

# テニスのグラウンドストロークにおける主観的努力度と 客観的達成度の対応関係に関する研究

鬼澤範子<sup>1)</sup> 北村 哲<sup>2)</sup> 本道慎吾<sup>2)</sup> 伊佐野龍司<sup>3)</sup> 城間修平<sup>4)</sup> 青山清英<sup>4)</sup>

## A study about relationship between subjective effort levels and objective achievements in ground strokes of tennis

Noriko Onizawa<sup>1)</sup>, Tetsu Kitamura<sup>2)</sup>, Shingo Hondo<sup>2)</sup>, Ryozi Isano<sup>3)</sup>, Syuhei Shiroma<sup>4)</sup> and Kiyohide Aoyama<sup>4)</sup>

### Abstract

The purpose of this study is to examine relationship between subjective effort levels and objective achievements in ground strokes of tennis.

- 1) Subjective effort levels and objective achievements in tennis strokes had a positive correlation. That is, as subjective effort level got higher, objective achievement (ball speed) also got higher.
- 2) As for the grading ability, results from multiple comparison were 70% < 80% < 90%, 70% < 80% < 100%. These results seem to have been brought about by the subject's habitual increscent training and by their past experiences.
- 3) Subjective effort levels and the accuracy of outputs had a negative correlation. This seems to show the difficulty in execution of the movement at lower subjective levels. It seems to have been difficult for the subjects of this study to execute the movement accurately because the attempts were not many enough.
- 4) Subjective effort levels and the targeting accuracy had a negative correlation. From this study, it is inferred that individual competitive levels, characteristics of the sport, individual technical features and so on, as well as athlete's career, play some roles in order to establish both the ball speed and accuracy of the hitting -movement.
- 5) As for reproducibility of ground strokes, correlative relation with subjective effort levels was observed. The reproducibility also, like the targeting accuracy, seems to be affected by athlete's characteristics, features of the sport, the content of the attempts and so on.

Key words: Tennis, Subjective effort levels, Objective achievements, Ground strokes  
テニス, 主観的努力度, 客観的達成度, グラウンドストローク

## I. 緒言

### 1. 研究目的

テニスとは、ラケットを使用し、ネットを挟んでボールを打ち合い、ポイントを争うスポーツである。このため、勝敗を抜きにしてゲームを楽しむためには、プレーヤーが互いにラリーを続ける能力が必要である。また、プレーヤー同士の競技レベルが高くなると、ゲームでは単純なラリーを続ける技術だけでなく、状況や対戦相手に応じた技術も要求される。具体例と

しては、最大努力またはそれに近い力で行われるファーストサービスやスマッシュ、反対に低い努力度で行われるドロップショットやロブなどがあげられる。これらの技術は、それぞれの技術に適したボール速度と正確性を調和させて効果的に打つことが目標とされ、プレーヤーは日々これらの技術習得に励んでいる。したがって、テニスプレーヤーは打球の出力調節能力を身につけることが重要であると考えられる。

テニスプレーヤーは練習の際、良いと感じたショットの感覚、つまり出力調節を身体に記憶させており

---

1) 日本大学大学院文学研究科  
Graduate School of Literature and Social Science, Nihon University  
2) 青山学院大学文学部  
College of Literature, Aoyamagakuin University  
3) 東京都立美原高等学校  
Tokyo Metropolitan Mihara High School  
4) 日本大学文理学部  
Nihon University College of Humanities And Sciences

(柴田ほか, 1999), そこで得た技術や感覚をゲーム中に出力できるかが課題となる. 一方, 指導者においてはそれぞれのプレーヤーが感じている感覚を理解し, その感覚をいかに言葉に表して指導するかということが課題となる(林ほか, 1999). このようなことから, プレーヤーが感じている感覚を指導者や本人が認識している客観的達成度にどの程度一致しているのかを把握することは, トレーニングや指導者のアドバイスをより効果的にするために重要であると考えられる.

これまで, 主観的努力度と客観的達成度の対応関係を取り扱った研究は, 数多くなされてきた. このなかで打動作に関する先行研究について概観してみると, 種ヶ嶋ほか(2002)がテニスのサービスに着目し, 主観的努力度と客観的ボール速度の対応関係を検討している. そこでは, 主観的努力度とボール速度の間には有意な正の相関関係が認められたことやサービスのコースに対する正確性は, 主観的努力度80%での試技が最も正確性に優れていたことが報告されている. また, 金子ほか(1999)は高校生を被験者としてバトミントンのスマッシュに着目し, 主観的努力度とシャトル速度の対応関係について検討している. そこでは, シャトル速度と正確性の関係に主観的努力度80%を境に異なる二つの様相が示され, ここを境界として運動の質的変容が生じていると報告している. また, 目標ラインに対する正確性の対応は, 漸増, 漸減両試行過程において主観的努力度80%で最も優れていると述べている. つづいて金子ほか(2000)は, 高校生の男女を対象とし打動作における主観的努力度と客観的達成度の対応関係を性差の観点から検討している. そこでは, 主観的努力度とシャトル速度の対応関係において, シャトル速度は女子選手の方が主観的努力度に対して過剰であり, 最大下努力でピークパフォーマンスを発揮する可能性が高いことを明らかにしている. シャトル速度と正確性の関係については, 主観的努力度80%から90%を境界として二つの異なる様相が認められた点で男女共通していたが, その現れ方は異なっていたと報告している. さらに, 金子ほか(2007)は大学生を被験者とし, バトミントンのフォアハンド・スマッシュとバックハンド・ドライブの異なる二種類の打動作を取り上げ, それぞれの対応関係を比較している. そこでは, フォアハンド・スマッシュ, バックハンド・ドライブの漸増, 漸減両過程ともに, 主観的努力度とシャトル速度との間には一次回帰関係が認められ, さらに目標ラインに対する正確性は, バックハンド・ドライブにおいて主観的努力度

80%から100%の高い範囲で優れていたと報告している. 最近の研究では, 金子(2008)が中学1, 2年生を対象にしたバトミントンのバックハンド・ドライブに着目し, 主観的努力度と客観的達成度の対応関係について学年ごとの相違を検討し, 経年的な変化を明らかにしている. そこでは, 経年により「突出型」の対応関係から「直線型」の対応関係へと移行するということが明らかになり, 経年的に主観的努力度に対応してシャトル速度を調節できるようになることが報告されている.

しかし, 打動作における主観的努力度と客観的達成度の対応関係については, 走, 跳運動などと比較し, 未だ議論が深まっているとはいえない. それは, 打動作は主として相手と対戦しあう方式が多く, 個々人の技術よりも戦術に対する検討が進められてきたからである. そのため, 主観的努力度の検討対象となった動作はテニスのフラットサーブやバトミントンのスマッシュ, バックハンド・ドライブなどであり, 限られたものしか行われていないのが現状である.

そこで, 本研究では, テニスのグラウンドストロークにおける主観的努力度と客観的達成度の対応関係についてgrading能力, 出力の正確性, 的当て能力の正確性, 再現性の観点から検討することを目的とした.

## 2. 本研究で用いる用語の定義

本研究で用いる用語は以下のように定義する.

### (1) 主観的努力度

テニス競技では, コート内に打球することが前提となる. そのため本研究では, 「ターゲットエリア内に打球することを前提とした上での全力で打球した時の努力度」を主観的努力度100%とし, 各努力度を自らの感覚によって選択させた. 主観的努力度100%以外を「最大下努力度」として扱う.

### (2) 客観的達成度

測定上の意味からは主観の参与及び影響なく得ることが出来るもの(浅見ほか, 1976)で, ストロークを打つという行為の結果を表すものである. 本研究では, ボールの「速度」, 「出力の正確性」, 「的当て能力の正確性」の3つの要因をこれに当てるものとする. なお, 動作の正確性は含まない.

## II. 方法

### 1. 被験者

被験者には, 継続的にテニスのトレーニングを行っ

表1 被験者の身体特性

被験者	身長(cm)	体重(kg)	競技歴(年)
平均値	162.61	56.54	11.46
標準偏差	±5.66	±6.58	±3.07

ている大学女子テニス部所属選手13名を用いた。被験者の特性は表1に示した。なお、被験者には本研究の趣旨、内容を十分に説明し、書面により実験参加の同意を得た。また、個人情報の保護の徹底を事前通知した。

## 2. 実験試技

実験試技として、シングルスにおいて正クロスでのラリーを行う際の基本的なポジションをとり、相手コートに記したターゲットエリアを目標にしたストレートへのグラウンドストロークを用いた。被験者には、「ターゲットエリアを狙うことを前提として、自分の感覚で自分の力の○%で打って下さい。」と指示した。試技の実施は、主観的努力度を70%、80%、90%、100%と徐々に増加させて行わせる漸増試技として行った。ただし、先行研究(村木ほか, 1995)を参考に70%試技の対照試技として100%試技を最初に1回行った。実験のプロトコールは図1に示した。

ボールを出す験者の送り出したボールが指定した場所に落ち、かつ被験者が所定の場所で打てたものを有効試技とした。(したがってターゲットエリアに10回ボールが入るまで試技をした、という意味ではない。)

各主観的努力度において有効試技が10回になるまで行い、合計40試技を行った。各被験者の平均試技回数は、56.23回であった。被験者には実験前に十分なウォーミングアップを行い、試技間には疲労の影響を避けるために適度な休憩をはさんだ。

## 3. 撮影

予備実験から明らかにされた、グラウンドストロークを打つと仮定された位置を中心として縦4m、横4mの実験試技を行う場所を設定し、その四隅に較正点を設置した。送り出されたボールがワンバウンドした後、その4点の較正点の中でボールを打つ被験者の側方30mの地点からハイスピードカメラ(HSV500)を用いて、毎秒250コマで撮影した。なお、正確性の検討のために、ターゲットエリアの側方10mの地点からデジタルビデオカメラを用いてターゲットエリアの撮影も行った。実験状況は図2に示した。

## 4. 測定項目とデータの処理法

### 1) ボール速度

送り出されたボールがサービスライン後方に設定してある較正点上を通過した時点から、被験者が打球し画面上より消えるまでのボールを、動作解析システム(Frame-DIAS II ver3.10)を用いてデジタル化した。基準点をもとに4点の実長換算法を用いて実長に換算し、その座標をもとに速度を算出した。その際、デジタルフィルターを用いて6Hzで平滑化した。そして、先行研究(金子ほか, 1997)を参考にし、インパクト後

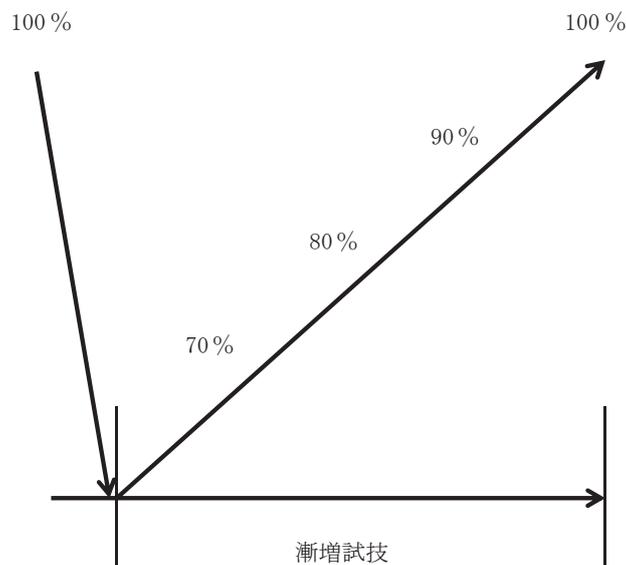


図1 実験のプロトコール

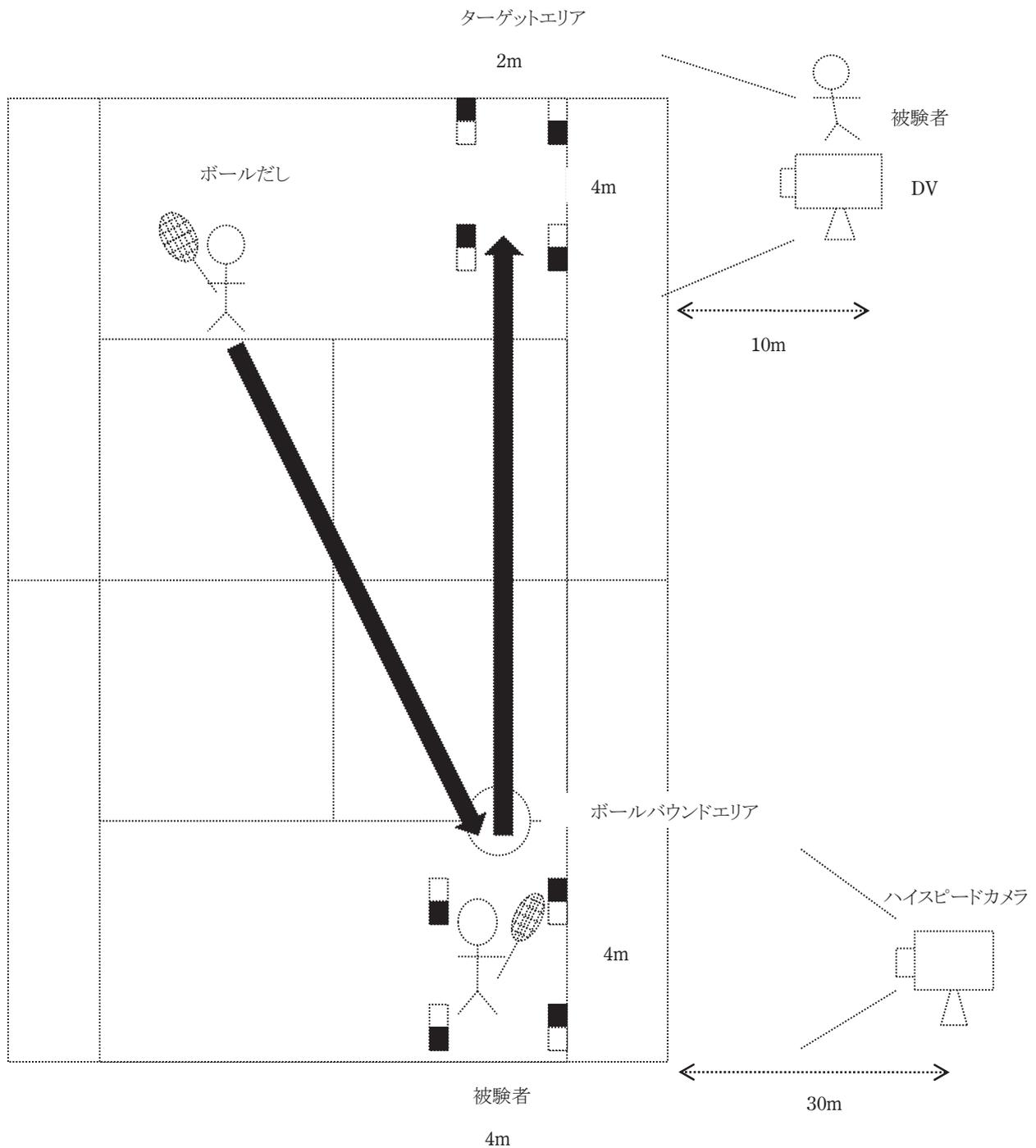


図2 実験試技撮影状況

2コマ目より初速度を算出した。各段階のボール速度は、主観的努力度100%の平均ボール速度を基準として、各段階の出力を百分率に換算した。

## 2) 出力の正確性

主観的努力度100%の平均ボール速度を基準として各段階のボール速度を百分率に換算した客観的達成度から、主観的努力度を減ずることによって求めた。

## 3) 的当て能力の正確性

先行研究(楠掘ほか, 1999)を参考とし、縦4m、横2mに設定したターゲットエリアが設置してあるベースラインの延長線上に配置した被験者1名による肉眼とデジタルビデオカメラによって得られた画像を用い、各段階の有効試技10本のうち、ターゲットエリア内に入った本数の割合を求め、正確性の判定基準とした。

4) 再現性

再現性の指標として、各段階における10本の有効試技で得られたボール速度の変動係数(標準偏差/平均値×100)を算出しその値を用いた。なお、変動係数が小さいほど再現性に優れていることを示す。

5. 統計処理

主観的努力度と客観的達成度(ボール速度)の対応関係は、両者の相関分析から検討した。各努力度の段階分けの効果については、主観的努力度を要因とする一元配置の分散分析を行い、その中でも有意な差があるものには最小有意差法を用いて多重比較を行った。その際、有意水準は5%とし、統計処理はSPSS(ver 16.0 for windows)を用いた。

III. 結果と考察

1. 主観的努力度と客観的達成度(ボール速度)の対応関係

テニスのストロークにおける主観的努力度と客観的達成度(ボール速度)の関係を見ると(表2参照)、両者の間には $r = 0.677$  ( $p < 0.01$ )の正の相関関係がみられた。つまり、主観的努力度の増加に伴い、客観的達成度(ボール速度)は増加する傾向にあることが明らかになった。

2. グレーディング能力(表2参照)

各主観的努力度の段階について一元配置分散分析を行った結果、5%水準で有意であったため、各区分において最小有意差法を用いて多重比較をおこなった。その結果、客観的達成度の大小関係は、「70% < 80% < 90%、かつ70% < 80% < 100%」という結果であった。

定本・大築(1977)は、「グレーディング能力には、過去の経験や学習からすでに形成されたプログラムの正確さや出力機構の正確さが含まれ、そのプログラム

を用いていくつかの段階に対応する主観的努力度を設定する」と述べている。これを踏まえると、本研究で得られたグレーディング能力の結果も、被験者が習慣的に行う漸増的トレーニングや過去の運動経験によってもたらされたものと考えられる。

3. 出力の正確性

図4はボール速度の出力誤差を示したものである。主観的努力度70-80-90%に対応する出力誤差の値は、それぞれ11.22-7.69-4.71%であった。主観的努力度と出力誤差の関係をみると、両者の間には $r = -0.323$  ( $p < 0.05$ )の負の相関関係がみられた。これにより本研究では、主観的努力度が高くなるにつれてその出力誤差は小さくなるという結果が得られた。これは先行研究(種ヶ嶋, 2002)と同様の結果であった。

この結果は、主観的努力度が低い場合でのボール速度を調節することの困難さを示していると考えられる。テニスの技術において、ロビングやドロップショット、ボレーなどは低い主観的努力度で動作が遂行される。だが、これらの技術はファーストサービスやグラウンドストロークといった高い主観的努力度で遂行される技術と比較すると、トレーニングやゲームにおいて遂行される場面が少ない。そのため、本研究の被験者にとっても経験上の試行回数の少なさからボール速度を調節することが困難であったと考えられる。しかし、競技レベルが上がるにつれ、これらの技術は欠くことができないものであるため、今後の練習においては、低い主観的努力度を要するトレーニングも定期的に取り入れる必要があると考えられる。

また、主観的努力度70-80-90%に対応するボール速度の相対値(図3参照)は、それぞれ81.22-87.69-94.71%であり、全試技を通じて最大下努力度におけるボール速度が100%試技を上回ることにはなかった。この結果は、テニスのサービスに関する種ヶ嶋ほか

表2 主観的努力度におけるボール速度の測定結果及び分散分析の結果

分析項目	主観的努力度段階				分散分析	多重比較
	70%	80%	90%	100%		
ボール速度 (m/sec)	15.39	16.64	18.02	19.06	*	70% < 80% < 90%, 70% < 80% < 100%
相対値	81.22%	87.69%	94.71%	100%		
標準偏差	10.10	8.60	4.55	0		

\* = 0.01

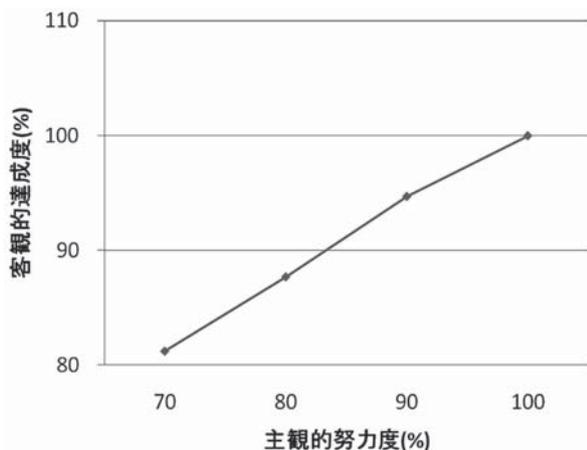


図3 全力試技のボール速度を基準とした各段階の出力相対値

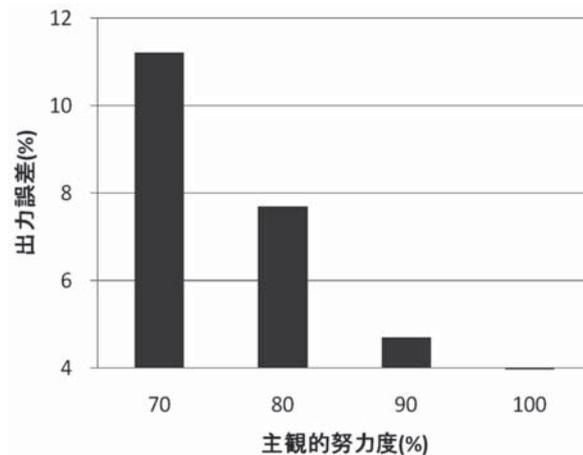


図4 各主観的努力度における出力誤差

(2002)の報告と同様であった。しかし、バドミントンのスマッシュを用いた金子ほか(1999, 2000)は、最大下努力度において100%のシャトル速度を記録したと報告しており、本研究の結果とは異なるものであった。これらの結果からバドミントン競技とテニス競技の出力の正確性を比較した際、テニス競技の方が最大下努力度で100%のボール速度を達成するのは困難であるが、そのボール速度の調節は容易であると推察される。今回ボール速度に影響を及ぼしている具体的な要因を明らかにすることは出来なかったが、今後、ラケットのスイング速度や身体要因を明らかにすること、そして打動作の種目による出力調節の困難さの有無の検討を進める必要がある。

#### 4. 的当て能力の正確性

図5は的当て能力の正確性を示したものである。本研究での各努力度70-80-90-100%に対応する正確性

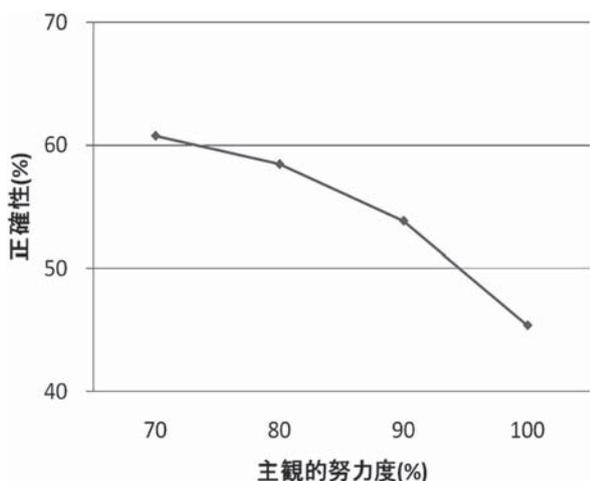


図5 各主観的努力度における正確性の相対値

は、それぞれ60.77-58.46-53.85-45.38% (平均値)であった。主観的努力度と正確性の関係をみると、両者の間には $r = -0.321$  ( $p < 0.05$ )の負の相関関係がみられた。この結果は、金子(2008)の報告と同様であった。しかし、種ヶ嶋ほか(2002)や金子ほか(1999)のように、主観的努力度80%での試技がもっとも高い正確性を示したという報告やシャトル速度の高まりに応じて正確性が低下する傾向は顕著でなかったとする金子ほか(2007)の報告とは異なる結果となった。

本研究の結果では、「主観的努力度の高まりに伴い心理的な負担の大きさが増加し、筋を適切に収縮、弛緩出来なくなる」(金子ほか, 1999)カミが生み出されたことによって正確性が低下したと考えられる。

先行研究(金子ほか, 1999, 2007; 種ヶ嶋ほか, 2002)を概観すると、打動作における主観的努力度と正確性の対応関係については未だ一定した見解が得られていないのが現状である。金子ほか(2007)は、「経年を重ねてゆくごとに高い次元でのスピードと正確性が両立されてゆき、正確性の低下が抑えられる」と述べている。本研究の被験者のテニス歴は $11.46 \pm 3.07$ 年であり、バドミントン競技の被験者よりも長くテニス競技に関わっている。だが、高い主観的努力度で正確性が低下した結果を考慮すると、打動作のボール速度と正確性を両立させるには、経年だけではなく、個人の競技レベルや競技特性、個々の種目特性や技術特性なども関わってくるのが考えられる。今回、被験者の競技レベルの相違が結果に影響していたのかを明らかにすることはできなかったが、今後、さまざまな被験者を用い、いつ頃からボール速度と正確性が両立されてゆくのか、どの程度の競技レベルでそれらは両立されているのか、検討する必要がある。

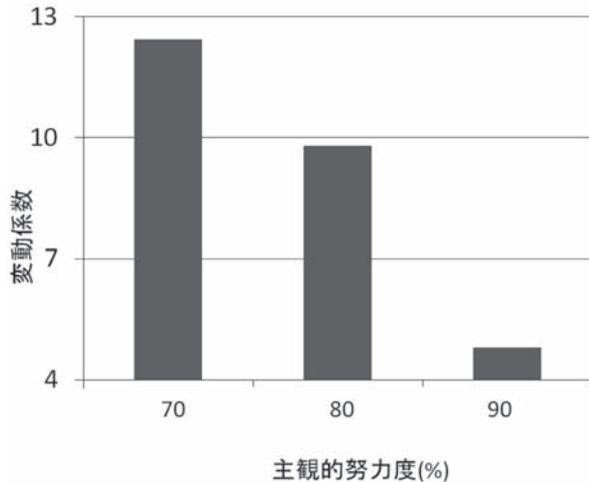


図6 各主観的努力度におけるボール速度の変動係数

### 5. 客観的達成度（ボール速度）の再現性

図6は各主観的努力度に対応するボール速度の変動係数を示したものである。本研究の各努力度70-80-90-100%に対応する変動係数は、それぞれ12.43-9.80-4.80であり、主観的努力度の高まりに伴い、変動係数は減少する傾向がみられた。つまり、主観的努力度の増加に伴い、客観的達成度の再現性は高まり、主観的努力度が低くなると客観的達成度の再現性は低くなると考えられる。

また、先行研究（金子ほか、1999、2000；種ヶ嶋ほか、2002）と本研究の結果から、バドミントン競技の方がテニス競技よりも変動係数の値が大きい傾向がみられる。このことから、テニス競技とバドミントン競技の運動再現性を比較した場合、バドミントン競技の方が運動の再現性が困難であることが推察できる。つまり、打動作の再現性においても的当て能力の正確性と同様に、被験者の特性や競技特性、試技内容などが研究結果に大きく影響していることが考えられる。

## IV. まとめ及び実践への示唆

本研究ではテニスのグラウンドストロークにおける主観的努力度と客観的達成度の対応関係を検討することを目的とした。得られた結果および知見は以下のとおりである。

- 1) テニスのストロークにおける主観的努力度と客観的達成度の関係をみると、両者の間には $r = 0.677$  ( $p < 0.01$ ) の正の相関関係がみられた。
- 2) グレーディング能力については、多重比較の結果70% < 80% < 90%、かつ70% < 80% < 100%という

グレーディングが行われていた。

- 3) 主観的努力度と出力誤差との関係をみると、両者の間には $r = -0.323$  ( $p < 0.05$ ) の負の相関関係がみられた。
- 4) 主観的努力度と的当て能力の正確性との関係をみると、両者の間には $r = -0.321$  ( $p < 0.05$ ) の負の相関関係がみられた。
- 5) グラウンドストロークの再現性については、主観的努力度の高まりに伴い、変動係数は減少する傾向がみられた。

本研究の結果から主観的努力度と客観的達成度の間には、一定の対応関係があることが明らかとなった。これらのことから、実際のトレーニングやコーチングを行う際、有用と思われる示唆を以下にあげる。

- 1) 努力度の高まりに伴い、正確性が低下する傾向がみられたことから、指導者は定期的に高い努力度での正確性を測定できるテストを行い、その結果を評価する必要がある。そして、その評価を選手にフィードバックし、自己のボールコントロール能力を把握させ、日常のトレーニング内でボール速度と正確性の双方を意識させることが重要である。
- 2) 90%試技と100%試技との間にはグレーディングがみられず、正確性も低いものであった。そのため、高強度領域内で出力を調節するトレーニングを取り入れる必要がある。また、本研究で用いた漸増、漸減の試技手順もその1つであると考えられ、合理的に活用すべきである。

## 引用・参考文献

- 浅見俊雄・足立長彦・山本恵三・北川薫・広田公一（1976）主観による運動強度の選択について—10分間走の場合—. 体育科学, 4: 1-5.
- 金子元彦・村木征人・伊藤浩志・成 万祥（1999）打動作における主観的努力度と客観的達成度の対応関係. スポーツ方法学研究, 12 (1): 25-32.
- 金子元彦・村木征人・伊藤浩志（2000）打動作における主観的努力度と客観的達成度の対応関係—男女差の観点から—. スポーツ方法学研究, 13 (1): 197-206.
- 金子元彦・伊藤浩志・村木征人・古川 覚（2007）異なる二種類の打動作における主観的努力度と客観的達成度の対応関係. スポーツ方法学研究, 20 (1): 57-70.
- 金子元彦（2008）バドミントンにおける打つ強さの調節. バイオメカニクス研究, 11 (3): 229-234.
- 楠掘誠司・井田博史・水野哲也（1999）選択反応時のソフトテニス・フォアハンド・グラウンド・ストロークの分析—クロスとストレートの打ち分けについて—. 日本機械学会, 99 (41): 134-138.
- 定本朋子・大築立志（1977）跳躍動作における出力制御の正確

- 性:跳躍距離のgradingおよび再現性の特性. 体育学研究, 22: 215-219.
- 林 研一・田村賢司・富岡信也・澤田 誠 (1999) 「テニスの指導法」. 社団法人日本プロテニス協会. テニス教本. スキージャーナル株式会社: 東京, p194.
- 柴田優子・笹原英夫・佐々 章・平野三樹・澤田 誠・江口和良 (1999) 「テニスの技術」. 社団法人日本プロテニス協会. テニス教本. スキージャーナル株式会社: 東京, p66.
- 種ヶ嶋尚志・高橋正則・加藤史夫 (2002) テニスのサービスにおける主観的努力度がパフォーマンスに与える影響. スポーツ方法学研究, 15 (1): 15-23.
- 村木征人・岡部隆浩・日下部光 (1995) 主観的強度と基本運動のパフォーマンスの対応関係. 日本体育学会, (46): 533.

平成23年 月 日受付

平成23年 月 日受理