nd と総ポイント取得率の関係

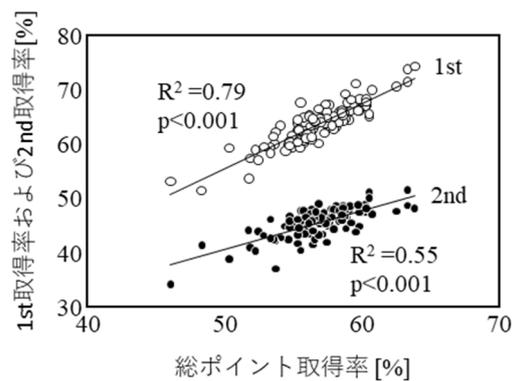


図4 1st 取得率および2nd 取得率と総ポイント取得率の関係

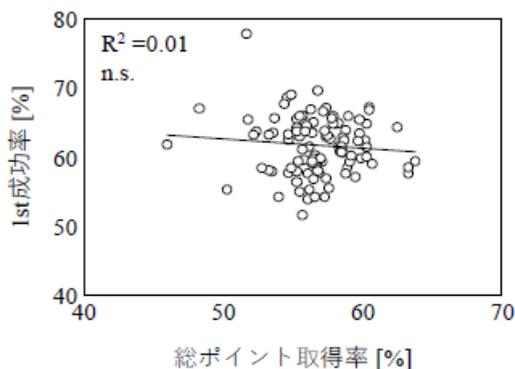


図 5. 総ポイント取得率と1st 成功率の関係

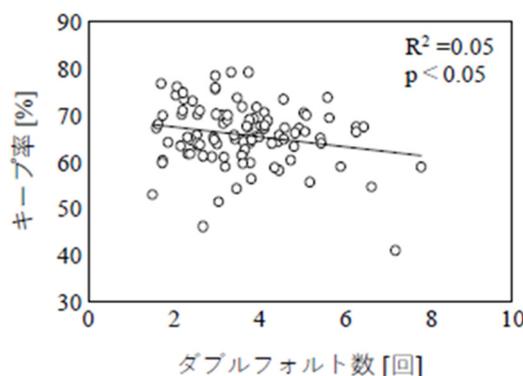


図 6. ダブルフォルト数とキープ率の関係

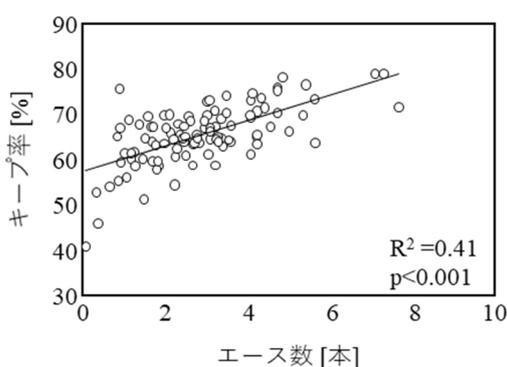


図 7. エース数とキープ率の関係

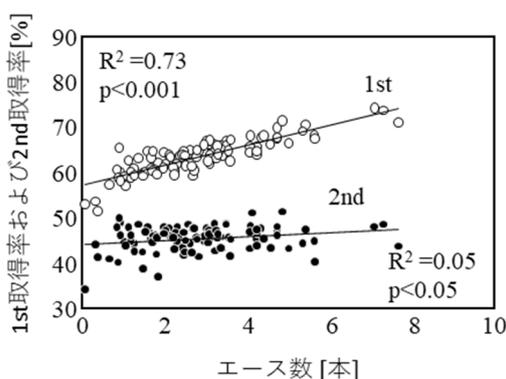


図 8. 1st 取得率および 2nd 取得率とエース数の関係

#### IV 考察

##### 1. WTA ランキングとキープ率の関係

WTA ランキングが高い選手はキープ率が高く(図 1), 妥当な結果ではあるがキープ率は総ポイント取得率と強い相関関係が認められた(図 2). テニスのポイントシステムでは 2 ポイント以上差をつけ, かつ 4 ポイント以上獲得することで 1 ゲームを獲得することができるため, テニスのポイントシステムは負の二項分布に従うことが知られている(鳥越, 2015). このことは, ゲームを取得する確率の差はポイントを取得する確率の差に比べて大きくなることを示している. 本研究のデータにおいても, 総ポイント取得率が 50%程度の場合にはキープ率も 50%程度であるが, 総ポイント取得率が 50%より大きい選手はキープ率が総ポイント取得率よりも大きくなっていった. また, 本研究では総ポイント取得率が 50%以下の選手がほとんどいなかったが, これらの選手は総ポイント取得率よりもキープ率が小さくなるだろう. 具体的な数字に着目すると, WTA ランキングトップ 100 位の選手はツアーレベルの大会で少なくとも 60%程度のキープ率が必要であり(図 1), 60%のキープ率を実現するには 55%程度の総ポイント取得率を達成する必要がある(図 2). テニスは対人競技であることから, 選手の実力差は結果に影響をおよぼすが, 本データは下部大会や予選の結果が除外されていることから, トップ 100 位の選手と 1000 位程度の選手の試合など, 実力差が著しいデータはほぼ除外されていると推察される. なお, 本研究で対象とした選手の中でもランキング下位の選手(例えば 90 位前後)は ITF トーナメントなどにも出場することがあるため, 仮に各選手の下部大会も含む全試合を集計すると, ランキングとキープ率の関係において, ランキング

下位者のキープ率が今回示したデータよりも高くなると予想される。

## 2. キープ率と 1st サービスおよび 2nd サービスのスタッツの関係

総ポイント取得率は $\%_{\text{won},1\text{st}}$ と $\%_{\text{won},2\text{nd}}$ の和であることからこれらの関係に着目すると、総ポイント取得率の高い選手は両サービスにおいてポイントを獲得した確率が高かった(図 3)。特に総ポイント取得率の高い選手と低い選手では $\%_{\text{won},1\text{st}}$ の差が大きかった。次に、総ポイント取得率と 1st 取得率および 2nd 取得率の関係に着目すると(図 4)、総ポイント取得率の高い選手は 1st 取得率および 2nd 取得率が高く、1st 取得率の方が 2nd 取得率に比べて強い相関関係があった。図 3 で示した $\%_{\text{won},1\text{st}}$ と $\%_{\text{won},2\text{nd}}$ は、それぞれ 1st 取得率と 1st 成功率もしくは 2nd 取得率と 2nd 成功率の積であり、一般に 2nd 成功率は 1st 成功率よりも高いことから、 $\%_{\text{won},1\text{st}}$ を大きくするためには、1st 取得率を大きく増加させる必要がある。そのため、 $\%_{\text{won},1\text{st}}$ に比べて 1st 取得率の方が総ポイント取得率と強い相関関係にあったと推察される。また、1st 成功率の大小はポイント総取得率と関係なかった(図 5)。このことは、たとえ 1st サービスが入らないポイントでも、そのうちの 40~50%は 2nd サービスでもポイントが取得できていたことに起因すると推察される(図 4)。一方で、これらの考察はあくまで全てのポイントをまとめて算出したデータに対するものであり、実際の試合では 2nd サービスが連続する状況も起こる。2nd 取得率は高くても 50%程度であることから(図 4)、前述のキープ率と総ポイント取得率の関係を考慮すると(図 2)、2nd が続く状況はブレイクの確率が格段に大きくなる。従って、このような状況をいかに避けるかがサーバーにとっては重要であろう。一方、リターナーの戦略に目を向けると、特に 1st 成功率が高い状況では、リターン時のポイント取得率は 50%に満たないことが多いと予想されるため、リターン時のポイント取得率が試合を通じて一定であれば、二項分布に従ってブレイクする可能性はさらに小さくなる。そのため、試合中にポイント取得率を変動させることで、一時的にポイントを取得できる確率が低いゲームが存在しても、集中的にポイントが取得できるゲームを作り出すことが重要となりうる。ただし、リターン時のポイント取得率が 50%に近いような場合は、なるべくポイント取得率を一定にすることが有効な戦略になりうると推察される。

## 3. エースおよびダブルフォルトとキープの関係

本節では、比較的集計が容易なスタッツである、エース数やダブルフォルト数とキープ率の関係に着目する。キープ率とダブルフォルトの数に着目すると(図 6)、キープ率によらずダブルフォルト数は概ね一定であった。2nd サービスになった時点で半分以上のポイントが奪われることから(2nd 取得率は高くても 50%程度であった(図 4))、ダブルフォルトによる失点が 2nd サービスにおける失点に占める割合が小さく、ダブルフォルト数そのものがキープ率に与えた影響が小さかったものと推察される。このことから、ダブルフォルトを犯すことよりも、それによってプレッシャーを感じて 1st 成功率が低下することや、成功率を重視して 1st サービスや 2nd サービスで弱いサービスを選択し、1st 取得率や 2nd 取得率が低下することが、結果としてキープ率の低下を招く要因であると推察される。ただし、本データは各選手の 1 試合あたりの平均値であり、個人内であればダブルフォルトが多い試合ほどキープ率は下がると予想されることには注意が必要である。また、本研究では選手ごとのセット数やゲーム数などの情報は収集できなかったことから、エース数やダブルフォルト数はあくまで 1 試合あたりであることにも注意が必要であ

る。

次に、エース数とキープ率の関係(図 7)およびエース数と 1st 取得率および 2nd 取得率の関係(図 8)に着目すると、エース数が多い選手はキープ率も 1st 取得率も高かった。ほとんどの選手が 1 試合あたりのエース数は 6 本に満たない数であり、1 試合をストレートで勝った場合でもサービスゲームは 6 回行うことから、女子の場合には各ゲームで 1 本以上エースによってポイントを取得する確率はかなり低い。つまり、サービスにおける総ポイント取得数に対するエースの割合はそれほど多くないと推察される。また、エース数との関係における決定係数はキープ率より 1st 取得率が大きいことから、エース数が多いことが重要であるというよりは、より強いサービスを打てる選手は 3 球目以降の攻撃機会が多くなり、結果としてキープ率が高かったと推察される。しかし、エース数の集計は容易であることから、指導上の具体的な目標設定やサービスゲームの好不調をはかる指標として有益であろう(例えば、直接的な関係ではないことに注意は必要であるが、図 1 と図 7 よりキープ率 70%を目指すなら 1 試合あたり 4 本エースが取れることを意識するなど)。

以上のことから、WTA ランキング 100 位以内の女子選手では、よりエースを奪える選手ほど 1st 取得率が高く、キープ率が高くなっていた。そこで、総ポイント取得率を構成する 4 変数(1st 成功率, 1st 取得率, 2nd 成功率, 2nd 取得率)の関係から、1st 取得率が高い事がキープ率を高める要因となりうることを詳細に検討する。式 1 と式 2 より総ポイント取得率は以下ようになる。

$$\text{総ポイント取得率} = 1\text{st 成功率} \times 1\text{st 取得率} + (1 - 1\text{st 成功率}) \times 2\text{nd 取得率} \quad 3$$

式 3 を変形すると、

$$\text{総ポイント取得率} = 1\text{st 成功率} \times (1\text{st 取得率} - 2\text{nd 取得率}) + 2\text{nd 取得率} \quad 4$$

となる。ここで、1st 取得率が  $\Delta 1\text{st 取得率}$  だけ増加したとすると、取得率の増加量( $\Delta$ 総ポイント取得率)は式 4 より

$$\Delta \text{総ポイント取得率} = \Delta 1\text{st 取得率} \times 1\text{st 成功率} \quad 5$$

である。一方、1st 成功率が  $\Delta 1\text{st 成功率}$  だけ増加したとすると、取得率の増加量は式 4 より

$$\Delta \text{総ポイント取得率} = (1\text{st 取得率} - 2\text{nd 取得率}) \times \Delta 1\text{st 成功率} \quad 6$$

となる。このとき、2nd 取得率が一定であると仮定し、 $\Delta 1\text{st 取得率}$  と  $\Delta 1\text{st 成功率}$  が同じであるなら、

$$(1\text{st 取得率} - 2\text{nd 取得率}) < 1\text{st 成功率} \quad 7$$

の場合は、1st 取得率が増加したほうが総ポイント取得率は大きくなる。なお、式中の  $\Delta$  は差分を表す。例えば 1st 成功率が 50% で 1st 取得率が 70%、2nd 取得率が 35% なら総取得率は 53% である。一方、1st 成功率が 70% で 1st 取得率が 50%、2nd 取得率が 35% なら総取得率は 46% に低下する。しかし、1st 成功率は自身のサービス技能によって変動できるが、1st 取得率は相手のリターン能力やその後のラリーに依存することから、確率の上げやすさが異なる点には留意しなければならない。本研究の結果では、1st 取得率が 60-70%、2nd 取得率は 45% 程度あることから、その差分は 15-25% 程度であろう(図 4)。一方、1st 成功率は 50-70% 程度であった(図 5)。そのため、式 7 より 1st 取得率を高めることの方が総ポイント取得率の増加に貢献するだろう。前節で示したように、1st 取得率は総ポイント取得率と強い相関があること、1st 成功率と総ポイント取得率には相関関係が認められないこと、1st 成功率が概ね 50-70% 程度であること、少なくとも 1 セットあたりに 1 本程度はダブルフォルトを犯していることなどからも、WTA ランキングが高い選手ほど 1st 成功率より 1st 取得率を高めることで総取得率を高めていることが多い

と推察される。そして、このことは 1st サービスの優位性が女子選手の試合においても重要であることを示唆している。おそらく、現在のトップ 100 位のサービスゲームではラリーのみで優位に立つことは難しく、1st サービスでアドバンテージを獲得することを目的とし、ある程度のリスクを許容して強いサービスを選択していると推察される。

## V 結論

本研究の目的は、WTA ランキング 100 位以内の選手のサービスのスタッツとパフォーマンスの関係を検討することであった。その結果、以下のことが明らかになった。

1. キープ率は 60-70%程度であり、WTA ランキングが高い選手ほどキープ率が高かった。
2. 1st 取得率が総ポイント取得率の増減に大きく影響していた。
3. 個人間で比較すると、1st 成功率の大小が総ポイント取得率に与える影響はほとんどなかった。
4. 個人間で比較すると、ダブルフォルト数がキープ率に与える影響はほとんどなかった。
5. エース数が多い選手はキープ率も 1st 取得率も高かった。

本研究の結果から、近年の WTA ランキングトップ 100 位の選手では、1st サービスを攻撃に結び付けることが重要であり、1st サービスでアドバンテージを獲得することを目的とし、ある程度のリスクを許容して強いサービスを選択していることを示唆する結果が得られた。ただし、本研究で収集したスタッツには ITF トーナメントなどの試合結果は含まれていないことや、個人内の変動は考慮されていないことには注意が必要であろう。また、本研究では、WTA ランキングとキープ率の関係や、スタッツ間の相関関係を示した。これらの情報は、不必要にダブルフォルトを恐れる必要がないことなど、サービス戦略の構築において有益であり、選手強化における具体的な数値目標を与える一助となるだろう。特に、エース数などは容易に測定できることから、例えば選手の課題克服の状況をモニタリングするなど、現場でも活用出来るだろう。

## 文献

- ・ 足立長彦 (1999) テニスの試合における勝敗に関する一考察：サーブの分析を中心として。武庫川女子大学紀要。人文・社会科学編, 47, 57-63.
- ・ 出井章雅, 今西平, 梅林薫 (2011) 男子テニス・シングルスにおけるサービスとレシーブからの得点獲得率に関する研究。身体運動文化論攷, 10, 83-94.
- ・ 岩月猛泰, 高橋正則, 渡部悟 (2011) 世界一流男子テニス選手におけるファーストサービスに着目したゲーム分析。桜門体育学研究, 45(2), 19-26.
- ・ Hizan, H., Whipp, P., Reid, M. (2017) Comparison of serve and serve return statistics of high performance male and female tennis players from different age-groups. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11(2), 365-375.
- ・ Magnus, J. R., Klaassen, F. J. (1999) On the advantage of serving first in a tennis set: four years at Wimbledon. *Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)*, 48(2), 247-256.

- ・ O'Donoghue, P., Ingram, B. (2001) A notational analysis of elite tennis strategy. *Journal of sports sciences*, 19(2), 107-115.
- ・ 表孟宏 (1971) 硬式テニスの研究 (3) —サービスの優位性についての分析的研究—, 松蔭女子学院大学・松蔭短期大学学術研究会研究紀要 人文科学・自然科学篇, 13, 1-34.
- ・ Reid, M., Morgan, S., Whiteside, D. (2016) Matchplay characteristics of Grand Slam tennis: implications for training and conditioning. *Journal of sports sciences*, 34(19), 1791-1798.
- ・ 佐藤陽治, 江口淳一, 岩嶋孝夫, 久保田秀明, 岩本淳, 梅林薫 (2003) 男子プロテニス選手におけるサーブ速度変化の戦術的効果に関する一考察. *学習院大学スポーツ・健康科学センター紀要*, 11, 1-26.
- ・ Takahashi, H., Murakami, S., Kitamura, T., Wada, T., Maeda, A. (2015) The Relationships between the Normative Performance Profiles and the Winning of Sets in Women's Singles Matches of Professional Tennis. *International Journal of Sport and Health Science*, 13, 35-42.
- ・ 高橋仁大, 西中間恵 (2013) テニスにおける Normative Performance Profiles を用いたゲーム評価の検討. *テニスの科学*, 21, 1-13.
- ・ 鳥越規央 (2015) スポーツを 10 倍楽しむ統計学 データで一変するスポーツ観戦. 第一版, 化学同人. pp.12-14.