

ブラインドテニスにおけるコートサイズの相違が 一流プレーヤーの心拍応答に及ぼす影響

吉 成 啓 子
佐 藤 文 平^{*1}
佐 藤 周 平^{*2}
松 居 綾 子^{*3}

【要 旨】

本研究の目的は、ブラインドテニスの国際普及に寄与することを念頭に、コートサイズの相違がプレーヤーの心拍応答にどのように影響するのか、明確にすることである。得られた結果は、次の通りである。

- 1) レギュラーサイズ・コートの場合、総ゲーム時間は27分00秒、インプレー時間は9分21秒、総ポイント数は38、1ポイントに要した平均時間は18秒1であった。ラージサイズ・コートの場合、総ゲーム時間は20分00秒、インプレー時間は6分34秒、総ポイント数は29、1ポイントに要した平均時間は9秒4であった。
- 2) レギュラーサイズ・コートにおける各被験者の心拍応答は、被験者Aでは、平均心拍数153.8拍/分（標準偏差±19.7）、最高心拍数184拍/分であった。また、被験者Bでは、平均心拍数145.8拍/分（標準偏差±12.6）、最高心拍数は165拍/分であった。

*1 日本体育大学大学院・白百合女子大学非常勤講師

*2 仙台大学専任講師

*3 埼玉県立特別支援学校埼玉保己一学園（盲学校）教諭、国際ブラインドテニス協会スペシャルアドバイザー

- 3) ラージサイズ・コートにおける各被験者の心拍応答は、被験者Aでは、平均心拍数147.5拍/分（標準偏差±14.7）、最高心拍数181拍/分であった。また、被験者Bでは、平均心拍数138.6拍/分（標準偏差±13.7）、最高心拍数175拍/分であった。ゲーム開始から終了までの心拍数応答を全体的に見ると、両者共にほぼ同じように推移していたが、被験者Bよりも被験者Aのほうが高い値を示した。
- 4) コートサイズの相違が心拍応答に及ぼす影響については、被験者Aでは、平均心拍数で6.3拍/分、最高心拍数で3拍/分、レギュラーサイズ・コートで高い値が認められた。一方、被験者Bでは、平均心拍数で7.2拍/分、レギュラーサイズ・コートでのプレー時に高い値が認められたが、最高心拍数では10拍/分、ラージサイズ・コートで高い値が認められた。
- 5) B1クラス（全盲）では、各被験者におけるコートサイズの認知・適応・試合内容（試合分析・内省報告）などから、現状のレギュラーサイズ・コートを使用することが望ましいと思われた。

【はじめに】

ブラインドテニスは1984年、当時高校生だった武井実良（たけいみよし）氏によって発案されたネット型スポーツである。「視覚ハンディキャップ」という名称で1990年10月21日、所沢市にある国立身体障害者リハビリテーションセンターで初めて実施された。

球技系の視覚障がい者スポーツとして有名なのは、ゴールボール、フロアバレーボール、サウンドテーブルテニス、ブラインドサッカー、ブラインドゴルフなどがあるが、どの競技も地面やフロアを転がして行う平面的なものであったのに対し、ブラインドテニスはバウンドしているボールを打ち合うという3次元の球技であり、障がいの程度に関わらず、誰もが楽しめるスポーツを目指して工夫改良されてきた。全盲は3バウンド、弱視

は2バウンドまでに返球すること、打つ前に声をかけること、ラケットやコートが小さ目であることの他は、普通のテニスと同様のルールを採用している。

ブラインドテニスを競技として確立するためには、日本の障がい者スポーツに携わる専門家の方々の努力があった。コートのサイズについては、1970年代に日本に紹介された「ショートテニス」の大きさが採用された。ショートテニスは、バドミントンのコートでプレーされ、コートサイズは、縦13.4m、横6.1mである。ブラインドテニスは、風や光の影響を考慮して屋内体育館で行われるので、バドミントンサイズのコートが日本国内の普及にはたいへん都合の良い大きさであった。その後1990年、国内初の大会が開催され、ブラインドテニスは日本国中に広がっていった。発案者である武井氏は、精力的に普及活動に取り組む一方、自らは全盲クラスのチャンピオンとして実力を発揮し、全国大会には21回出場、そのうち16回優勝した。

海外への普及活動は、2005年から松居らによって展開された。ジュニア向け講習会のスポンサーであったNEC（日本電気株式会社）の担当者から、イギリステニス財団と国際テニス連盟の関係者を通じてイギリスへの普及が始まった。2006年1月にイギリステニス財団、9月に国際テニス連盟を訪問し、音の出るテニスボールやブラインドテニスのビデオを紹介し、翌年2007年1月に武井氏と松居氏らでロンドンでのデモンストレーションを実施し、ブラインドテニスの楽しさを現地の方々に伝えた。その後、イギリスではブラインドテニスの普及活動が始まり、2010年4月、イギリスからの訪問団が来日し、4月26日に日本ブラインドテニス連盟との会議が行われた。主な内容としては、将来のパラリンピック種目選定を視野にいれながら、国際的にブラインドテニスを普及していくための方策およびルールなどを協議し合意した。

そこで、大きな議題になったのがコートサイズであった。イギリスの意

見は、B2、B3（弱視のカテゴリー）は、もっと大きなコートでやりたいというものであった。その理由としては、小さいコートだとラリーが続きすぎるので、大きいコートの方がゲームに面白みが出るというものであった。また、ブラインドテニスを普及させるためには、本来のテニスコートで行うことが望ましく、通常のテニスに近づけることが大切であるとの考えが述べられた。しかしながら、両国代表の意見は自身の経験から導き出された主観的な意見であり、スポーツ科学的根拠に基づくものではなかった。

最近では、視覚障がい者を対象とした科学的な研究としては、フロアバレーボール（香田、天野;1999）、ブラインドサッカーの生理学的研究（松井;2015）、そして、ブラインドテニスのゲーム分析（Sato etc;2009,2010）などが報告されているが、ブラインドテニス選手の心拍応答に着目した研究は見当たらない。そこで本研究では、我が国ブラインドテニス・トッププレーヤーにおけるゲーム中の心拍応答に着目し、コートサイズの相違がプレーヤーにどのような生理的・精神的影響を及ぼしているのかを明らかにすることによって、ブラインドテニスの国際普及に寄与することを目的とした。

【方 法】

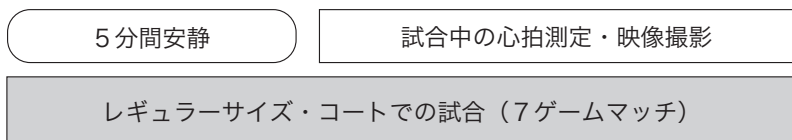
1. 被験者

被験者は、我が国トップレベルのブラインドテニスプレーヤー男性2名（年齢42歳、41歳）で、視覚障がいレベルはB1（全盲）クラスであった。

2. 実験手順

各被験者には事前に研究の目的、方法などを十分に説明し、参加の同意を得た後、実験手順（図1）にしたがい実施した。

実験1



実験2

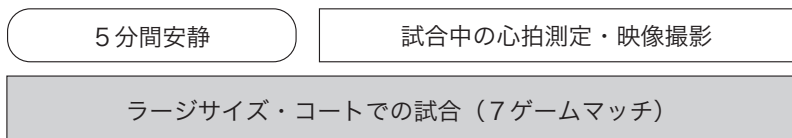


図1 実験手順

<実験1> 被験者に時計型心拍計（Polar社製：図2）を装着し、安静5分、ウォーミングアップ10分の後、レギュラーサイズ・コート（ベースライン6.1 m、サイドライン13.4 m）で試合を行った。試合の様子は、テニスコート後方より動画撮影し（SONYハンディカム）、試合終了後に内容確認と内省報告の資料とした。

<実験2> 実験1の終了後、被験者は十分な休憩をした後、時計型心拍計（Polar社製：図2）を再度装着し、安静5分、ウォーミングアップ10分の後、ラージサイズ・コート（ベースライン8.23 m、サイドライン12.8 m）で試合を行った。実験1と同様に、試合中心拍数の測定と試合の動画撮影を実施した。なお、試合は日本ブラインドテニス連盟が定めたルールに従い、7ゲームマッチで実施した。



図2 心拍数測定 (Polar社製心拍計)

3. 分析方法

心拍データは5秒メモリモードに設定し、Excel2010を用いてグラフ表示した。運動強度の評価は、米国スポーツ医学会推奨計算式（最高心拍数 = $210 - (\text{年齢} \times 0.65)$) を用いた。

【結果】

1. 試合結果と内容

各コートサイズにおける試合結果を表1に示した。

表1 各コートサイズにおける試合結果

コートサイズ	レギュラーサイズ	ラージサイズ
スコア	4 - 3 総ゲーム数 7) 被験者Aの勝利	4 - 1 総ゲーム数 5) 被験者Aの勝利
試合時間	27分00秒	20分00秒
インプレー時間	9分21秒	6分34秒
総ポイント数	38ポイント	29ポイント
平均ポイント数	18秒1	9秒4

表4 被験者Aのプロフィール

身長(cm)	体重(kg)	性別	年齢(歳)
162	66	M	42

運動強度 (拍/分)

最高心拍数	182.7
運動強度90	164.4
運動強度80	146.2
運動強度70	127.9
運動強度60	109.6
運動強度50	91.4
運動強度40	73.1

表5に被験者Bのプロフィールを示した。被験者Bの競技レベルは、被験者Aに次ぐ全日本ブラインドテニスB1上位プレーヤーである。

表5 被験者Bのプロフィール

身長(cm)	体重(kg)	性別	年齢(歳)
162	60	M	41

運動強度 (拍/分)

最高心拍数	183.4
運動強度90	165.0
運動強度80	146.7
運動強度70	128.3
運動強度60	110.0
運動強度50	91.7
運動強度40	73.3

図3および表6は、各被験者の試合中の心拍応答を表したものである。被験者Aの平均心拍数は150拍／分を超え、最高心拍数は180拍／分を超えていた。被験者Bの平均心拍数は150拍／分に満たず、最高心拍数も180拍／分に達していなかった。

試合開始から終了までの心拍応答を全体的に見ると、被験者Aの方がBよりも高い値で推移していた。プレー開始から約7分までは、両被験者とも同じように心拍数の増加傾向が認められたが、7分30秒以降では被験者Aの心拍数がリズムカルに上昇と下降を繰り返しているのに対して、被験者Bでは試合開始19分以降は、140～150拍／分の範囲で推移している、という特徴的な変化が認められた。

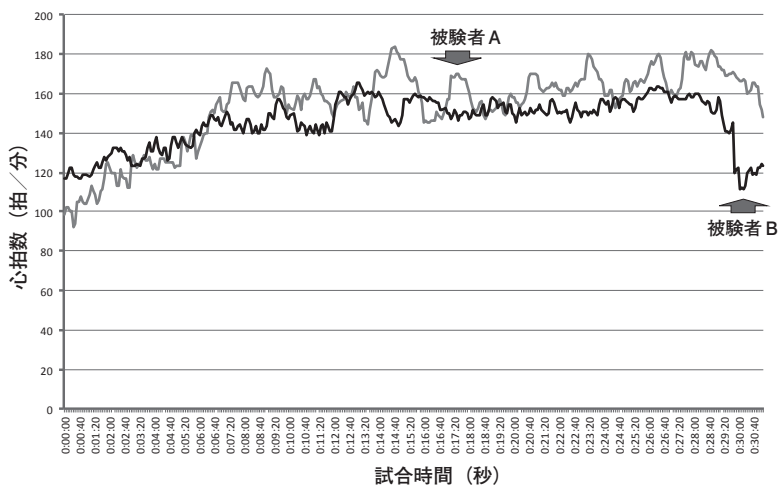


図3 試合中の心拍数の推移（レギュラーサイズ・コート）
被験者A 対 被験者B

表6 レギュラーサイズ・コートにおける試合中の平均及び最高心拍数

レギュラーサイズ	平均心拍数 (拍/分)	標準偏差	最高心拍数 (拍/分)
被験者A	153.8	±19.7	184
被験者B	145.8	±12.6	165

3. ラージサイズ・コートにおける心拍応答

図4および表7は、各験者の試合中の心拍応答を表したものである。被験者Aの平均心拍数は150拍/分に満たなかったものの、最高心拍数は180拍/分を超えていた。被験者Bの平均心拍数は140拍/分に満たなかったものの、最高心拍数は175拍/分に達していた。

試合開始から終了までの心拍応答を全体的に見ると、両被験者共、ほぼ同じように推移していたが、被験者BよりもAのほうが高い値で推移していた。

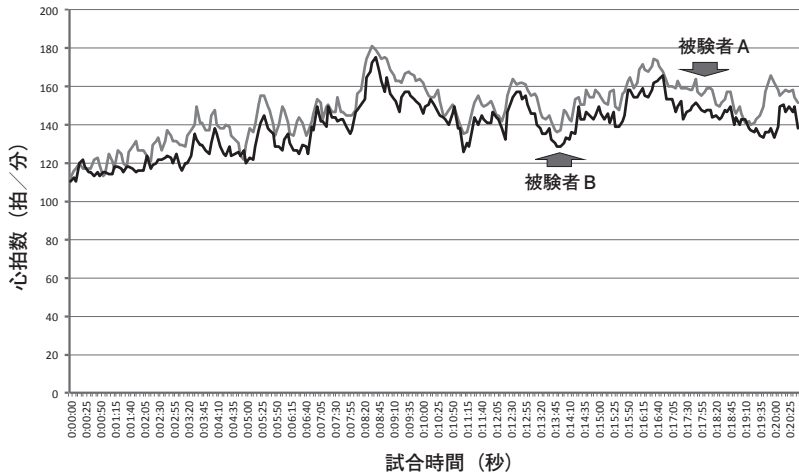


図4 試合中の心拍数の推移（ラージサイズ・コート）
被験者A 対 被験者B

表7 ラージサイズ・コートにおける試合中の平均及び最高心拍数

ラージサイズ	平均心拍数 (拍/分)	標準偏差	最高心拍数 (拍/分)
被験者A	147.5	±14.7	181
被験者B	138.6	±13.7	175

4. コートサイズの違いと心拍応答について

図5、表8は、両コートにおける被験者Aの心拍応答である。平均心拍数では6.3拍/分、最高心拍数では3拍/分、レギュラーサイズ・コートで高い値が認められた。

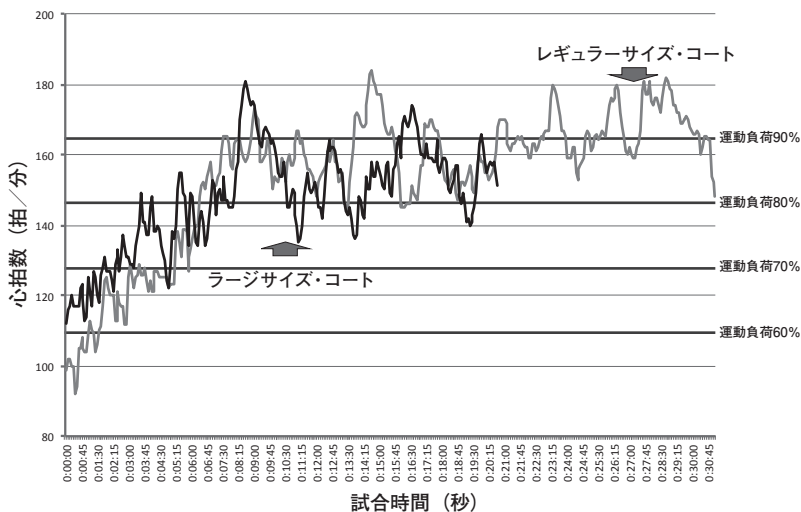


図5 コートサイズの相違が試合中の心拍数に及ぼす影響 (被験者A)

表8 被験者Aにおけるプレー中の心拍数

コートサイズ	平均心拍数 (拍/分)	標準偏差	最高心拍数 (拍/分)
レギュラー	153.8	±19.7	184
ラージ	147.5	±14.7	181

図6、表9は、両コートにおける被験者Bの心拍応答である。平均心拍数では7.2拍/分、レギュラーサイズ・コートでのプレー時に高い値が認められたが、最高心拍数では10拍/分、ラージサイズ・コートで高い値が認められた。

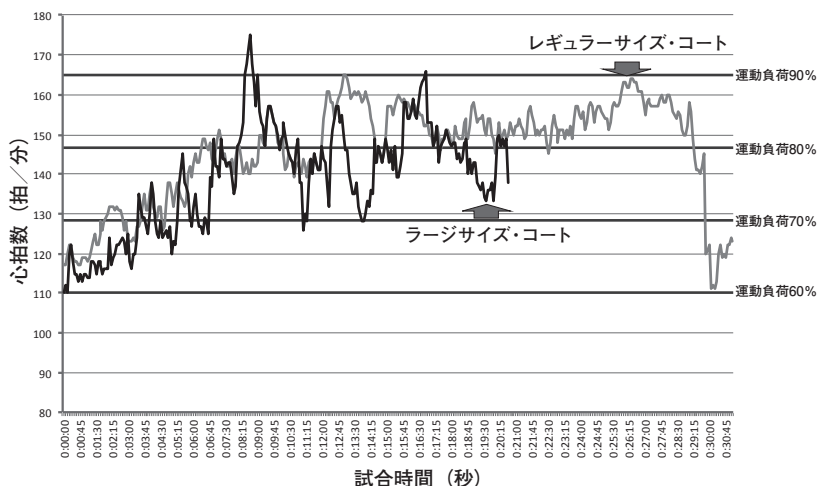


図6 コートサイズの相違が試合中の心拍数に及ぼす影響（被験者B）

表9 被験者Bにおけるプレー中の心拍数

コートサイズ	平均心拍数（拍/分）	標準偏差	最高心拍数（拍/分）
レギュラー	145.8	±12.6	165
ラージ	138.6	±13.7	175

【考 察】

1. 試合結果のコートサイズによる違い

レギュラーサイズ・コートの場合は、総ゲーム数7、総ゲーム時間27分00秒、インプレー時間9分21秒、総ポイント数38、1ポイントに要した平均時間18秒1であった。ラージサイズ・コートの場合は、総ゲーム数5、総ゲーム時間20分00秒、インプレー時間6分34秒、総ポイント数29、1ポイントに要した平均時間9秒4であった。総ゲーム数は2ゲーム、総ゲーム時間は7分、インプレー時間は2分8秒、総ポイント数は9ポイント、1ポイント平均時間は9秒、レギュラーコートの方が高い値をしていた。

こうした結果には、コートの広さの認知や心理的不安などが関係していると推察される。内省報告からも、通常実施しているレギュラーサイズでのプレーは慣れているため安心感があり、思い切りプレーできたのに対して、ラージサイズでのプレーは、いつもよりサイドライン（縦）が短く、またベースライン（横）が長くなったために、「アウトを意識し過ぎて逆にネットをするなどラリーが続きにくかった」と述べていた。

今後の課題になるが、異なるサイズのテニスコートに適応するための配慮を十分に行った上で、実験を進める必要があると思われる。

2. 心拍応答とコートサイズの関係

図3、表6で示したように、レギュラーサイズ・コートでは、被験者Aの試合中の心拍数は高い値を示していたが、安静時心拍数は58拍/分と低かった。被験者Aは日頃から練習を十分に積んだ運動能力の高いプレーヤーであり、試合中の比較的高い心拍数の推移は、被験者Aの運動量の豊富さと心肺機能の高さを示している。心拍数の測定と同時に録画されたVTR映像からも、打球後のスプリットステップやダイビングしての返球など、晴眼者と同じような動きが多々認められた。

一方、被験者Bの試合中の心拍数は、被験者Aより少し低い値を示していたが、安静時心拍数は68拍/分と普通であり、ほぼ80%以上の運動強度で試合を行っていた、つまり生体への負担の高い試合だったことが推察できる。心拍数測定と同時記録したVTR映像からも、総ゲーム数7ということで、運動量の多い試合であったと言える。

試合開始7分30秒以降では、被験者Aの心拍数がリズムカルに上昇と下降を繰り返しているのに対して、試合開始19分以降では、被験者Bの心拍数が140～150拍/分の範囲でなだらかに推移していた理由については、試合の映像分析から次のように説明できる。被験者Aは試合開始から終了

まで、しっかりと構えてスプリットステップを実施して動いていたのに対し、被験者Bがスプリットステップを実施していたのは前半だけだった。その原因としては、被験者Bが被験者Aより基礎体力が低いことや、被験者Aの前後左右へ揺さぶりをかけるラリーにより身体的に疲労し、正しいフットワークができなくなった。その結果として心拍数レベルも低下した。

試合中の心拍応答に関する先行研究では、一般成人のテニスでは120～160拍/分（中谷；1982）、ブラインドテニスでは90～184拍/分で推移したという報告がある。このような結果には、被験者の競技レベルと視覚障がい者の特性が影響する。競技は異なるが、フロアバレーボールの試合中の平均心拍数は、全盲群で144.1～168.6拍/分、平均 157.7 ± 102 拍/分（これは $79.3 \pm 39\%$ HRmax、 $68 \pm 63\%$ HRreserveに相当する強度）、弱視群の平均心拍数は110～145.3拍/分、平均 130.6 ± 15.6 拍/分（これは $65.6 \pm 7.9\%$ HRmax、 $47.0 \pm 12.2\%$ HRreserveに相当する強度）で、全盲群と弱視群を比較すると、平均心拍数、% HRmax、% HRreserveは、いずれも5%水準で全盲群のほうが弱視群より有意に高いと述べている（香田ら；1999）。

このことは視覚障がい者、とくに全盲の選手は、特別な注意の集中と時空間的認知をしながら試合をしなければならないことから、生体の負担が大きくなったものと推察される。

図4、表7で示したように、ラージサイズ・コートでは、基礎的な運動能力の高低が心拍数に影響を及ぼしていたが、平均心拍数および最高心拍数が減少した要因としては、コートが広くなることによる平均ラリー数の減少と試合時間の短縮、この2点をあげることができる。これに加え、両被験者とも試合後の内省報告では、ラージサイズ・コートでのプレーの方が精神的にも身体的にも疲労度が高かったと述べていることから、精神的な疲労も関与しているものと思われる。

図5、表8から分かるように、被験者Aは、レギュラーサイズ・コート

で平均心拍数は6.3拍／分、最高心拍数は3拍／分、高い値を示した。そして、図6、表9から分かるように、被験者Bも、レギュラーサイズ・コートで平均心拍数は7.2拍／分高い値を示したが、最高心拍数は10拍／分、ラージサイズ・コートでのプレー時に高い値が認められた。

その理由としては、①被験者Aはコートサイズが広がってもコートをカバリングできる高い運動能力を有していたことで、レギュラーサイズ・コートでもラージサイズ・コートでも心拍応答が同じような推移になった。②被験者Bはラージサイズ・テニスコートでのゲームにおいては、知覚や運動の十分な適応がなされなかった。以上2点に整理できる。

この結果は、B1クラス（全盲）では、各被験者におけるコートサイズの認知・適応に時間を要する事を意味しており、総合的に考えて、現状のレギュラーサイズ・コートを継続使用することが望ましいと思われる。今後は、視覚障がいレベルと競技レベルなどの関連性などの追試実験を実施し、望ましいコートサイズとはどのようなものか、明らかにしていきたいと考えている。

【参考文献】

1. 平井タカネ、田口敦子、林麗子、畑野裕子（2003）：視覚障害児におけるリズム表現活動の心理生理学的検討－心拍数・皮膚温を指標として、日本体育学会大会号（54）286.
2. 久保田敏夫、神田英治、大木一郎（1981）：心身障害児の心拍数を指標とした運動強度の基礎的研究（Ⅲ）－視覚障害児の学校生活時間における心拍数変動－、日本体育学会大会号（32）815.
3. 香田泰子、天野和彦（1999）：フロアバレーボールの運動強度、筑波技術短期大学テクノレポート6：23-24.
4. 松井康（2015）：ブラインドサッカー選手の心肺持久力に関する研究－晴眼者との比較－、筑波技術大学テクノレポート23（1）：187-188.
5. 松井康（2015）：ブラインドサッカー選手の筋力に関する研究、筑波技術大学テクノレポート23（1）：189-190.
6. 日本視覚ハンディキャップ協会（2009）：視覚ハンディキャップテニス入門、日本視覚ハンディキャップ協会

7. Shuhei Sato etc (2009) : The Analysis of the Game of Blind Tennis. Proceedings : The 21st JAPAN SOCIETY ON TENNIS SCIENCE. p29
8. Shuhei Sato etc. (2010) : An analysis of the game of blind tennis. ITF Coaching and Sport Science Review 2010 52 : (18) 15-16.
9. 山崎昌廣、負荷鞍弘美 (2001) : 脊髄損傷者の車椅子テニス実施時における体温調節反応に関する研究. デサントスポーツ科学. 22. 59-66.