

## 野球の投球における主観的努力度がボールの初速度と正確さに及ぼす影響

大岡 昌平<sup>1)</sup> 前田 正登<sup>2)</sup>

### Effects of subjective effort level on initial velocity and accuracy of a pitched baseball

Shohei Ohoka<sup>1)</sup> and Masato Maeda<sup>2)</sup>

#### Abstract

The aim of this study was to investigate the trade-off relation between the speed and accuracy of a pitched baseball. To do this, the initial velocity of the ball at release and the distance between the arrival position of pitched ball and the target were measured at the four different subjective effort levels. Three baseball pitchers each performed 12 sets of 16 pitches at subjective effort levels of 100%, 90%, 70%, and 50%; in each of the sets, the target was set at a different height above home plate. Each pitcher threw 192 pitches in total. The pitching motion and trajectory of the ball were videotaped with a high-speed video camera and normal video camera, respectively, and analyzed by three-dimensional direct linear transformation. The following results were obtained. Although there were individual differences between participants, the initial velocity of each pitched ball at subjective effort levels of 100%, 90%, and 70% was over 90% of the participant's maximum velocity, and in general, the accuracy of the pitch and initial velocity of the ball at release had a trade-off relation: accuracy increased with decreasing initial velocity. However, at the 50% subjective effort level, the opposite relation was observed: accuracy decreased with decreasing initial velocity. As the subjective effort level was reduced, all the participants changed their pitching motion at a certain subjective effort level. This change in pitching motion possibly caused the pitchers to change their technique for releasing the ball, and consequently the trade-off relation no longer held.

Key words: baseball pitching, initial velocity at release, accuracy of pitched ball, subjective effort level, trade-off relation  
投球, ボール初速度, 投球の正確さ, 主観的努力度, トレードオフ関係

#### I. 緒言

野球の試合において、いわゆる投手の力量はその試合の勝敗に大きく影響する（倉重ほか, 1996；与田, 2010）と考えられており、「野球は投手力が7割」（鈴木, 2011）とも言われるほどである。プロ野球では150km/hを越す速球で打者を力で抑えようとする投手が活躍する一方で、球速はあまり大きくなるとも、巧みなコントロールで打者を翻弄する投手もいる。このように、投手が打者を打ち取るためには、より速い球を投げるだけでなく、狙ったコースにボールを正確に投げることも重要であると考えられる。より速く、より正確に投球することは、すべての投手にとって極めて重要な課題であるといえる。

ある標的に対してボールやダーツなどを投射する、

いわゆる「的あて」の研究で、的中率や到達位置からのまでの距離を測定して正確性を調べた研究は多くある（豊島・星川, 1976；豊島ほか, 1981, 1983；大築, 1988；桜井, 1992；森本ほか, 2002；石垣・清水, 2003；伊藤ほか, 2005；土屋・小田, 2006）。そして、速さを重視すれば正確さが低下し、逆に、正確さを重視すれば速さが低下するという「速さ-正確さトレードオフ関係」についての報告も数多くなされている（豊島・星川, 1976；豊島ほか, 1981, 1983；大築, 1988；桜井, 1992）。一方、指導の現場においては、投球の正確さを重視しすぎると本来の投球ができず、かえって狙ったところにボールを投げるができない「置きに行く」投球として、否定的に評されることも少なくない（松井, 2009；丹羽, 2008；佐藤ほか, 2009）。伊藤ほか（2005）は、投運動の熟練者と非熟練者を比

1) 神戸大学大学院人間発達環境学研究科  
Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

2) 神戸大学  
Kobe University

較し、投運動の熟練者においては、必ずしも速さと正確さはトレードオフ関係にはないことを報告している。また、森本ほか(2002)は、投運動の熟練者において主観的努力度と正確さの関係を検討し、速さと正確さのトレードオフ関係が崩れる「境界努力度」が存在するのではないかと報告している。これらのように、投球の速さと正確性の関係が変わることは、投球動作にも何らかの変化が生じていると考えられ、伊藤ほか(2005)はその変化を明らかにする必要性を述べている。鈴木(2011)は、投手は打者に対して常に「同じ投げ方で」投球することが重要であるとし、球種によって投球フォームが一定でなければ、打者に大きな情報を与えることとなり、ヒットを打たれる確率が上がると述べている。松尾ほか(1993)や中村・林(2010)は、ストレートとカーブを投球する際の投球腕の姿勢を踏み出し足接地時およびボールリリース時において比較しているが、その差は非常に小さく、顕著な違いではなかったと報告している。このことから、特定の時刻において投球動作が大きく変化することは考えにくく、投球動作の変化を評価するためには、投球動作全体を通しての変化に着目する必要があると考えられる。

伊藤ほか(2005)や森本ほか(2002)が速さ-正確さトレードオフ関係について検討した研究は、いずれも平地で投球を行わせており、マウンドからの投球ではない。また、標的までの距離も規定とは異なっていたこともあり、試合で行うような投球とは異なる環境設定での投球であったことになる。中本ほか(2004)は、マウンドの有無が野球投手の投球動作に及ぼす影響について、マウンドの有無がストライド幅、膝関節角度、リリース位置などに影響を与え、マウンドの有無で投球動作が変わることを報告している。したがって、投手の投球について速さ-正確さトレードオフ関係を検討するには、実際の投球環境に則して行う必要がある。

本研究では、野球の投手の投球における主観的努力度の変化が、初速度と正確性にどのように影響するかを、投球動作の結果である投球動作中のボールの動きを分析することで明らかにする。

## II. 研究方法

### 1. 実験方法

#### 1) 被験者

被験者は全日本大学野球連盟に加盟する某連盟の一部リーグに所属する大学野球部の投手3名とした。被

Table 1 被験者

被験者	身長 [cm]	体重 [kg]	年齢 [歳]	野球経験 <sup>†</sup> [年]
I	172	68	23	12(9)
U	178	73	20	9(8)
T	171	64	19	8(4)

† ( ) 内は投手経験年数

験者は全員右利きで、オーバーハンドスローであった。被験者の身長、体重、年齢及び野球経験年数をTable1に示す。なお被験者には、本実験の趣旨や内容、危険性を説明し、同意を得た上で実施した。

#### 2) 撮影方法

完全に同期された2台のビデオカメラ(XC-009, SONY社)をホームベース後方に設置し、この2台のカメラを用いて投球軌道全体を60fpsで撮影した。また、被験者の後方に完全に同期された2台の高速度ビデオカメラ(FASTCAM-Rabbit, フォトロン社)を設置し、被験者の投球動作全体を120fps、シャッタースピード1/1000秒で撮影した。

なお、本研究で用いた座標系は、被験者の左右方向で、三塁に向かう方向をx軸正方向、投球方向をy軸正方向、鉛直上向き方向をz軸正方向とした。

#### 3) キャリブレーション

本研究では、コントロールポイントを投球方向に対して2m毎に10箇所、投球方向に直交する左右方向に対して3箇所、鉛直方向に4箇所の計120点として、投球軌道用のビデオカメラで撮影し校正を行った。校正の結果、本測定による誤差は、最小誤差1.11cm、最大誤差2.87cm、平均誤差1.93cmであった。

また投球動作用のカメラは、被験者の前後方向に対して1m毎に4箇所、被験者の左右方向に対して3箇所、鉛直方向に4箇所の計48点を撮影し校正した。校正の結果、本測定による誤差は、最小誤差0.58cm、最大誤差1.52cm、平均誤差0.96cmであった。

#### 4) 実験手順

実験試技として、被験者にはマウンドからホームベース後方の捕手に向かって験者が指示した主観的努力度で投球させた。ホームベースの最も捕手に近い位置の直上に標的(約10cm四方)を設置し、投球にあたってはその標的をねらうものとした。より実践の条件に近づけるために、標的の位置は打者にとって高めと低めとなるように、地面から100cmと60cmの2種類とした。主観的努力度を4種類設定し、被験者には主観的努力度を球速に反映するように指示した。主観

的努力度と客観的達成度との間には直線的な対応関係があると仮定し、「全力投球」を100%、「大きく力を抜いた」努力度を50%とし、その間に相当する「やや力を抜いた」を90%、「力を抜いた」を70%として主観的努力度を設定した。実験試技は、主観的努力度が4種類に標的の高さが2種類を組み合わせた計8種類とし、各条件2球ずつで16球を1セットとして12セット、合計192球の投球を行わせた。なお、被験者の疲労を考慮し、実験は4日以上の間隔を空け2日に分けて実施した。各条件設定は1球ごとに験者がランダムに指示した。投球は30-35秒間隔で行うこととし、セット間には5分間の休憩をはさんだ。また、両日とも実験のはじめに最高球速を測定するために、標的を設置しない全力投球を5球行わせた。なお、これらの実験試技に際しては、十分なウォーミングアップの後に行わせた。

## 2. 分析方法

### 1) 分析区間

ビデオカメラで撮影した映像をもとに、設置した標的位置までの投球軌道を算出するために、投手がボールをリリースしてから捕手が捕球するまでの区間を投球軌道の分析対象区間とした。また、高速度ビデオカメラで撮影した映像において、投手が投球動作に入った後でボールがホームベースから最も遠くに位置したコマ、およびボールをリリースしたコマを判別し、それらの前後5コマを含めた区間を投球動作中のボール軌道の分析対象区間とした。

### 2) 分析項目

#### ①標的との誤差

本研究では石垣・清水(2003)の方法に倣い、正確さを評価する指標として標的との誤差を用いた。2台のビデオカメラで撮影した映像をコンピュータに取り込み、三次元動作解析ソフトウェア(Frame-DIAS II V3 3D, DKH社)を用いて分析を行った。

分析対象区間にあるボールの中心をデジタイズし、ボールの3次元位置座標の時間変化を得た。標的の設置位置を通過した時点のボールの位置座標を求めるために、前田・白井(2008)が用いた方法を参考にして、デジタイズによって得られた各座標の時系列データに最小2乗法による2次の多項式近似を適用した。多項式近似で得られた2次式から、ボールが標的設置位置を通過した時点のx座標及びz座標を求めた。

#### ②ボール初速度及び相対ボール初速度

2台の高速度ビデオカメラで撮影した映像をコンピュー

タに取り込み、三次元動作解析ソフトウェア(Frame-DIAS II V3 3D, DKH社)を用いて分析を行った。

投球動作中におけるボールの中心をデジタイズし、ボールの3次元位置座標を得た。得られたデータはバッテリー型ローパスフィルターを用いて、遮断周波数10Hzで平滑化した。高速度ビデオカメラの映像をもとに、ボールと手が完全に離れた直前のコマを割り出し、そのコマをリリース時点とした。投球動作中におけるボールの位置座標の変位を時間微分することによりx, y, zの各成分の速度を求め、リリース時におけるそれらの合成速度をボール初速度とした。

また、各被験者が標的を設置しないで行った全力投球のうち、最もボール初速度が大きかった投球試技のボール初速度に対する各試技のボール初速度の割合を相対ボール初速度として百分率で算出した。

#### ③ボールストローク距離

ボールが投球方向から最も離れた時点からリリース時に至るまでの間について、ボール位置の変化をx, y, zの各方向について求め、リリース時までのそれらの積算値の合成を投球時におけるボールストローク距離として算出した。

#### ④リリースまでの時間

投球動作中において、ボールが投球方向から最も離れた時点からリリース時までに要した時間をリリースまでの時間として、高速度ビデオカメラのコマ数から求めた。

#### ⑤投射角度

リリース時までにボールに加えられた運動量をy及びzの各軸方向について求め、それらの正弦を投射角度とした。

### 3) 統計処理

標的との誤差、ボールストローク距離、リリースまでの時間及び投射角度は主観的努力度ごとに平均値を求め、標的の高さにより違いがあるのかを対応のあるt検定を用いて有意水準5%で検定した。有意な差は認められなかったため、標的の高さによる影響はないものとし分析を進めた。各算出項目について、主観的努力度の違いによる影響を調べるため、一元配置分散分析を用いて、有意水準5%で検定し、有意な主効果が認められた場合は、多重比較検定によってどの主観的努力度間に有意差があるのかを検定した。またボール初速度については、パートレット検定により等分散性の仮定が棄却されたため、ノンパラメトリック検定のクラスカル・ウォリス検定を用いて有意水準5%で検定した。

### Ⅲ. 結果

#### 1. 主観的努力度と標的との誤差の関係

主観的努力度とボール到達位置の標的との誤差の関係を被験者ごとにFig.1に示す.

被験者Iにおいては, 100%試技から90%試技, 70%試技へと主観的努力度の度合いが小さくなるにしたがって, 標的との誤差が小さくなる傾向がみられた. しかし, 50%試技での標的との誤差は, 70%試技 ( $p < 0.01$ ) や90%試技 ( $p < 0.05$ ) より有意に大きくなって

いた. 被験者Uにおいても, 100%試技から90%試技, 70%試技へと主観的努力度の度合いが小さくなるにしたがって, 標的との誤差が小さくなる傾向がみられ, 100%試技から70%試技への減少は有意 ( $p < 0.05$ ) であった. また, 50%試技での標的との誤差は70%試技での値よりも有意 ( $p < 0.05$ ) に大きかった.

被験者Tにおいては, いずれの主観的努力度間も有意な差は認められなかったが, 100%試技から50%試技へと主観的努力度の度合いが小さくなるにしたがって, 標的との誤差も概ね小さくなる傾向がみられた.

#### 2. 主観的努力度と初速度の関係

主観的努力度とボールリリース時の初速度の関係を被験者ごとにFig.2に示す.

いずれの被験者においても, 90%試技と100%試技との間以外のすべての主観的努力度間で有意な差 ( $p < 0.01$ ) が認められ, 主観的努力度の度合いが小さくなるにしたがって初速度も低くなっていた. しかし, 被験者によって主観的努力度の低減に伴うボール初速度の低下の度合いに違いがみられた.

#### 3. 主観的努力度と相対ボール初速度の関係

主観的努力度と各試技条件における相対ボール初速度の関係を被験者ごとにFig.3に示す. 標的を設置しない全力投球時のボール初速度を100%とすると, 被験者Iの50%試技が77.4%, 70%試技が94.9%, 90%試技が98.7%及び100%試技が99.7%となり, 50%試技での相対ボール初速度が著しく低かった. 同様に, 被験者Uでは50%試技が79.3%, 70%試技が90.6%, 90%試技が96.1%及び100%試技が98.7%となり, 被験者Tでは50%試技が81.0%, 70%試技が88.7%, 90%試技が96.1%及び100%試技が98.8%となり, 被

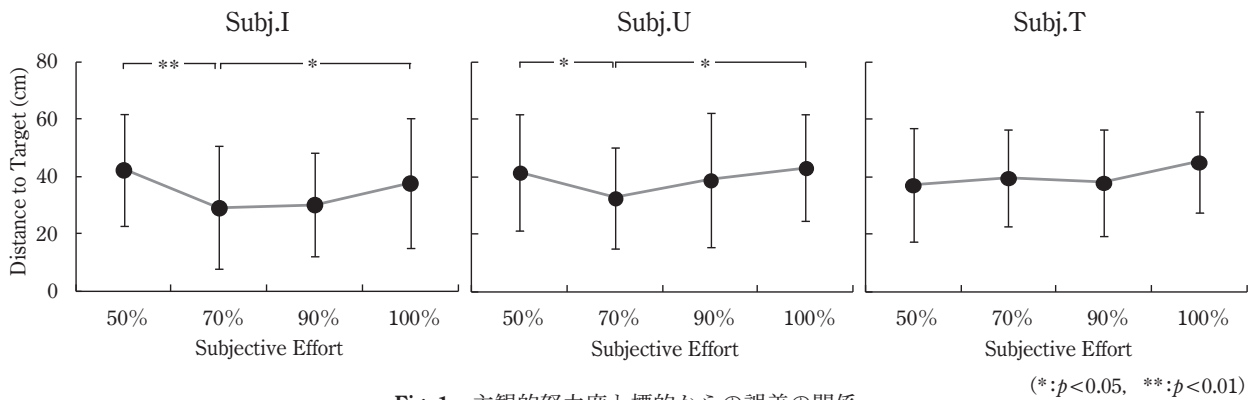


Fig. 1 主観的努力度と標的からの誤差の関係

(\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ )

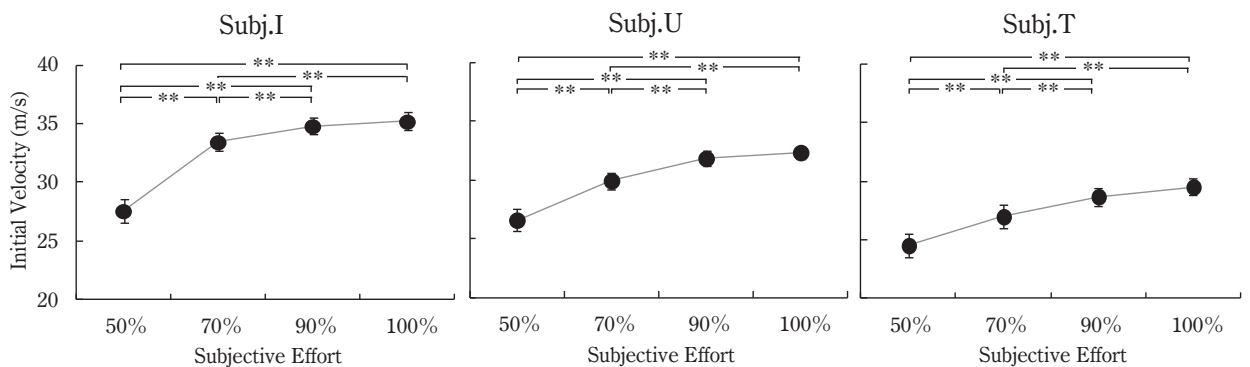


Fig. 2 主観的努力度とリリース時のボール初速度の関係

(\*\*: $p < 0.01$ )

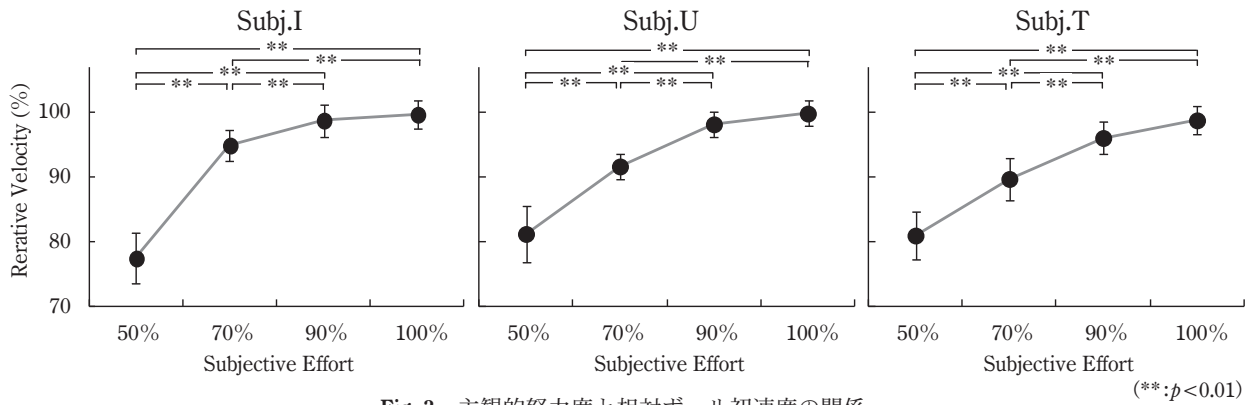


Fig. 3 主観的努力度と相対ボール初速度の関係

(\*\*: $p<0.01$ )

験者Uの70%試技から50%試技への主観的努力度の低下に伴う相対ボール初速度の低下は、被験者Iのそれと同様に著しい低下であった。

全被験者の実験試技において、主観的努力度(%)をS、客観的達成度を表す相対ボール初速度(%)を $V_R$ とすると、 $S = 22.87 \times V_R^{0.32}$ の累乗近似が成立し、 $r = 0.91$ であった。また、本研究での主観的努力度50%、70%および90%における相対ボール初速度はそれぞれ $79.7 \pm 3.9\%$ 、 $92.0 \pm 3.3\%$ および $97.6 \pm 2.6\%$ を示した。被験者ごとに主観的努力度を相対ボール初速度の累乗関数で表すと、べき指数は2.25から2.91にややばらついていたが、50%以上では主観的努力度と相対ボール初速度は直線的に対応しており、被験者間の主観的努力度の感覚的な差は小さかった。

#### 4. 主観的努力度とリリースまでのストローク距離の関係

主観的努力度と投球時のストローク距離の関係を被験者ごとにFig.4に示す。

被験者Iでは、主観的努力度の低下に伴いストローク距離が減少する傾向であり、90%試技( $p<0.05$ )及

び100%試技( $p<0.01$ )と50%試技では、50%試技が有意に小さかった。

被験者Uでは、いずれの条件間も有意な差は認められなかった。

被験者Tも被験者Iと同様に主観的努力度の低下に伴いストローク距離は減少する傾向であり、100%試技と50%試技( $p<0.01$ )及び70%試技( $p<0.05$ )では、50%試技及び70%試技が有意に小さく、90%試技と50%試技では、50%試技が有意に小さかった( $p<0.01$ )。

#### 5. 主観的努力度とリリースまでの時間の関係

主観的努力度と投球時におけるリリースまでに要した時間の関係を被験者ごとにFig.5に示す。

いずれの被験者にも共通して、主観的努力度が低下するにしたがってリリースまでに要した時間は長くなる傾向にあったが、被験者Iでは、70%試技、90%試技及び100%試技と50%試技との間で有意差( $p<0.01$ )が認められ、50%試技での時間が長かったが、他の主観的努力度間で有意な差は認められなかった。また、被験者U及びTでは、90%試技と100%試技の間以外

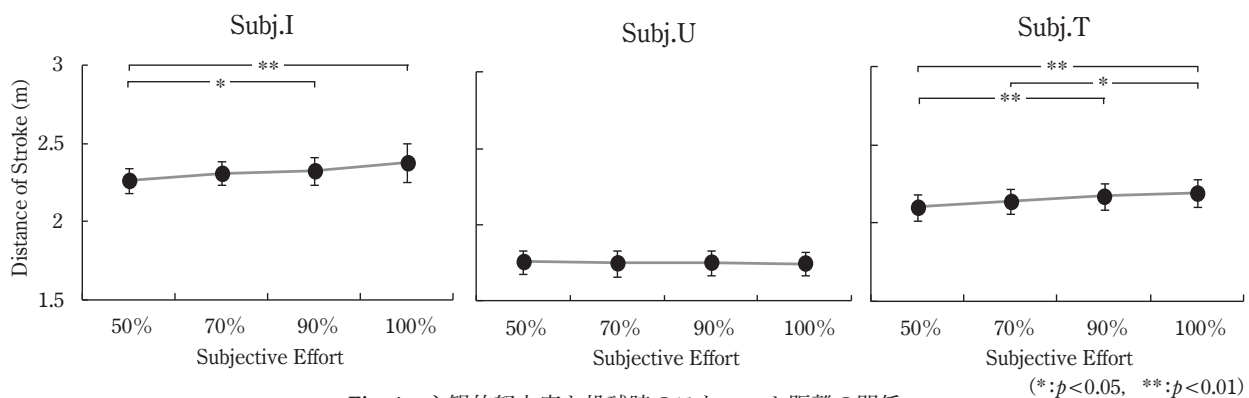


Fig. 4 主観的努力度と投球時のストローク距離の関係

(\*: $p<0.05$ , \*\*:  $p<0.01$ )

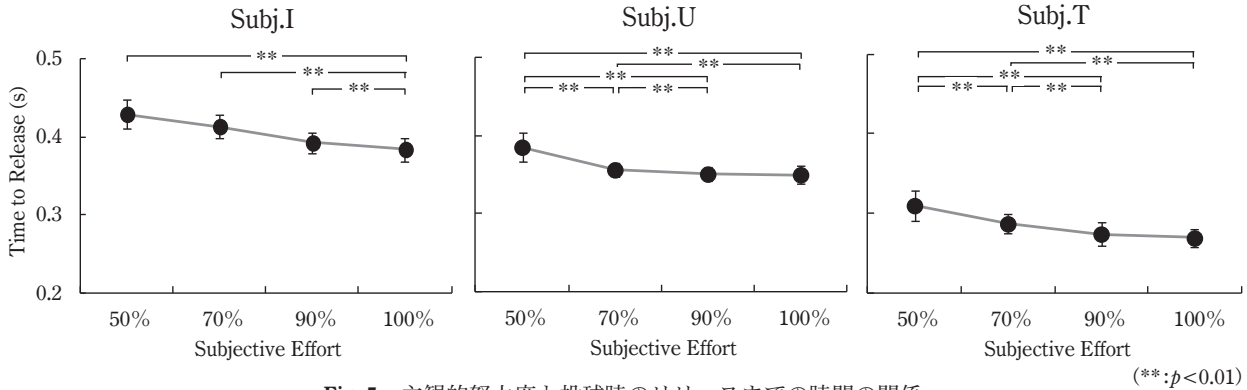


Fig. 5 主観的努力度と投球時のリリースまでの時間の関係

(\*\*: $p < 0.01$ )

のすべての条件間で有意差 ( $p < 0.01$ ) が認められた。

6. 主観的努力度と投射角の関係

主観的努力度とリリース時の投射角度の関係を被験者ごとに Fig.6 に示す。

いずれの被験者にも共通して、主観的努力度が低下するにしたがってリリース時の投射角度は大きくなる傾向にあり、被験者I及びUでは、70%試技、90%試技及び100%試技と50%試技との間で有意差 ( $p < 0.01$ ) が認められ、50%試技での投射角度は大きかった。被験者Tでは、90%試技及び100%試技と70%試技との間で、また90%試技及び100%試技と50%試技との間で有意差 ( $p < 0.01$ ) が認められ、50%試技と70%試技がそれぞれ大きく、50%試技と70%試技の間にも有意差 ( $p < 0.05$ ) が認められた。

IV. 考 察

1. 投球における速さと正確さのトレードオフ関係

森本ほか (2008) は野球投手に5段階の主観的努力度で投球させた結果、主観的努力度が95%および

97.5%の試技において、100%の試技よりボール速度が上回っていたものの、投球の正確性については特定の傾向は見られなかったとしている。本研究ではすべての被験者において、主観的努力度が低下するにしたがってボール初速度は低下し、有意な差ではなかったものの、被験者I及びUの100%試技から70%試技に至るまでと被験者Tの100%試技から90%試技まで、標的との誤差も低下する傾向が認められた。これらの主観的努力度においては、ボール初速度が小さくなるにしたがって正確さが高まっており、両者はトレードオフの関係になっていた。しかし、被験者I及びUの50%試技と90%試技の間、50%試技と70%試技の間及び被験者Tの70%試技と90%試技の間にはそれぞれトレードオフの関係ではなかった。

伊藤ほか (2005) は、野球部員と普段投運動のトレーニングを行っていない一般男性とを比較し、投運動に熟練している野球部員では、最高球速の75%以上において速さと正確さがトレードオフ関係になるが、それ未満においては、速さと正確さの関係がトレードオフと逆の関係になると報告している。また森本ほか (2002) は、大学野球部員を対象として主観的努力度と

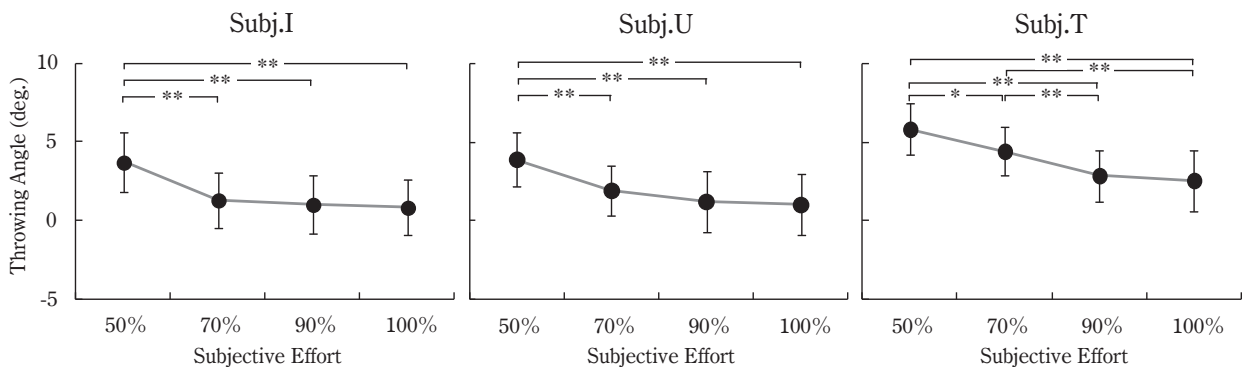


Fig. 6 主観的努力度とリリース時の投射角度との関係

(\*: $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ )

正確性の関係を検討し、主観的努力度が90%以上では速さと正確さがトレードオフ関係になるが、主観的努力度85%（最高球速の93%）以下では球速が低下するとともに正確性も低下し、速さと正確さがトレードオフ関係に反する関係になったと報告している。

本研究においては、被験者I及びUでは主観的努力度が70%から50%に、被験者Tでは主観的努力度が90%から70%にそれぞれ低下させると速さと正確さにトレードオフ関係が見られなくなり、トレードオフ関係がみられなくなる主観的努力度の境界が認められた点では、伊藤ほか（2005）及び森本ほか（2002）の報告と同様の結果であった。したがって、速さと正確さのトレードオフ関係は、主観的努力度が限られた範囲内で成立するものではないかと考えられる。

## 2. 主観的努力度がボール初速度と正確性の関係に及ぼす影響

本研究において、被験者I及びUの50%試技と90%試技、50%試技と70%試技の間には、ボール初速度が小さくなると標的との誤差が大きくなるという、速さと正確さにトレードオフとは逆の関係がみられた。また被験者Tにおいても、70%試技と90%試技の関係は、トレードオフの関係にはなかった。

Fig.6にみられるように、被験者I及びUの50%試技では、他の70%から100%までの試技よりも有意に大きな投射角度で投球しており、同様に、被験者Tも50%試技と70%試技では、90%試技及び100%試技より有意に大きな投射角度で投球していた。つまり、いずれの被験者も主観的努力度を低下させるために、山なりに近いボール軌道で投球を行うことにより、正確性を維持しようとしていたと考えられる。投射角度に有意な差が認められた主観的努力度は、速さと正確さの間にトレードオフ関係がみられなくなった主観的努力度と一致していた。被験者I及びUでは50%試技において、被験者Tでは70%試技において、それぞれどのようにボールをリリースするかという各被験者の方策が、全力を含めた高い主観的努力度での投球とは異なるものに変容していた可能性が考えられる。またそれによって、ボールのコントロールが困難となり、正確性が低下してトレードオフ関係がみられなくなったものと考えられる。

伊藤ほか（2005）によると、速さと正確性の関係が変わるということは、投球動作に何らかの変化が生じている可能性がある。これらのことから、被験者I及びUでは50%試技と70%試技の間において、また被

験者Tでは、70%試技と90%試技の間において、全力で投球する際の投球動作と変化が現れるのではないかと推察される。

Fig.4の主観的努力度と投球時のストローク距離の関係を見ると、被験者Iは50%試技でのストローク距離がその他の試技条件よりも短く、被験者Tも50%試技と70%試技でのストローク距離は90%試技や100%試技よりも短かった。この2名については、速さと正確さのトレードオフ関係がみられなくなる主観的努力度において、ストローク距離が短くなったことになる。投球のストローク距離が変わるということは、通常の投球とはリリースに至るまでのボールの動かし方が異なるということであり、投球動作も異なっていることになる。つまり、被験者Iの50%試技、被験者Tの50%試技及び70%試技は、100%試技を含めた主観的努力度が高い試技の投球動作とは異なる投球動作になっていたことになる。一方、被験者Uでは、いずれの試技条件間にも有意な差は認められなかった。これらのことから、被験者I及びTは、主観的努力度を調節するためのボール初速度の調節を、ストローク距離を変化させることを手段のひとつとして用いているのに対して、被験者Uは、ストローク距離とは別的手段によってボール初速度を調節している可能性が考えられる。

Fig.6の主観的努力度と投球時のリリースまでの時間の関係を見ると、被験者I及びUは50%試技でのリリースまでの時間が他の試技条件よりも有意に大きく、被験者Tも50%試技と70%試技のリリースまでの時間は、90%試技や100%試技よりも有意に大きかった。投球時のストローク距離の場合と同様に、被験者I及びTの2名については、速さと正確さのトレードオフ関係がみられなくなる主観的努力度と、リリースまでの時間が有意に増大した主観的努力度が一致したことになる。したがって被験者I及びTは、ボール初速度を調節するために、投球時のストローク距離とともにリリースまでの時間も変化させていると考えられる。また被験者Uについても、速さと正確さのトレードオフ関係がみられなくなった50%試技と70%試技との間で、リリースまでの時間に有意な差が認められたことから、被験者Uはボール初速度の調節を投球時のストローク距離ではなく、主にリリースまでの時間を変化させることで行っていたと考えられる。

被験者Uのリリースまでの時間における100%試技との有意な差は、70%試技との間にも認められてい

た。Fig.3, 4 および5より, 投球時のストローク距離及びリリースまでの時間がともに100%試技と有意な差が認められた主観的努力度は, 被験者Iで50%試技, 被験者Tでは70%試技であり, それらの主観的努力度におけるボール初速度は各被験者の最高球速に対していずれも90%を下回るとともに投球動作が変化していたことがわかる。つまり, ボール初速度が最高球速に対して概ね90%を下回ることが, リリースの仕方についての方策が変化し, 速さと正確さの間にトレードオフ関係が成立しなくなる境界であるのではないかと考えられる。被験者Uの70%試技における最高球速に対するボール初速度は90.6%と90%に極めて近い値であることから, いずれの被験者においても, 最高球速に対するボール初速度が概ね90%を下回ると全力投球とは異なる投球動作に変容するのではないかと考えられる。

このように, 投射角度, すなわちボールリリースの仕方に関する方策を変化させた主観的努力度においては, いずれの被験者にも明確な投球動作の変容が見られたが, 被験者Uについては, 方策が変わらずともボール初速度を低下させるためにリリースまでに要する時間を長くすることで対応していたと考えられる。

### 3. 主観的努力度の投球トレーニングへの適用

本研究の結果から, 投手が正確性を念頭においた投球では, 主観的努力度を低下させていくと, いずれは投球動作そのものに変化が生じることが明らかになった。その投球動作に変化が現れる主観的努力度に個人差はあるものの, いずれの被験者も最高球速の90%近傍の球速で変化が現れていた。つまり, 最高球速の90%未満で投球練習を行っても, それは全力に近い試合での投球とは全く別の動作となっている可能性が極めて高いということになる。森本ほか(2002)の報告によれば, 主観的努力度で95%, 最高球速の97%前後での投球が速さと正確さを併せて評価する指標値が最も高くなるという。以上のことを踏まえると, 投手は正確性を向上させることを主眼とした練習を行う際には, 最高球速のおよそ90%以上を維持した投球練習をすることが望ましいと考えられる。

## V. 総括

本研究では, 野球の投手の投球における主観的努力度の変化が, 初速度と正確性に及ぼす影響について明らかにすることを目的とした。

3名の被験者に, マウンドから4種類の異なる主観的努力度でホームベース上に設置した標的目掛けて投球させた。投球は, 30-35秒間隔で16球投げることを1セットとし, セット間に5分の休憩を入れながら12セット, 合計192球の投球を連続しない2日に分けて行わせた。そして, 4種類の主観的努力度の投球でボール初速度や標的との誤差を測定し, 投手の投球における速さ-正確さトレードオフ関係について検討した。

結果は以下の通りである。

被験者I及びUでは主観的努力度が100%から70%までの試技において, 被験者Tでは100%試技と90%試技において, それぞれボール初速度と標的との誤差はトレードオフの関係にあったが, さらに主観的努力度を低下させると, ボール初速度と正確性はトレードオフの関係に反する結果になった。

被験者によって個人差はあるものの, 主観的努力度を低下させていくと, いずれの被験者も投球動作を変化させていた。投球動作の変容は, 被験者のボールリリースについての方策が変化したことによるものと考えられ, そのことが速さ-正確さトレードオフ関係が見られなくなる原因にもなっていると考えられた。

## 文 献

- 石垣尚男・清水陽介(2003) 標的サイズと投球コントロールの正確性. 愛知工業大学研究報告第38号: 213-217.
- 伊藤慎哉・来田宣幸・小田伸午(2005) 投運動における球速と正確性の関係. 体力科学, 54(6): 586.
- 倉重賢治・亀山嘉正・宮崎茂次(1996) 客観的な過去のデータと主観的な一対比較結果から求める評価項目の重要度算出法—プロ野球における打撃力と投手力の重要度決定の場合—. 日本オバレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会アブストラクト集: 94-95.
- 前田正登・白井信幸(2008) 野球投手における投球数の増加が投球軌道に及ぼす影響. トレーニング科学, 20(3): 183-193.
- 松井優史(2009) 真実の一球. ベースボールマガジン社: 11-50.
- 松尾知之・松元 剛・菊地はるひ・高田義弘(1993) 一流野球選手の投球動作の特徴: ストレートとカーブの比較. 日本体育学会大会号(44A): 406.
- 森本吉謙・伊藤浩志・川村 卓・村木征人(2002) 野球の投球運動における主観的努力度とパフォーマンスの対応関係. 日本体育学会第53回大会号: 480.
- 森本吉謙・川村 卓・金子元彦・入澤裕樹(2008) 高強度領域での野球の投球運動における主観的努力度とパフォーマンスの対応関係. 日本体育学会大会予稿集, 59: 222.
- 中本真也・宮川俊平・白木 仁・向井直樹・竹村雅裕(2004) マウンドの有無が野球投手の投球動作に及ぼす影響. 体力



- 科学, 53 (6) 号 : 858.
- 中村康雄・林 豊彦 (2010) ストレートとカーブの投球動作の運動学・動力学解析. 同志社スポーツ健康科学, 2 : 38-46.
- 丹羽政善 (2008) メジャーの投球術. 祥伝社 : 23-64.
- 大築立志 (1988) 「たくみ」の科学. 朝倉書店 : 45-52.
- 桜井伸二 (1992) 投げる科学. 大修館書店 : 158-172.
- 佐藤義則・宇野 勝・岡 義郎・鎌田 実 (2009) 21世紀の野球理論. 神戸新聞総合出版センター : 5-47.
- 鈴木康夫 (2011) 野球心得書. 日刊スポーツ出版社 : 47-62.
- 豊島進太郎・星川 保 (1976) 投げ出されたボールの速度と正確性からみた投運動の調整力. 身体運動の科学II, 杏林書院 : 169-174.
- 豊島進太郎・星川 保・池上康男 (1981) バスケットボールショットの正確さに及ぼすボール初速度と投射角度の影響. 体育学研究, 26 (3) : 237-244.
- 豊島進太郎・星川 保・松井秀治・市川真澄 (1983) ボール投げのコントロールについて. 日本体育学会第34回大会号 : 384.
- 土屋真司・小田伸午 (2006) 野球の投手の投球はどのような分布になるのか?. 京都体育学研究, 22 : 15-22.
- 与田 剛 (2010) 中継ぎカーリストラ社会ニッポンの新しい生き方. ワニブックス : 5-46.

平成24年3月1日受付

平成24年10月17日受理

