

野球のトス打撃における投球角度の違いがスイング動作に及ぼす影響 —肩・腰およびバットの回転角度に着目して—

川村 卓^{*}・島田一志^{**}・下山 優^{***}・奈良隆章^{*}・小池関也^{*}

Influence on the shoulder, the hip and the bat rotation by various angles of pitch in a toss drill of baseball batting

KAWAMURA Takashi^{*}, SHIMADA Kazushi^{**},
SHIMOYAMA Yutaka^{***}, NARA Taka-aki^{*} and KOIKE Sekiya^{*}

Abstract

The purpose of this study was to clarify the method and the notes of the toss drill by comparing the body rotation in hitting tosses of various angles. 10 right-hand collegiate players participated in the experiment. Subjects hit total 8 tosses from 4 angles (0 degrees, 30 degrees, 60 degrees, 90 degrees) with 2 tosses in respective angles. Motion capture system (VICON 612) was used for the analysis of the batting motion, from the phase of TOP (i.e. the time that the grip speed has reached 1m/sec) to the phase of impact. The following have been found in this study. 1. In the rotational angle of the shoulder, the toss angle of 0 degrees was significantly larger than other angles at all time points ($p<0.05$ and $p<0.01$). However, in the rotational angle of the hip and the twist angle (shoulder-hip), the toss angle of 0 degrees was not significantly different from other angles with the exception of the rotational angle of the hip in the toss angle of 90 degrees at the impact ($p<0.05$). 2. It was found from the results that the rotation of the toss angle of 0 degrees and the rotation of hitting in the pitch of the pitcher by the precedent study were the same.

キーワード：野球, バッティング, 回転動作, 練習方法, トス打撃

Key words: baseball, batting, body rotation, practice method, toss drill

1. はじめに

野球の打撃について、川村³⁾は投手の投球時間、140km/h ならば約 0.44 秒の間にいかに

判断とスイングを行うかという大きな課題があり、スポーツの打具としては重い部類に入るバットを静止した状態から加速させることは慣

^{*} 筑波大学体育科学系

Department of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

^{**} 金沢星稷大学人間科学部

Department of Human Sciences, Kanazawa Seiryō University

^{***} 尽誠学園高等学校

Jinsei Gakuen High school

性の法則からいっても非常に困難な課題であると述べている。このような打撃技術を向上させるためには質と量を考慮した効率のよい練習が求められる。この中で打撃練習の基礎として広く行われているのがトス打撃である。トス打撃は、右打者ならば一塁方向に位置した者が下からトスするボールを打者がネットなどに向かって打撃する練習方法である。この方法は場所をとらずに手軽に多くの打撃を行うことができ、さらに様々なコースの練習¹⁰⁾や投げ方の緩急でタイミングをとるための練習²⁾にもなるなど多くの利点があるとして、あらゆるレベルで行われている。しかし、その方法については、一般の指導書においても「一塁方向からボールをトスする」¹⁰⁾、「適当な距離を取り、(中略) ネットに向かって打ち返す」²⁾などのように、漠然とした表現で述べているにすぎない。経験的に未熟な選手が行っているトス打撃は、トス者の位置やトス方向が一定されず、本来の打撃と異なったフォームでスイングしているものがよくみられる。プロ野球の指導者には、「バッティングの基本であるセンター返しをイメージしたものよりも、打球を引っ張り込むという感じになってしまう」⁴⁾という理由でトス打撃を否定する者もいる。このように、実際の投球と異なっているにもかかわらず、基礎的な練習として行われているトス打撃に関する検証や適切な方法については明らかではないのが現状である。そこで、特に日頃このトス打撃を日常的に行っている熟練者において、異なる角度から投げられるトス打撃によって身体動作およびバットスイングに違いがあるかどうか検討を行うことは曖昧な練習方法に科学的根拠を与えられる意義あることと考えられる。特に打撃動作において重要なポイントとして、宮西⁸⁾は肩や腰の回転が生み出す角運動量の伝達が重要であると述べており、肩や腰の回転動作について着目することでスイング動作の影響を明らかにできると考えられる。

本研究の目的は、野球の打撃練習のひとつであるトス打撃において、角度を変えて投げられるトスによって肩、腰の回転さらにバットのスイングにどのような影響があるか比較検討を行い、トス打撃の方法について示唆を得ることである。

2. 方法

2.1 実験

被験者は大学硬式野球部に所属する右打者10名であり(身長 $1.75 \pm 0.04\text{m}$ 、体重 $72.5 \pm 5.4\text{kg}$ 、競技年数 12.7 ± 1.5 年)、いずれも競技年数が10年以上の熟練者であった。事前の調査ですべての被験者がトス打撃を日頃から練習方法として取り入れていることを確認した。被験者には事前に実験の目的や内容等を説明し、実験への協力の同意を得た。

実験試技は十分なウォーミングアップを行った後、図1に示すように、0deg から 30、60、90deg と角度を変えてトスされるボールの打撃(以下、それぞれの試技を T-0、T-30、T-60、T-90 とする)を行わせた。被験者は床にあるバットの打撃位置(インパクト)の印に対して各自バットを合わせてから試技に入った。トスは高さを打者のベルトの位置に、距離は2mで統一し、床に記したラインに沿って行った。T-0はトスをする者に危険がないよう、防球ネットを前に立てる工夫を行った。なお、トスはこの練習に熟練した大学野球部のコーチ1名がすべての角度を練習したのちに、すべての試技において行った。正規の投球と同じようにバッターボックスに立ち、センター方向に打ち返す意識

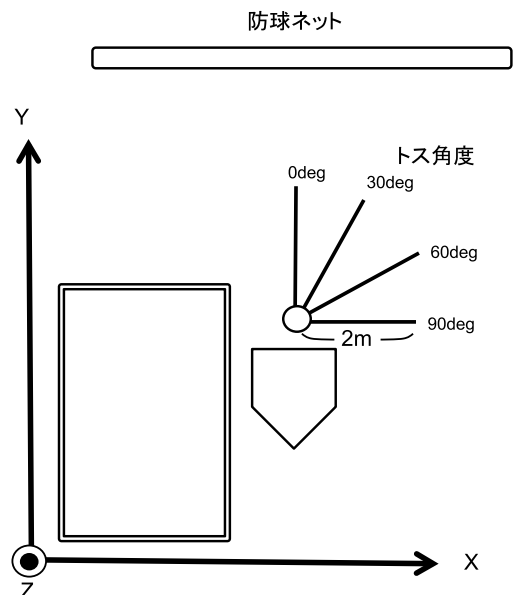


図1 トス角度と静止座標系の定義

で、全力で打撃を行うように各被験者に指示した。試技は1角度2球ずつ、合計4角度8球行った。それぞれの試技の直後には5段階評価の内省をとったが、1角度2球とも内省が3以下と評価した場合、4以上の内省が得られるまで試技を繰り返した。なお、各試技は0度から順次行ったが、各試技と試技の間には約3分の休息が与えられ、前試技の影響を受けた順序効果が起きないようにした。

試技の撮影は赤外線カメラ9台（サンプリング周波数：250Hz）を用いた光学式三次元自動動作分析装置（VICON612, Oxford Metrics 社製）により行った。図3は被験者に貼付けた反射マーカを示したものである。計測点は身体を6点、バットを2点の計8点とし、ボールに貼付した反射マーカは、データ処理においてインパクト時点を定義するために、ボールの動き出しを確認するものとした。それぞれのトスが正確な角度になったかどうかは、ボールにつけた反射マーカがボールの中心を正確に示せなかったために、算出できなかったが、第3者による目視による確認で正確性を判断し、不適切と判断された試技は除外した。

2.2 データ分析

まず、分析試技の選定は、被験者の内省が5段階で4以上のものの中から、防球ネットのほぼ中央部に被打されたものを選択した。図1に示すように、静止座標系を定義し、打撃方向に

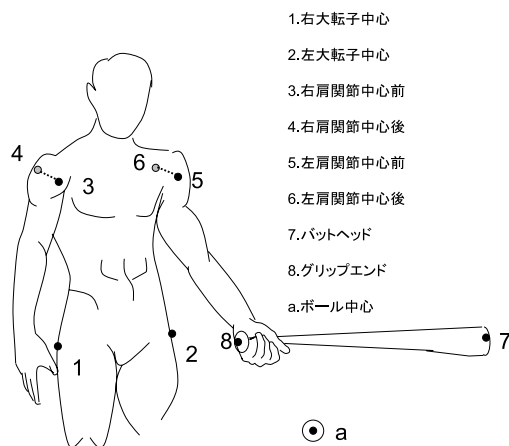


図2 反射マーカ取り付け位置（身体、バットおよびボール）

直交する方向をX軸、打者からネットへ向かう打撃方向をY軸、鉛直方向をZ軸（紙面と直交する）と定義した。実験により得られたデータはVICONデータステーションに保存した後、身体各部位ならびにバットの3次元座標値を算出した。マーカークの消失がある場合には専用処理ソフト（Body Builder, Oxford Metrics 社製）を用い、データの補間を行った。算出した3次元座標は、Wells and Winter¹¹⁾の方法によって最適遮断周波数（5～22Hz）を決定し、Butterworth digital filterにより平滑化した。なお、両肩関節の中心座標の算出については、肩前後部2点の midpoint を関節中心点とした。

分析時点の定義として、スイング開始時点ではバットのグリップ部分の速度を算出し、Y軸方向にグリップ速度が1m/secを超えた時点とし、フォワードスイングが始まる用語としての①トップ時と定義した。次に、YZ平面におけるバットとY軸とがなす角において、バットが0degを通過した時点をダウンからレベルスイングへの移行期として②バット水平時とし、インパクトして打球が放たれる1コマ前を③インパクト時と定義した。

2.3 算出項目

算出項目は図3に示すように、左肩中点から右肩中点へ向かうベクトルと、左大転子から右

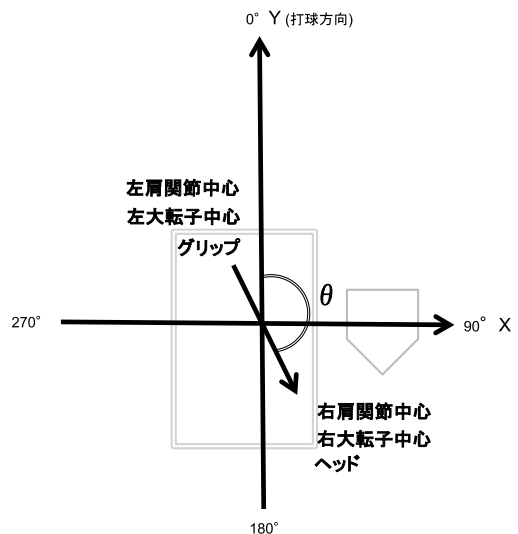


図3 肩・腰・バット回転角度の定義

大転子へ向かうベクトルおよび、バットのグリップからバットの先端へ向かうベクトルをそれぞれ XY 平面に投影し、それらと Y 軸とがなす角度を肩、腰およびバットの回転角度とし、上述した3つの時点について得ることとした。

2.4 統計処理

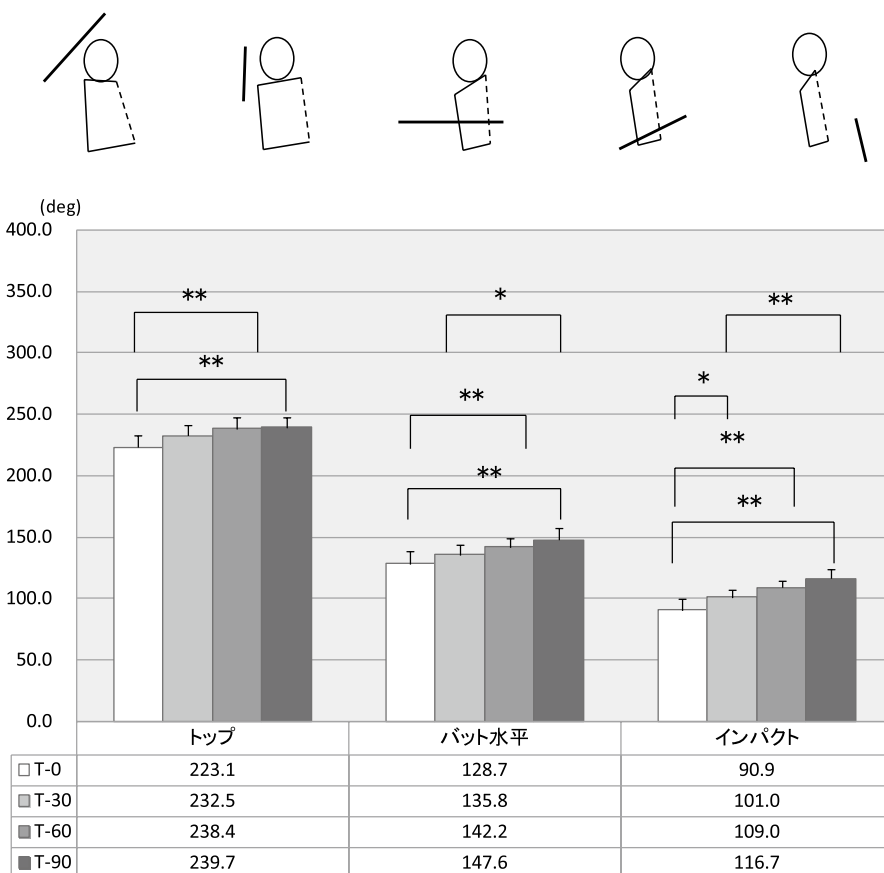
統計処理は各算出項目における時点の差を検定するため、一元配置分散分析を行い、有意差が認められたものについては、Tukey の HSD 法を用いて多重比較検定を行った。なお、有意水準は5%および1%未満とした。なお、本実験の設定では角度と時間の二元配置を行うべきだが、今回は各時点での動作のみに着目したため行わなかった。

3. 結 果

3.1 肩および腰の回転角度について

図4は肩の回転角度について示したものである。トップ時では、T-0 よりも T-60、T-90 のほうが有意に大きかった (いずれも $p < 0.01$)。バット水平時では、T-0 よりも T-60、T-90 のほうが有意に大きく (いずれも $p < 0.01$)、T-30 よりも T-90 のほうが有意に大きかった ($p < 0.05$)。インパクト時では、T-0 よりも T-60、T-90 のほうが、T-30 よりも T-60 のほうが有意に大きかった (いずれも $p < 0.01$)。また T-0 よりも T-30 のほうが有意に大きかった ($p < 0.05$)。

図5は腰の回転角度について示したものである。トップ時、バット水平時ではいずれのトス角度間でも有意な差はみられなかった。インパ



* $p < 0.05$

** $p < 0.01$

図4 肩の回転角度

クト時について、T-0 よりも T-90 のほうが有意に大きかった ($p < 0.05$)。

3.2 バットの回転角度および様相について

図6はバットの回転角度について示したものである。トップ時、バット水平時ともにいずれのトス角度間でも有意な差はみられなかった。インパクト時では、T-0 よりも T-60、T-90 のほうが有意に大きかった (いずれも $p < 0.01$)。また T-0 よりも T-30 のほうが有意に大きかった ($p < 0.05$)。また T-30 よりも T-90 のほうが有意に大きかった ($p < 0.01$)。

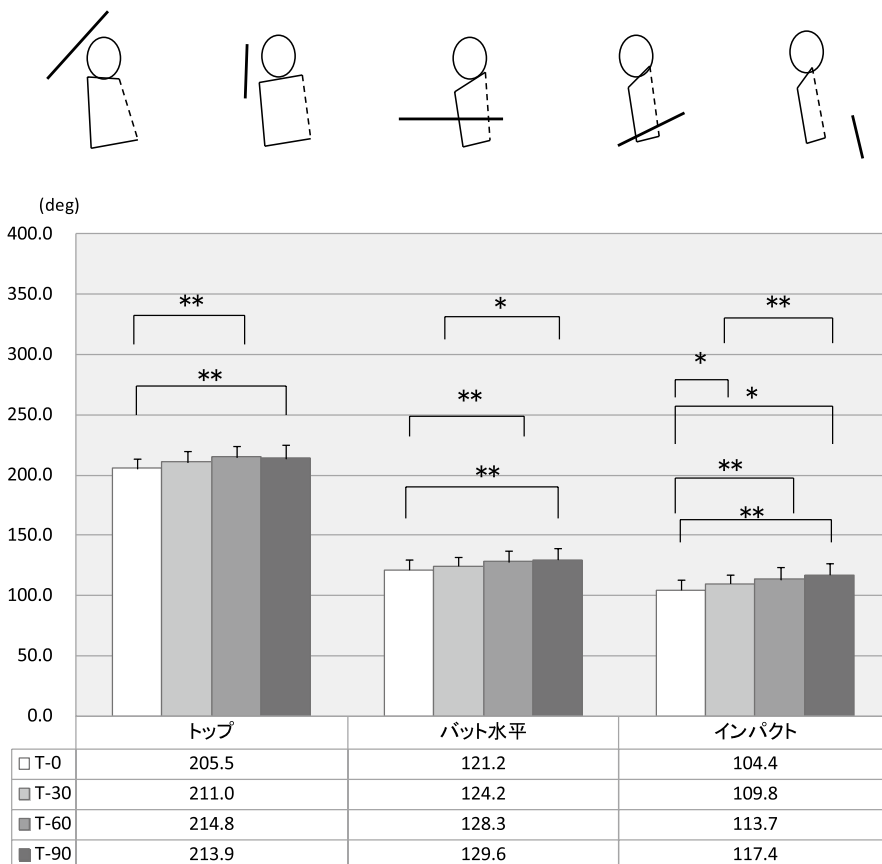
図7は典型例としてある被験者の各トス角度別における上方からみたバットのスティックピクチャである。これを見ると、T-0 からトス角度が大きくなるとトップからスイング時のバツ

ト水平時に至る局面で、スイング前半部のスイングの弧が大きくなる傾向があった。この傾向はすべての被験者においてみられた。

4. 考 察

4.1 肩および腰の回転について

図4に示すように、トップ時においてトス角度が大きくなると、肩の回転角度も大きくなり、特に T-60、T-90 において、T-0 よりも有意に大きくなっていった ($p < 0.01$)。また、バット水平時、インパクト時では、T-0 と他の角度において、肩の回転角度は有意に大きくなっていった ($p < 0.05$ および $p < 0.01$)。しかし、図5に示すように腰の回転角度ではインパクト時の T-0 と T-90 度では有意な差がみられた ($p < 0.05$) もの、他の角度や時点では肩の回転角度ほど



* $p < 0.05$

** $p < 0.01$

図5 腰の回転角度

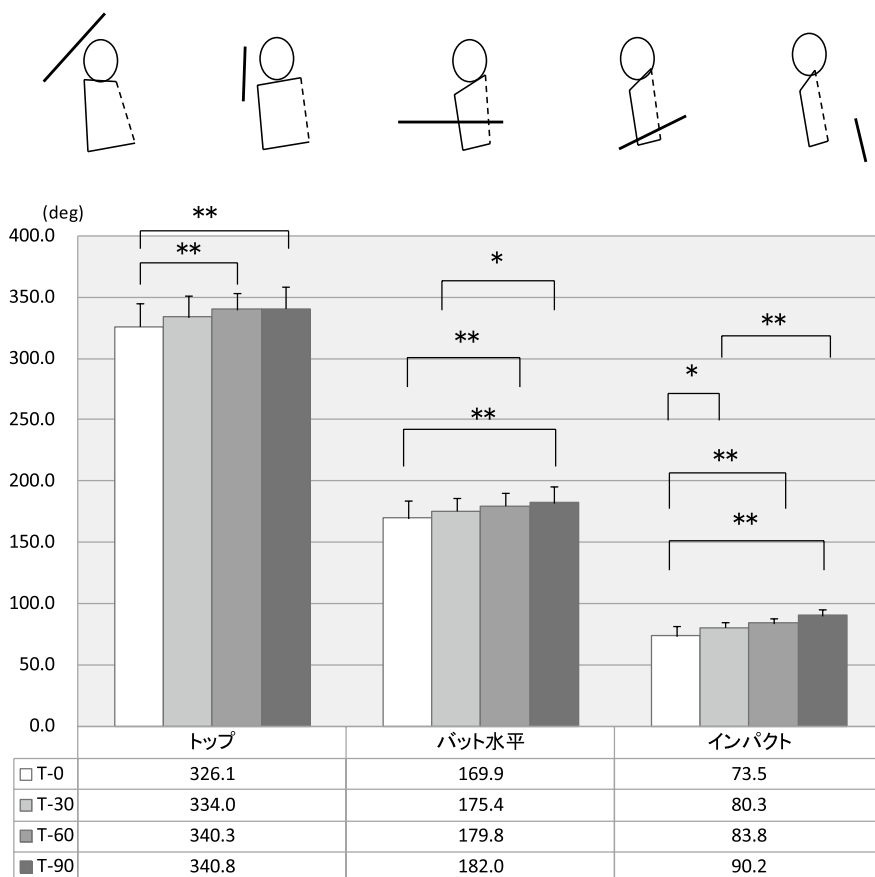
顕著な差としてはみられなかった。これらのことからトス角度の増大は主に、肩の回転角度の増大に影響を及ぼすと考えられる。

図4、5で示したように本研究における肩および腰の回転角度について、先行研究と比較すると、高木ら⁷⁾が行ったピッチングマシンによる打撃分析においてインパクト時の肩の回転角度は本研究のT-0とほぼ同様の約90deg（本研究の定義に換算した値）という結果であった。また、及川ら⁶⁾が行った試合での打撃動作の分析においても同様の結果がみられた。さらに、田内ら⁹⁾および田子ら⁸⁾のティーバッティングにおける分析のインパクト時の肩の回転角度においても本研究のT-0における角度とほぼ同様の結果であった。一方腰の回転角度においては、先述した高木ら⁷⁾および及川ら⁶⁾が行っ

た投手の投球方向から飛来するボールの打撃におけるインパクト時の腰の回転角度は本研究のT-0とほぼ同様の約100deg（本研究の定義に換算した値）という結果であった。しかし、田内ら⁹⁾および田子ら⁸⁾のティーバッティングにおける分析では腰の回転角度は140~150deg（本研究の定義に換算した値）であった。これらのことから、ティーバッティングに比べ、本研究で行ったT-0は実際に投手の投球方向から飛来するボールを打撃するのに近い肩や腰の回転動作を行ったと考えられる。

4.2 バットの動きについて

次にバットの動きについて、図7に示したように、T-0からトス角度が大きくなると、スイング前半部分のスイングの弧が大きくなる傾向



* p<0.05

** p<0.01

図6 バットの回転角度

にあった。そこで、T-0 と T-90 間のトップ時の水平面におけるバットヘッドの距離を算出すると 0.22m の差がみられた。つまり、T-0 と T-90 ではスイングの開始位置が 20cm ほど「バットが頭の後ろ（投手方向）に入りすぎた」状態¹⁾

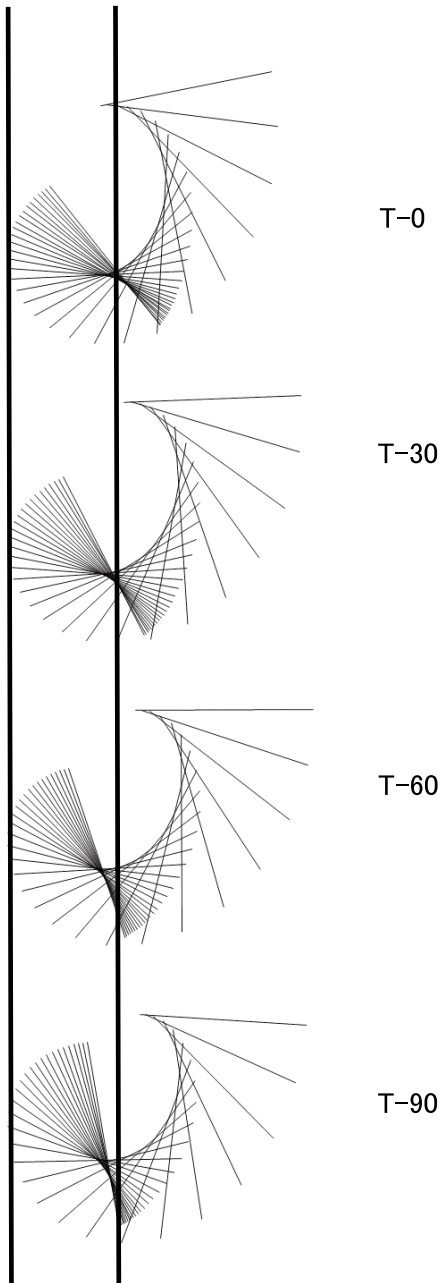


図7 バットのスティックピクチャの典型例 (XY 平面)

がみられたと考えられる。つまり、トップ時に「バットが頭の後ろに入りすぎた状態」からスイングが開始されるとバットをインパクトまで運ぶためにより大きな弧を描く必要があり、指導書において「バットのヘッドが遠回りする」¹²⁾といわれる望ましくないスイングになりやすいため、図7で示すような前半部分のスイング弧の大きさが現れたと考えられる。したがって、トス角度が大きくなると、スイング前半部分のスイングの弧が大きくなりやすいことを留意する必要があると考えられる。

スイング前半部分のスイングの弧が大きくなる理由として、先述したように、トップ時、バット水平時、インパクト時においてトス角度が大きくなるにつれ、肩の回転角度が大きくなり、特に T-60、T-90 において、T-0 よりも有意に大きくなっていた ($p < 0.01$)。これらはトス角度が大きくなると、肩の角度がいわゆる「前肩が入った」²⁾状態になりやすいことを示しており、そのためにトップ時のバット位置もより背中側にあり、その後のスイング前半部分のスイングの弧が大きくなったと考えられる。

また、図6に示したすべての時点でバットの回転角度が T-0 から順次大きくなっていったが、このとき、図4に示した肩の回転角度が T-0 から順次大きくなっていった。このことからバットの角度は肩の回転によって変化していったと推察される。

しかし、インパクトの時点でバットの回転角度が変化したことは今回の打撃であるセンター返しとは異なる可能性がある。特に図6に示したように T-0 のインパクト時は平均 73.5deg であり、バットの角度は本来のセンター返しである 90deg に比べて 16.5deg の差がある。このことを実際の打撃で計算すると、センター前ヒットが 60m 飛んだと仮定すると正面より右打者ならば約 17m レフト寄りに打球が飛んだことになる。このことを今回被験者が所属する野球部のコーチ複数に確認すると、野球の試合で考えた場合、これはセンター返しの許容範囲に入るとのことであった。だが、野球のトス打撃では T-0 で行った場合、センター返しがやや右打者ならばレフト側へ行きやすいことも考慮すべきであろう。以上のことをまとめると、トス角度が大きくなることは実際の打撃動作とは異なる

ることが示唆された。本研究の結果は、指導書の中で落合⁴⁾が「実戦を意識してやるのなら、打者の正面から（投手方向）来るボールを打つ練習をする必要がある」と述べていることを支持するものであり、T-0は投手の投球における打撃動作と同様の、または近い動作であると考えられる。

5. まとめ

本研究は野球の打撃練習のひとつであるトス打撃の適切な方法について示唆を得ることであつた。実験として、熟練者である大学硬式野球部に所属する右打者10名に、0、30、60、90degと角度を変えてトスされるボールの打撃を行わせ、3次元動作分析により、肩および腰の回転、さらにバットのスイングにどのような影響を及ぼすか比較検討を行った。

本研究で得られた知見をまとめると以下のようになる。

- ①いずれの時点においてもトス角度0degと他の角度を比較すると、肩の回転角度は有意に大きくなっていた($p < 0.05$ および $p < 0.01$)。しかし、腰の回転角度では、インパクト時の90deg ($p < 0.05$) 以外は顕著な差はみられなかったことから、トス角度が大きくなることは主に、肩の回転角度に影響を及ぼすと考えられる。
- ②水平面におけるバットスイングのスティックピクチャから、0degからトス角度が大きくなると、スイング前半部分のスイング弧が大きくなる傾向にあった。
- ③トス角度0degの回転動作は先行研究による実際の投手の投球に対する打撃と同様の回転動作を行っていることが明らかとなった。より大きなトス角度で行うことは実際の投球を打撃する動作と異なる動作を行う可能性がある練習方法となると考えられる。

以上のことから、0deg以外のトスでは、肩とバットの回転において、先行研究でみられた投手が投じるボールを打撃する通常の動作と異なることが示唆された。このため、トス打撃を練習方法として用いる際にこれらの違いを指導者は考慮して行うこと、また、投球と同様の打撃を意図した場合、より0degに近いトスが望

ましいことが示唆された。

文 献

- 1) Gola, M., Monteleone, J. (2001) The Louisville Slugger complete book of hitting fault and fixes, Contemporary Publishing Group, Chicago, pp. 31-34,.
- 2) 角 晃司(2003)野球上達BOOK バッティング. 成美堂出版、東京、pp. 27、pp. 149.
- 3) 川村 卓(2006)野球の打撃動作の変遷～研究と指導現場の課題から～. 体育の科学、杏林書院、東京、56 (9)、727-732.
- 4) 宮西智久(2006)打動作と体幹・四肢の角運動量. 体育の科学、杏林書院、東京、56 (3)、181-186.
- 5) 落合博満(2004)落合博満の超野球学②. ベースボールマガジン社、東京、pp.78.
- 6) 及川 研、大沼 徹、平野裕一(1996)野球のバットの軌道及びそれに影響する打撃動作の類型化の試み. スポーツ方法学研究、9 (1) : 127-139.
- 7) 高木斗希夫、藤井範久、小池関也、阿江通良(2008)異なる投球速度に対する野球の打撃動作に関するキネマティクスの研究. バイオメカニクス学会誌、32 (3) : 158-166.8)
- 8) 田子孝仁、阿江通良、藤井範久、小池関也、川村 卓(2006)野球における内外角の打撃ポイントが打撃動作に及ぼす影響. バイオメカニクス研究、10 (4) : 222-234.
- 9) 田内健二、南形和明、川村 卓、高松 薫(2005)野球のティーバッティングにおける体幹の捻転動作がバットスピードに及ぼす影響. スポーツ方法学研究、18 (1) : 1-9.10)
- 10) 若林憲一(2002)野球バッティング入門. 成美堂出版、東京、pp.127.
- 11) Wells, R.P. and Winter, D.A.(1980): Assesment of signal and noise in the kinematics of normal,pathological and sporting gaits,Human Locomotion I, 1: 92-93.
- 12) 山本清春(2000)野球バッティング 技術とパワーアップ練習法. 西東社、東京、pp. 41.