

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 —

吉田和人¹⁾ 山田耕司²⁾ 玉城 将³⁾ 内藤久士⁴⁾ 加賀 勝⁵⁾**Characteristics of world-class rally in table tennis:
Focusing on the number of shots played per rally**Kazuto Yoshida¹⁾, Koshi Yamada²⁾, Sho Tamaki³⁾, Hisashi Naito⁴⁾ and Masaru Kaga⁵⁾**Abstract**

A notational analysis of 12,428 rallies in 149 singles matches at the London Olympic Games was conducted to clarify the characteristics of world-class rallies in table tennis. The number of shots played per rally, which was the sum of a correct service and correct returns, was measured. And the winning ratios of server and receiver were determined by the number of shots played per rally (Odd numbers indicate the server won the point, even numbers indicate the receiver won the point). The playing styles of the players were classified into all-round types and defensive types (chopper type), and the types of matches were classified into 3 by the combination of playing styles as: all-rounder vs. all-rounder (AA type), all-rounder vs. defensive (AD type) and defensive vs. defensive (DD type). The numbers of shots and the two ratios, and relations to both gender and type of match were considered. The DD type was excluded from this analysis because there were too few measured data. As a result, the mode of the number of shots for men and women was 3 each. The maximums for men and women were 38 and 60, respectively. The minimum for men and women were 0 each. The mean number of shots for women was significantly larger than that for men for AD type ($p < 0.01$), and that for AD type was significantly larger than that for AA type for both men ($p < 0.01$) and women ($p < 0.001$). The mean winning ratios for servers for both men and women for AA type and AD type were all at the same level at about 55%, which were significantly higher than those for receivers of about 45% ($p < 0.01$). Additionally, the evaluation criteria for the mean number of shots in a match, and those for the winning ratios of a server and a receiver were proposed. It was suggested that these results could be valuable for table tennis coaching.

Key words: table tennis, London Olympic Games, number of shots played per rally,

winning ratios of server and receiver, evaluation criteria, coaching

卓球, ロンドンオリンピック, ラリー中の打球回数, サーバーとレシーバーの得点率, 評価基準, コーチング

I. はじめに

卓球において, 1 ラリーにおける正規のサービス^{注1)}と正規のリターン^{注2)}の合計数(以下, 「ラリー中の打球回数」とする)は, ラリーの長短を表す評価値の 1

つとして用いられることがある. また, ラリーポイント制の卓球では, ラリー中の打球回数が奇数の場合はサーバーの得点, 偶数の場合はレシーバー^{注3)}の得点となるため, サーバーとレシーバーの得点率の算出に用いられることもある. このようなラリー中の打球回

1) 静岡大学教育学部

Faculty of Education, Shizuoka University

2) NPO 法人卓球交流会

Table Tennis Friendship Club

3) 慶応大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Technology, Keio University

4) 順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科

Graduate School of Health and Sports Science, Juntendo University

5) 岡山大学大学院教育学研究科

Graduate School of Education, Okayama University

数が利用される主な場面として、以下が挙げられる。

その1つは、ゲーム戦略を検討する場面である。卓球で得点するための戦略は、相手が返球できないように先に攻撃する先攻型と、相手よりも1本多く返球する耐久型の2つに大別できる。そのため、試合や練習における指導者から選手へのアドバイスには、「もっと早く攻める」、「もう少しねばる」など、これら2つに関連した内容が多い。ラリー中の打球回数は、こうしたアドバイスの論拠や、アドバイスによる作戦の変更の成否などを示すデータとなる。

もう1つは、新たな技術や用具の開発、あるいはルール変更などの影響によるラリーの特徴の変化から、強化すべき課題を明らかにする場面である。例えば、日本卓球協会発行の強化指導指針では、近年のラリーの傾向として、「サービス側が有利なスポーツだったが、バックハンドでの台上ドライブ・チキータ技術（以下、「チキータ技術」とする）の出現で五分五分かレシーブ側が有利な時代へと変化し続けている」と指摘されている（宮崎, 2012）。この指摘は、ラリー中の打球回数から検証できる。

さらなる1つは、卓球について、観戦者にとっての面白さを検討する場面である。Yuza et al. (1996) は、試合観戦者がどのような場面で興奮や感動するかについて、心拍数や血圧などの生理学的データの測定とアンケートによる主観的興奮度の調査を行っている。その結果、観戦者が試合に興奮や感動する要素の1つとして、「打ち合いが続くこと」を明らかにしている。このように、ラリー中の打球回数は、観戦者にとっての卓球の面白さを検討するデータの1つであると言える。

近年、実際の大会での試合を対象に卓球選手のラリーの特徴を分析し、強化のためのデータを得ることを目的とした様々な方法が開発されている（Malagoli Lanzoni et al., 2014；Tamaki et al., 2011；Zhang et al., 2010, 2014）。これらの中で、Tamaki et al. (2011) は、ラリー中の打球回数を主要なデータとしている。また、ロンドンオリンピックにおける日本ナショナルチームの強化サポートでは、ラリー中の打球回数を用いた試合分析が行われたことが報告されている（吉田, 2013）。さらに、日本卓球協会は現在、オリンピックでの方法を参考にして、ラリー中の打球回数に着目した試合分析のためのアプリケーションを開発し、多くの指導者に頒布する計画を進めている。これは、ラリーの実際に関する客観的情報をより積極的に用いる卓球の新しいコーチング法が、多くの指導者に広がる契機になると考えられる。

以上のように、ラリー中の打球回数は有用なデータであるにもかかわらず、これまでのところ、実際の大会を対象にそれを明らかにした研究（Takeuchi et al., 2002; 吉田ほか, 1991, 2009）は少ない。特に、チキータ技術が頻繁に使用されるようになった北京五輪前後（尾崎, 2012）以降では、吉田ほか（2009）による女子の11試合、12名分のデータがみられるに過ぎない。そのため、ラリー中の打球回数の測定結果は、数試合間での比較、指導者や選手の試合内容に関する主観的理解の確認などの利用に限定されてきた。卓球のコーチング実践において、ラリー中の打球回数に関する情報を一層効果的に利用するためには、多くの試合から、その分布などに関する基礎データを明らかにする必要があると考えられる。

そこで本研究の目的は、ロンドンオリンピックの卓球競技におけるシングルス試合を対象にラリー中の打球回数を測定し、ワールドクラスのラリーの特徴を明らかにすることとした。具体的には、競技現場で指摘されることが多いにもかかわらず十分な検討がなされていない卓球ラリーの特徴の男女差、および選手のプレースタイル（以下、「戦型」とする）による差に関する検証などを行った。また、卓球のラリーにおけるサーバーの有利性について検証した。さらに、ラリー中の打球回数による試合分析のための評価基準を作成した。これらは、目標とするプレーの設計や、客観的情報を用いたプレーの評価など、卓球のコーチング実践に役立つ知見になるものと期待される。

II. 方法

1. 対象

分析対象は、ロンドンオリンピックの個人戦および団体戦におけるシングルスの149試合（男子76試合、女子73試合）とした。表1には、試合カテゴリーごとの分析対象試合数を示す。これらの試合は、オリンピックでのシングルス全214試合の69.6%であった。149試合における総ラリー数（レットを除く）は12,449本であったが、21本のラリーが映像に収録されていなかったため、実際に分析したラリー数は12,428本（男子6,393本、女子6,035本）であった。分析した選手数は117名（男子60名、女子57名）であった。

2. 選手の戦型、試合タイプおよびラリータイプの分類

選手の戦型について、耐久型のゲーム戦略を特に多用する点が他と異なることが知られているカット型

表1 試合カテゴリーごとの分析対象試合数

試合カテゴリー	男子		女子	
	個人戦	団体戦	個人戦	団体戦
予選	1 (20.0)	-	0 (0)	-
第1ラウンド	4 (25.0)	-	6 (37.5)	-
第2ラウンド	5 (31.3)	-	4 (25.0)	-
ラウンド32	15 (93.8)	-	16 (100)	-
ラウンド16	8 (100)	14 (73.7)	8 (100)	15 (83.3)
準々決勝	4 (100)	12 (100)	4 (100)	8 (100)
準決勝	2 (100)	4 (80.0)	2 (100)	4 (100)
3位決定戦	1 (100)	3 (100)	1 (100)	2 (100)
決勝戦	1 (100)	2 (100)	1 (100)	2 (100)
合計	41 (64.1)	35 (85.4)	42 (65.6)	31 (91.1)
	76 (69.1)		73 (70.2)	
	149 (69.6)			

() の数値は、男女別の個人戦と団体戦それぞれの各カテゴリーにおけるシングルス全試合に対する分析対象試合の割合を示す。なお、団体戦については、シングルス、シングルス、ダブルス、シングルス、シングルの順に行われ、一方のチームが3試合勝った時点で勝敗が決定する方式であった。そのため、各団体戦のシングルスの試合数は、2から4試合の場合がみられた。

(以下、「ディフェンス型」とする)と、それ以外(以下、「オールラウンド型」とする)の2つに分類した(Takeuchi et al.^{註4)}, 2002)。ディフェンス型選手とオールラウンド型選手では使用する用具、多用する打法、およびプレー位置などが異なり、その分類は容易である。また、ディフェンス型選手の試合のラリー中の打球回数が他と比べ多い傾向にあることについては、競技現場では広く知られており、それを示唆する研究もいくつかみられる(吉田ほか, 1991; 油座ほか, 1982)。各戦型の分析対象選手数は、男女それぞれ多い方から順に、男子ではオールラウンド型が55名、ディフェンス型が5名、女子ではオールラウンド型が47名、ディフェンス型が10名であった。表2には、各戦型の分析対象選手数を国・地域別に示す。

試合タイプについて、2名の対戦選手の戦型の組み合わせから、(1)オールラウンド型選手同士の対戦(以下、「AAタイプ」とする)、(2)オールラウンド型選手とディフェンス型選手の対戦(以下、「ADタイプ」とする)、(3)ディフェンス型選手同士の対戦(以下、「DDタイプ」とする)の3つに分類した。試合タイプごとの分析対象試合数は、男女それぞれ多い方から順に、男子ではAAタイプが66試合、ADタイプが9試合、DDタイプが1試合、女子ではAAタイプが48試合、ADタイプが24試合、DDタイプが1試合であった。

ラリータイプについて、サービスからのラリーとレシーブ(対戦者のサービス)からのラリーの2つに分類した。

表2 各戦型の分析対象選手数(国・地域別)

人数	オールラウンド型		ディフェンス型	
	国・地域		国・地域	
男子	3名	カナダ, 中国, ドイツ, 香港, 日本, ポルトガル, ロシア		
	2名	オーストリア, ブラジル, クロアチア, エジプト, スペイン, イギリス, 韓国, ナイジェリア, シンガポール, スウェーデン		
	1名	オーストラリア, ベルギー, ベルラーシ, デンマーク, フランス, ギリシャ, ハンガリー, イラン, ラトビア, 北朝鮮, ルーマニア, スロベニア, チャイニーズタイペイ, トルコ	オーストリア, ギリシャ, ハンガリー, 韓国, 北朝鮮	
女子	3名	オーストリア, ブラジル, 中国, 日本, シンガポール		
	2名	オーストラリア, スペイン, ドイツ, 香港, 韓国, ポーランド, ルーマニア, チャイニーズタイペイ, アメリカ	フランス, 韓国	
	1名	カナダ, クロアチア, チェコ, イギリス, ハンガリー, イタリア, ルクセンブルク, メキシコ, オランダ, ナイジェリア, 北朝鮮, ロシア, トルコ, ウクライナ	ベルラーシ, イギリス, ドイツ, オランダ, ポーランド, 北朝鮮	

ディフェンス型(カット型)の選定では、日本卓球協会編(2012)による「カット型」および「カット」の定義を参考にした。

3. ラリー中の打球回数, ラリータイプ別の得点率

表3には, ラリー中の打球回数の内容と得点者を示す。ラリー中の打球回数の測定は, 人為的なミスが生じないように2名で行った。いずれの測定者にも, 他の測定結果を伝えなかった。2名の測定結果が異なったラリーについては, さらに新たな1名が測定した。このような手順により, 2名の測定結果が同じになることによってラリー中の打球回数を決定し, 各試合単位で平均打球回数(以下, 「試合ごとのラリー中の平均打球回数」とする)を算出した。男女別あるいは各試合タイプ男女別に分類した各群におけるラリー中の平均打球回数は, 試合ごとのラリー中の平均打球回数から算出した。男女別あるいは各試合タイプ男女別に分類した各群におけるラリータイプごとの平均得点率は, 各試合の選手ごとの得点率から算出した。

なお, ラケット型スポーツでは, そのラリーがどちらかの選手のエース(ウィナー)による得点であったのか, ミスによる得点であったのかを分析し, その結果を得点の帰結として, 選手を評価する際の重要項目とすることが多い(Hughes and Bartlett, 2002)。しかし, 卓球では, 球威の重要な要素の1つであるボールの回転が肉眼で十分に観察できないことなどから, 「ボールの回転を巧みに使ったエース」と「対戦者のミス」のように, エースかミスかの判断の難しいケースが頻出する。こうしたことから, 本研究では, この分析は行わないこととした。

4. 統計解析

全ラリー中の打球回数の分布について, 男女間での比較をカイ二乗検定により行った。両群間の分布に偏りがあることが認められた際, 残差分析を行った。

試合ごとのラリー中の平均打球回数, および選手ごとの各ラリータイプの得点率は, 各群(男女別・試合タイプ別)にて正規分布するものと仮定した。

ラリー中の平均打球回数の群間での比較は, 男女間, 試合タイプごとの男女間, 男女それぞれの試合タイプ間において, Leveneの等分散性の検定の後, 対応のない t 検定あるいはウェルチの t 検定により行った。

ラリータイプ間の平均得点率の比較は, 男女, あるいは各試合タイプの男女それぞれに, 対応のある t 検定により行った。サービスからのラリーにおける平均得点率の群間での比較は, 男女間, 試合タイプごとの男女間, 男女それぞれの試合タイプ間において, Leveneの等分散性の検定の後, 対応のない t 検定あるいはウェルチの t 検定により行った。なお, 「(100% - サービスからの得点率)」で定義できる「サービスからの失点率」は, 対戦相手のレシーブからの得点率に等しい。よって, レシーブからの平均得点率の群間比較は, サービスからの平均得点率の群間比較と同義であるため施行しなかった。サービスからの得点率とレシーブからの得点率の関係について, 全試合, AAタイプおよびADタイプのそれぞれにおいて, 全体, 男子および女子で各Pearsonの相関係数を求めた。相関係数算出では, 得点率データは勝者と敗者で1対1対応であり完全分離の問題が発生するため, 試合に勝った選手のみを対象とした。

試合ごとのラリー中の平均打球回数, および選手ごとの各ラリータイプの得点率に関するそれぞれの評価基準(5点法)は, Mean + 1.5SD, Mean \pm 0.5SD, Mean - 1.5SDを境界点とした。

全ての検定において, 危険率5%未満をもって有意

表3 ラリー中の打球回数の内容と得点者

ラリー中の打球回数	内容	得点者
0	サービスミス	レシーバー
1	サービスによる得点(レシーブミスも含む)	サーバー
2	レシーブによる得点(第3打球のミスも含む)	レシーバー
3	第3打球による得点(第4打球のミスも含む)	サーバー
4	第4打球による得点(第5打球のミスも含む)	レシーバー
5	第5打球による得点(第6打球のミスも含む)	サーバー
6	第6打球による得点(第7打球のミスも含む)	レシーバー
.	.	.
.	.	.

以降再帰的

ラリー中の打球回数: 1ラリーにおける正規のサービスと正規のリターン合計数

とし、検定の多重性はHolm法により調整した。統計処理はSPSS ver19.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL) を用いて施行した。なお、DDタイプについては、分析対象が男女それぞれ1試合と少なかったため、DDタイプ内における男女間やラリータイプ間、およびDDタイプとAAタイプやADタイプとの間の有意差検定はいずれも実施せず、評価基準も作成しなかった。

Ⅲ. 結果

1. ラリー中の打球回数

1) 全ラリーにおける打球回数の分布

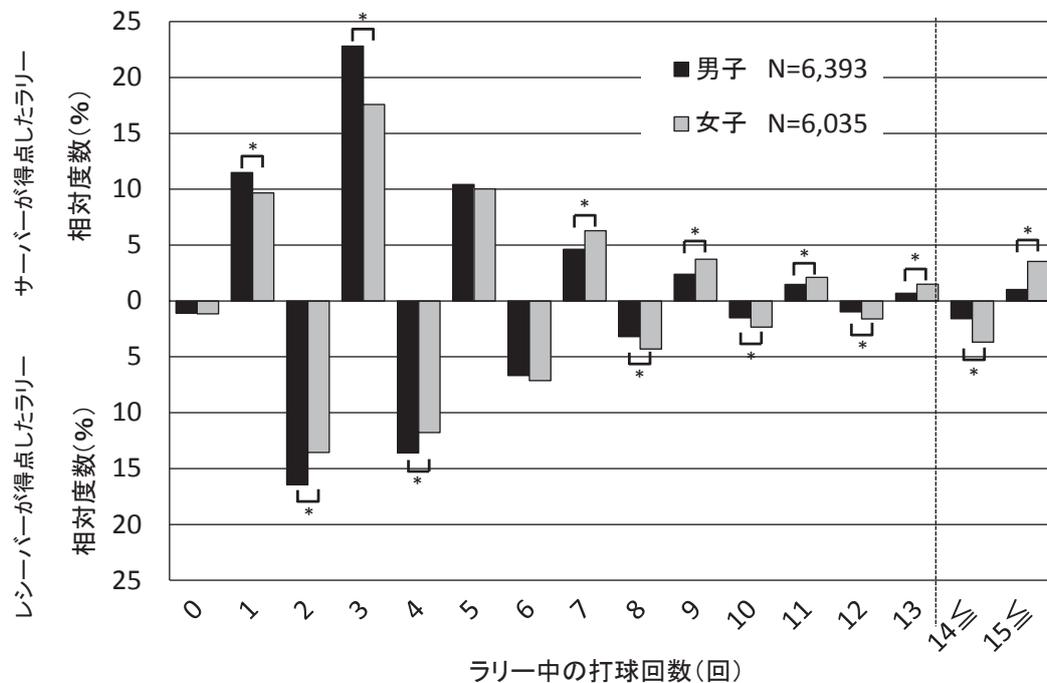
図1には全ラリーにおける打球回数の分布を示す。ラリー中の打球回数の最頻値は男女いずれも3回、最大値は男子が38回、女子が60回、最小値は男女ともに0回であった。全ラリー中の打球回数の男女間の分布には、カイ二乗検定により有意差がみられた ($\chi^2=309.4$, $df=15$, $p<0.001$)。残差分析の結果、男子の試合は女子の試合に比べ、ラリー中の打球回数が1-4回での割合が有意に高く、7回以降での割合が有意に低かった。

2) ラリー中の平均打球回数

表4には試合タイプ別にみた試合ごとのラリー中の平均打球回数を示す。全試合、AAタイプおよびADタイプそれぞれにおいて、ラリー中の平均打球回数を男女間で比較すると、全試合およびADタイプで有意差がみられ、いずれも女子の方が大きかった (全試合 $p<0.001$, ADタイプ $p<0.01$)。AAタイプでは有意差はみられなかった ($p>0.05$)。男女それぞれにAAタイプとADタイプを比較すると、男女いずれもADタイプの方が大きかった (男子 $p<0.01$, 女子 $p<0.001$)。

2. サービスからのラリーとレシーブからのラリーの得点率

表5には試合タイプ別にみた選手ごとの各ラリータイプの得点率を示す。全試合、AAタイプおよびADタイプにおける男女それぞれのサービスからのラリーの平均得点率は、いずれの群でも約55%であり、レシーブからのラリーの約45%と比べ有意に高かった ($p<0.001$, あるいは $p<0.01$)。サービスからのラリーの平均得点率について、全試合、AAタイプおよびADタイプではいずれも、男女間に有意差はみられなかった ($p>0.05$)。また、男女それぞれにおいて、AAタイプ



男女間全体のカイ二乗検定: $P < 0.001$ ($\chi^2=309.4$, $df=15$)

* : $P < 0.05$ [残差分析 (Holm法による多重性調整)]

図1 全ラリーにおける打球回数の分布

表4 試合タイプ別にみた試合ごとのラリー中の平均打球回数

試合タイプ	性別	試合数	試合ごとのラリー中の平均打球回数 (回)					
			平均値 ± 標準偏差	P-value_1	P-value_2	中央値	最大値	最小値
全て	男子	76	4.4 ± 0.9	<0.001	-	4.2	7.2	3.2
	女子	73	5.6 ± 2.6		-	4.6	17.6	2.8
AA	男子	66	4.1 ± 0.6	0.356	0.003	4.1	5.7	3.2
	女子	48	4.3 ± 0.8		<0.001	4.1	7.0	2.8
AD	男子	9	5.8 ± 1.2	0.008	-	6.1	7.2	4.3
	女子	24	7.9 ± 2.0		-	7.7	12.0	4.9
DD	男子	1	6.5 ± -	-	-	-	-	-
	女子	1	17.6 ± -		-	-	-	-

P-value_1: 男子 vs. 女子 [対応のない *t* 検定]P-value_2: 男女それぞれのAA vs. AD [ウェルチの *t* 検定]

太字: 多重性調整後に有意な項目

表5 試合タイプ別にみた選手ごとの各ラリータイプの得点率

試合タイプ	性別	延べ選手数	サービスからのラリーにおける得点率 (%)						レシーブからのラリーにおける得点率 (%)				
			平均値 ± 標準偏差	P-value_1	P-value_2	P-value_3	中央値	最大値	最小値	平均値 ± 標準偏差	中央値	最大値	最小値
全て	男子	152	54.8 ± 11.4	<0.001	0.913	-	55.1	85.3	20.7	45.2 ± 11.4	44.9	79.3	14.7
	女子	146	54.6 ± 12.2	<0.001		-	55.0	84.8	27.3	45.4 ± 12.2	45.0	72.7	15.2
AA	男子	132	54.9 ± 11.8	<0.001	0.883	0.774	55.6	85.3	20.7	45.1 ± 11.8	44.4	79.3	14.7
	女子	96	55.1 ± 12.4	<0.001		0.483	55.6	84.8	28.6	44.9 ± 12.4	44.4	71.4	15.2
AD	男子	18	54.2 ± 8.3	0.004	0.838	-	51.8	68.4	41.7	45.8 ± 8.3	48.2	58.3	31.6
	女子	48	53.6 ± 12.2	0.002		-	54.0	80.0	27.3	46.4 ± 12.2	46.0	72.7	20.0
DD	男子	2	52.6 ± 11.5	-	-	-	52.6	60.7	44.4	47.4 ± 11.5	47.4	55.6	39.3
	女子	2	55.6 ± 7.9	-		-	55.6	61.1	50.0	44.4 ± 7.9	44.4	50.0	38.9

延べ選手数: 試合数×2名

P-value_1: サービスからのラリー vs. レシーブからのラリー [対応のある *t* 検定]P-value_2: 男子 vs. 女子 [対応のない *t* 検定]P-value_3: 男女それぞれのAA vs. AD [ウェルチの *t* 検定]

太字: 多重性調整後に有意な項目

とADタイプ間に有意差はみられなかった ($p>0.05$).

図2には、各試合の勝者について、サービスからのラリーとレシーブからのラリーの得点率の関係を示す。全試合、AAタイプおよびADタイプのそれぞれにおいて、全体、男子および女子のいずれの群でも、2つの得点率の間に有意な相関は認められなかった ($p>0.05$).

3. 試合ごとのラリー中の平均打球回数と選手ごとの各ラリータイプの得点率の評価

AAタイプとADタイプの男女それぞれについて、表6には試合ごとのラリー中の平均打球回数、表7に

は各試合の選手ごとのラリータイプ別得点率に関する評価基準を示す。

5段階の評価において、試合ごとのラリー中の平均打球回数が同じであっても、AAタイプでは男女間で最大1段階、ADタイプの男女間で最大2段階、また、男女それぞれのAAタイプとADタイプ間では、男女いずれも最大3段階の差の生じる場合がみられた(表6)。選手ごとの得点率では、各ラリータイプにおける同じ値に対して、AAタイプとADタイプのそれぞれの男女間、また、男女それぞれのAAタイプとADタイプ間で、いずれも最大1段階の差の生じる場合がみられた(表7)。

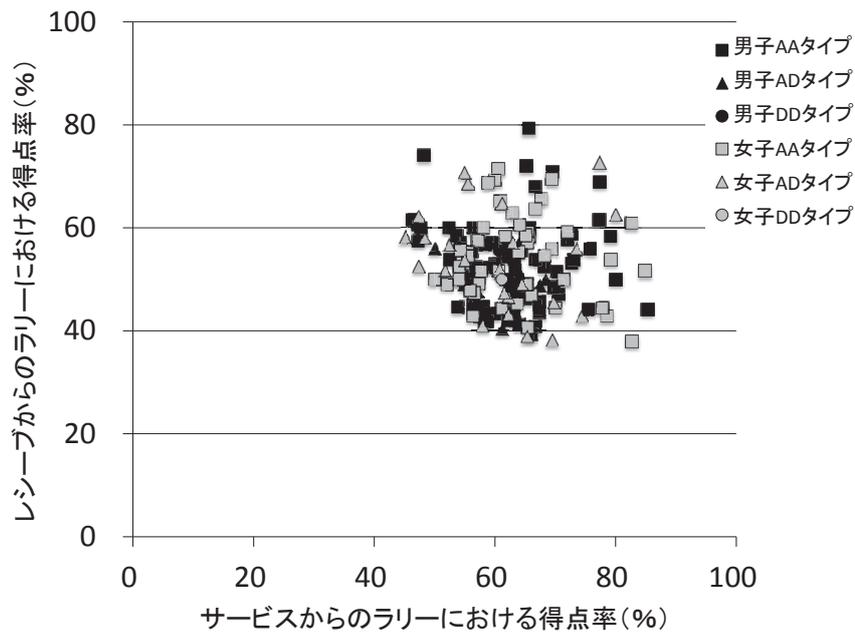


図2 サービスからのラリーとレシーブからのラリーの得点率の関係 (勝者)

表6 試合ごとのラリー中の平均打球回数に関する評価基準

試合タイプ	性別	試合ごとのラリー中の平均打球回数 (回)				
		少ない	やや少ない	中程度	やや多い	多い
AA	男子	3.2未満	3.2以上3.8未満	3.8以上4.4未満	4.4以上 5.0未満	5.0以上
	女子	3.1未満	3.1以上3.9未満	3.9以上4.7未満	4.7以上 5.5未満	5.5以上
AD	男子	4.0未満	4.0以上5.2未満	5.2以上6.4未満	6.4以上 7.6未満	7.6以上
	女子	4.9未満	4.9以上6.9未満	6.9以上8.9未満	8.9以上 10.9未満	10.9以上

表7 各試合の選手ごとのラリータイプ別得点率に関する評価基準

試合タイプ	性別	ラリータイプ	得点率 (%)				
			低い	やや低い	中程度	やや高い	高い
AA	男子	サービス	37.2未満	37.2以上49.0未満	49.0以上60.8未満	60.8以上72.6未満	72.6以上
		レシーブ	27.4未満	27.4以上39.2未満	39.2以上51.0未満	51.0以上62.8未満	62.8以上
	女子	サービス	36.5未満	36.5以上48.9未満	48.9以上61.3未満	61.3以上73.7未満	73.7以上
		レシーブ	26.3未満	26.3以上38.7未満	38.7以上51.1未満	51.1以上63.5未満	63.5以上
AD	男子	サービス	41.8未満	41.8以上50.1未満	50.1以上58.4未満	58.4以上66.7未満	66.7以上
		レシーブ	33.4未満	33.4以上41.7未満	41.7以上50.0未満	50.0以上58.3未満	58.3以上
	女子	サービス	35.3未満	35.3以上47.5未満	47.5以上59.7未満	59.7以上71.9未満	71.9以上
		レシーブ	28.1未満	28.1以上40.3未満	40.3以上52.5未満	52.5以上64.7未満	64.7以上

ラリータイプ：サービス、サービスからのラリー；レシーブ、レシーブからのラリー

IV. 考 察

1. ラリー中の打球回数

1) 全ラリーにおける打球回数の分布

全ラリーにおけるラリー中の打球回数の最頻値は男女いずれも3回であった(図1)。これについては、試合ごとにみても全149試合中101試合(67.8%)と大半において最頻値が3回であったことから、ワールドクラスのラリーの特徴の1つと考えられる。全ラリー中の打球回数の分布を男女間で比較すると、打球回数が1-4回の比較的短いラリーが男子に多く、7回以降の比較的長いラリーが女子に多いというように、男女で異なる特徴があると言える。この要因については、次項の「ラリー中の平均打球回数」で述べる。

サービスミスについては、男子では全6,393本のラリー中70本(1.1%)、女子では全6,035本のラリー中70本(1.2%)と同程度であった。全てを自身でコントロールできるサービスは、卓球における唯一のクローズドスキルである点が他の打球と異なる。このような技術的特徴を持つサービスにおいて、男女いずれにもみられた約1%のミスには、心理的プレッシャーなどの影響が推察される。これについては、選手の内観などと合わせて検討する必要があるため、今回の研究対象とはしなかった。

ラリー中の打球回数ごとの累積分布をみると、男子では、打球回数が3回までに3,315本(51.9%)のラリーが終了しており、第4打球を行う機会は50%を切っていた。女子では、4回までに3,244本(53.8%)のラリーが終了しており、第5打球を行う機会は50%を切っていた。こうした打球機会の割合は、サービスで100%、レシーブで99%程度であったことなどと共に、「試合での使用頻度の高い技術ほど重要である」(吉田, 2002)という観点から、サービス、レシーブ、第3打球…などの重要性を相対的に見積り、練習計画に反映させる際などに有効であると考えられる。

2) ラリー中の平均打球回数

ラリー中の平均打球回数について、全試合で男女間を比較すると、女子の方が有意に大きかった(表4)。試合タイプ別に男女間を比較すると、AAタイプで有意差はみられず、ADタイプで女子の方が有意に大きかった(表4)。男女別に試合タイプ間を比較すると、男女いずれもADタイプの方がAAタイプの試合より有意に大きかった(表4)。以上から、女子の全試合における打球回数が男子と比べて有意に大きかったこと

は、ADタイプの試合が男子で9試合(男子全体の11.8%)、女子で24試合(女子全体の32.9%)と、女子で多かったこととの関連が示唆される。また、女子においてADタイプの試合数が多かったことは、前項において全ラリー中の打球回数の分布にみられた「比較的短いラリーが男子に多く、比較的長いラリーが女子に多い」という男女間での特徴の違いの要因とも考えられる。さらに、試合タイプごとの男女間のラリー中の平均打球回数の差から、AAタイプの試合では男女のゲーム戦略や技術が類似しており、ADタイプの試合では異なっていたと推察される。

2. サービスからのラリーとレシーブからのラリーの得点率

各ラリータイプの平均得点率をみると、全試合、AAタイプおよびADタイプの男女いずれも、サービスからが55%程度であり、レシーブからの45%程度と比べ有意に高かった(表5)。これについては、分析対象が少ないものの、DDタイプでもほぼ同程度であった。これらのことから、ワールドクラスのシングルの試合では、試合タイプにかかわらずサーバーが有利であると考えられる。日本卓球協会発行の強化指導指針では、既述の通り、近年のラリーについて「五分五分かレシーブ側が有利な時代へと変化し続けている」(宮崎, 2012)との指摘がみられるが、今回の結果はこれと異なっていた。この要因として、例えば、強化指導指針の指摘が「チキータ技術の水準の高い選手に関するもの」であったことなどが推察される。この場合、チキータ技術の水準にかかわらず分析対象とした今回の結果から、その内容を検証することは困難である。これについては、強化指導指針の指摘内容を明確にした上で、さらなる検証を進めたい。なお、これまでに関連研究がみられないことから、今回明らかにされた卓球におけるサーバーの有利性を過去のデータと比較することはできなかった。

試合に勝った選手におけるサービスからの得点率とレシーブからの得点率の関係には、全試合、AAタイプおよびADタイプのそれぞれの全体、男子および女子のいずれも、有意な相関は認められなかった(図2)。これらのことから、ラリータイプごとの得点率からみた勝利の要因は、サービスからのラリーでの得点率が高いことが寄与したものの、レシーブからのラリーでの得点率が高いことが寄与したものの、2つのラリータイプでの得点率がいずれも高いものなど、様々であったと言える。

3. 試合ごとのラリー中の平均打球回数と選手ごとの各ラリータイプの得点率の評価

本研究において、これまでみられなかった試合ごとのラリー中の平均打球回数に関する評価基準(表6)や、各試合の選手ごとのラリータイプ別得点率に関する評価基準(表7)が作成されたことで、ラリー中の打球回数の測定結果について、ワールドクラスを参考にした評価を簡便に短時間で行うことが可能になったと考えられる。今回の2種類の評価基準はいずれも、AAタイプ男女とADタイプ男女の4群で作成された。これらの5段階の評価によると、試合ごとのラリー中の平均打球回数では、測定値が同じでも、群間で最大3段階の差がみられたことから、今回のような試合タイプ別男女別の基準が必要であることが示唆される。一方、サービスからのラリーとレシーブからのラリーにおけるそれぞれの得点率では、同じ測定値に対する評価の違いが群間で最大1段階と小さかったことから、ラリータイプごとに1つの基準で評価することも考えられる。今回の評価基準は、競技現場においてまだ十分に利用されていないため、指導者や選手にとっての使い易さを重視しながら、コーチング実践での利用を通して改良していく必要がある。

4. 実践への示唆

本研究で明らかにされたワールドクラスのラリーの特徴は、簡便に扱うことのできるラリー中の打球回数や得点率によって示されており、これらのデータは競技現場でよく知られたものであることから、指導者や選手が目標とするプレーを設計する際、練習やトレーニングの計画を立案する際などに有用であると考えられる。

卓球のサービスやリターンでは、正規に行うことだけでなく、コース、スピード、回転を操作して威力を増すことにより、そのラリーで得点することが常に企図されている。そして、サービスやリターンの威力を増そうとすればするほど、コース、スピード、回転の高度な操作が必要となり、ミスは発生しやすくなる。他方、それらの威力を低く留めれば、ミスは発生しにくくなる。これらのことから、サービスについては、ミスの発生率と、打球回数が1回や3回のラリーなど、サービスの高い効果が推察される打球回数の少ないラリーでのサーバーの得点率の2つを合わせて評価することが有効であると示唆される。

試合を対象にラリー中の打球回数を測定した場合、本研究で作成された評価基準を利用することにより、

これまでは試合後の選手やコーチの主観的判断から「サービスからの得点率を上げる」などと設定されていた課題が、「サービスからの得点率の評価を「やや低い」から「やや高い」に2段階上げる」のように、具体的なものに変換することが考えられる。さらに、同一選手の測定と評価を繰り返すことにより、その選手のプレーの特徴把握や課題発見が効率的に進み、コーチング実践の質的向上が促進されるであろう。

5. コーチング学への貢献

卓球ではこれまで、コーチング学領域などの研究において、コーチング実践に役立つデータに関する十分な検討はあまりみられなかった。その一方で、ロンドンオリンピックにおける日本ナショナルチームの強化サポート(吉田, 2013)などにみられる通り、実際の競技場面では、スポーツ科学研究が大きな役割を果たしてきた。こうした競技サポートの経験を生かして実施された本研究の成果と課題は、コーチング実践に役立つデータやそれを収集するための方法論などに関する具体的検討を促し、卓球コーチングの専門理論の発展に寄与するものと考えられる。

今回の試合分析で用いたラリー中の打球回数は、指導者や選手も簡便に扱うことができるデータであることから、競技現場と連携したデータの蓄積や、その利用法に関する経験知の蓄積の可能性が示唆される。このようなコーチング実践と研究との有機的な連携によって、コーチング学における卓球研究の方法論の確立は進むものと考えられる。

図子(2014)はコーチング学におけるスポーツパフォーマンスの構造論について、「多数の諸要因が構造的に結合し合う複雑系モデルとして、スポーツパフォーマンスを捉えるとともに、その構造モデルを創造・設計していく必要がある」と述べている。卓球のラリーも同様に、その構造は複雑である。卓球に関して「ラリー中の打球回数はどのような分布なのか」、「サーバーとレシーバーのどちらが優位なのか」など、本研究で明らかにされた知見は、卓球ラリーの構造化を進める際、重要な役割を果たすものと期待される。

V. まとめ

本研究では、ロンドンオリンピックにおける卓球の試合を対象にラリー中の打球回数を測定し、ワールドクラスのラリーの特徴について、(1)打球回数が3回

で終了するものが最も多い、(2) 試合ごとのラリー中の平均打球回数の大小が、試合を行う2選手の戦型の組み合わせや男女によって異なる、(3) サーバーの得点率がレシーバーの得点率に比べて高い、などを明らかにした。また、試合ごとのラリー中の平均打球回数や、各試合の選手ごとのラリータイプ別得点率に関して、それぞれに評価基準の1つが示された。これらの結果は、ラリー中の打球回数が指導者や選手も簡便に扱うことができるデータであることから、目標とするプレーの設計、ゲーム戦略や技術の課題の検討など、コーチング実践における様々な場面で役立つものと考えられる。

ラリーの特徴に関する客観的情報をより有効に利用することが求められるこれからの卓球のコーチングにおいて、それを支える実用的知見の蓄積が必要であると言える。今後の主な研究課題は、(1) ラリー中の打球回数に関する新たなデータの収集により、様々な競技レベルにおけるラリーの特徴を明らかにすること、(2) 実践での利用を通して、今回の評価基準をより使いやすいものへと改良していくこと、(3) オリンピックや世界選手権などの主要大会におけるラリー中の打球回数の測定を継続し、新たに開発された用具や技術、あるいはルール変更などと、ラリーの特徴の変化との関係を明らかにすることである。

付 記

本研究は、平成24年度日本卓球協会スポーツ医科学研究費および平成24-26年度日本学術振興会科学研究費(課題番号24650384)を受けて実施されたものである。

注 記

- 1) 卓球のルールにおいて、「正規のサービス」とは、基本ルールの要件を満たしているサービスとされている。ミスやレットになった場合を除くサービスを示す。
- 2) 卓球のルールにおいて、「正規のリターン」とは、基本ルールの要件を満たしているリターンとされている。ミスやレットになった場合を除くリターンを示す。
- 3) 卓球のルールにおいて、「レシーバー」とは、ラリーにおいて2番目に打球することになっている競技者とされている。
- 4) Takeuchi et. al. (2002) では、ディフェンス型選手のみを分析対象から外し、ディフェンス型以外の選手同士の試合のみを分析対象としている。

文 献

- Hughes, M., and Bartlett, R. (2002) The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sports Sciences*, 20 (10): 739-754.
- Malagoli Lanzoni, I., Di Michele, R., and Merni, F. (2014) A notational analysis of shot characteristics in top-level table tennis players. *European Journal of Sport Science*, 14 (4): 309-317.
- 宮崎義仁 (2012) 世界で戦っていくためのポイント—男子ナショナルチーム—. 2012強化指導指針. 日本卓球協会: 東京, pp.13-15.
- 日本卓球協会編 (2012) 卓球コーチング教本. 大修館書店: 東京, p.220.
- 尾崎宏樹 (2012) “チキータ” 対策を目的とした卓球マシンの製作. 第9回JISSスポーツ科学会議プログラム・抄録集: 20.
- Takeuchi, T., Kobayashi, Y., Hiruta, S., and Yuza, N. (2002) The effect of the 40mm diameter ball on table tennis rallies by elite players. *Table Tennis Science*, 4&5: 267-277.
- Tamaki, S., Yoshida, K., Kasahara T., and Miyaji, C. (2011) Development of a Tactical Analysis Application for Table Tennis. *Proceedings of the 8th International Symposium on Computer Science in Sport*: 102-105.
- 吉田和人・飯本雄二・牛山幸彦・加賀 勝・鈴木健治 (1991) DLT法による一流卓球選手の移動解析. *スポーツ教育学研究*, 11 (2): 91-102.
- 吉田和人 (2002) 生涯スポーツのための卓球テキスト. めいけい出版: 東京, p.26.
- 吉田和人・前原正浩・辻 裕・森 照明・蛭田秀一・牛山幸彦・星野一朗・葛西順一・須賀健二・山田耕司・玉城 将 (2009) 卓球における北京オリンピックのライバル国選手に関する映像情報の収集と分析. 国立スポーツ科学センタースポーツ医・科学研究事業プロジェクト研究B(競技種目別研究) 報告書平成19-20年度: 32-37.
- 吉田和人 (2013) ロンドンオリンピックに向けた卓球ナショナルチームの科学サポート. 第10回JISSスポーツ科学会議プログラム・抄録集: 14-15.
- 油座信男・佐々岡潔・西岡伸紀・松井康治・山中教子・萩村伊智朗・高島規郎・宮下充正 (1982) 戦型別一流卓球選手の試合分析—その時間的・空間的特性と生体負担度—. *Japanese Journal of Sports Sciences*, 1(6): 502-511.
- Yuza, N., Suzuyama, K., Hao, S., Takeuchi, T., and Ono, W. (1996) Physiological approach to measuring the degree of excitement of spectators. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 3: 155-160.
- Zhang, H., Yu, L., and Hu, J. (2010) Computer-aided Game Analysis of Net Sports in Preparation of Chinese Teams for Beijing Olympics. *International Journal of Computer Science in Sport*, 9(3): 53-69.
- Zhang, H., Liu, W., Hu, J., and Liu, R. (2014) Evaluation of elite table tennis players' technique effectiveness. *Journal of Sports Sciences*, 32(1): 70-77.
- 図子浩二 (2014) コーチングモデルと体育系大学で行うべき一般コーチング学の内容. *コーチング学研究*, 27 (2): 149-161.

平成26年3月12日受付

平成26年9月30日受理