

# 野球における投球動作の分析

奥村 浩正

## I. 緒論

野球は、「投げる」「打つ」「走る」「捕る」といった動作の組み合わせで構成されている競技である<sup>3)8)</sup>。一般的に野球の勝負は、7割または8割が投手次第とも言われ、<sup>1)20)</sup>よい投手を育てることが勝利への近道とされている。

最近では、打撃力よりも投手を中心とした守備力の強化を第一に優先するチームが多くなり<sup>4)</sup>、ほとんどのチームにおいて複数の投手がベンチ入りしていると思われる。

しかし、重要な試合では、いわゆる「エース」とされている投手一人に任せることが多く、これが肩や肘関節の障害につながるとの報告がある<sup>2)7)</sup>。

また、変化球は直球と比較して各関節への負担が増加すると考えられており<sup>17)19)</sup>、障害の予防として、アイシングや筋肉強化もちろん、一試合で投げる球数の制限や登板間隔をあけることが必要と考えられる。

このように野球選手を対象とした「投げる動作」の研究は、投球フォームの技術的な分析<sup>25)27)28)</sup>や障害の原因や予防を目的とした研究<sup>14)25)26)</sup>が多く報告されており、理想の投球

フォームは、「より速い球を投げる」「コントロール良く投げる」「肩や肘など故障しない」以上の3つを兼ね備えることとされている<sup>3)5)21)25)</sup>。

そこで本研究の目的は、投球動作の開始から利き腕を振り切るまでを4つの相に分け、主に左膝・右肩・右肘・右手関節の速度変化や運動連鎖の状態を明かにするとともに、各相の特徴や関連性などを検討し、今後の競技力向上や指導に役立てるための基礎的資料を得ることを目的とするものである。

## II. 方法

某大学の準硬式野球部に所属する投手3名を被験者とした。(表1)

被験者AとCはオーバーハンドスロー投法<sup>6)16)</sup>、被験者Bはスリークォーター投法<sup>6)16)</sup>であり、利き腕は全員右腕であった。

投球フォームの測定は、平成10年7月28日～8月4日の間に某大学の投球練習場(以下、ブルペン)にて行った。被験者は、十分なWarm-Upの後にブルペンにて数球の投球練習を行った後、正規の距離に位置する捕手に

表 1 被験者の年齢、身長、体重、野球歴、高校・大学時の主な戦績

被験者	age (才)	height (cm)	weight (kg)	野球歴 (年)	主な戦績
A	21	178.0	76.0	14	高校 全国大会出場 大学 九州選抜選手 ('95 '96 '97)
B	20	178.5	66.0	11	大学 九州選抜選手 ('97)
C	20	180.3	71.0	11	高校 全国大会出場

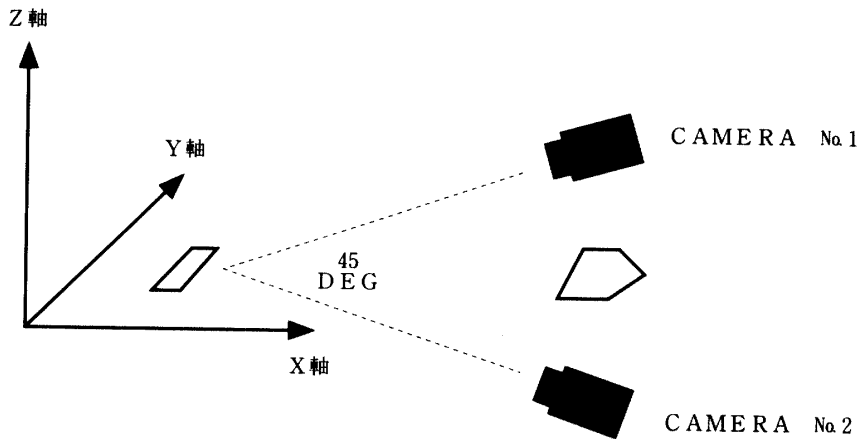


図 1 座標軸の設定とカメラ位置

対して全力で直球のみ10球投球した。

その間の投球フォームを異なる2方向(右前方、左前方:光軸間の角度約45度)からSONY社 CCD-TR3000ビデオカメラで同時に撮影、録画した。(図1)

それをもとに、両上下肢の合計20カ所をマーキングしてstick figureを作成し(図-2・3)、簡易3次元動作分析システム(トーヨーフィジカル社製)にて、投球フォームを三次元的に解析した。

フィルムスピードの設定は20コマ/sec(シャッタースピード 1/1,000sec)であった。

投球に使用したボールは、準硬式野球の公式球である、ナイガイ社製H号(直径71.5~72.5cm、重さ140.7~144.3g)を使用した。

座標軸におけるX方向は、ピッチングプレ

ートから向かってホームベースを正方向として。また、Z方向はX軸と地面に垂直で上向きを正とし、Y方向はX軸とZ軸に垂直で一塁方向を正方向とした。(図1)

また、動作の定義<sup>14)15)</sup>として以下のことを定めた。

第I相 (wind up phase)

投球動作の開始から非軸脚の膝が最も高くなるまで

第II相 (cocking phase)

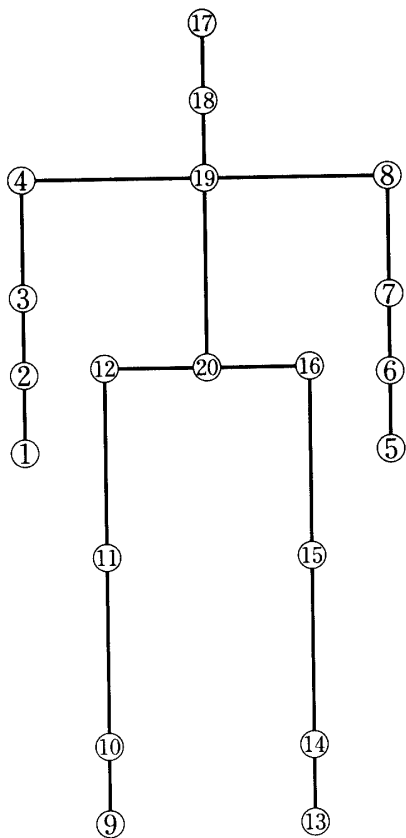
テイクバックからトップポジションへの動作で非軸脚が完全に地面につく(以下:フットコンタクト)まで

第III相 (acceleration phase)

トップポジションからボールリリースまで

第IV相 (follow through phase)

リリース後から投球上肢を振り切り終了す



- ① 右手先            ⑪ 右 膝
- ② 右手首           ⑫ 右 腰
- ③ 右 肘            ⑬ 左足先
- ④ 右 肩            ⑭ 左足首
- ⑤ 左手先           ⑮ 左 膝
- ⑥ 左手首           ⑯ 左 腰
- ⑦ 左 肘            ⑰ 頭 頂
- ⑧ 左 肩            ⑱ 頸推上
- ⑨ 右足先           ⑲ 頸骨上
- ⑩ 右足先           ⑳ 胸下部

図2 測定点の位置

るまで

### III. 結果および考察

#### 1. 第I相について

表2は、各相における投球動作の所要時間を示したものである。

各被験者における第I相の平均所要時間は、788.7 MSECであり、全体の43.4%を占めた。最大値は、被験者Aの833MSEC (42.3%)であり、最小値は、被験者Cの750 MSEC (45.4%)であった。

西川らは<sup>15)</sup>、プロ野球投手の投球分析を行った結果、第I相における所要時間は、530MSEC (32.0%)であったと報告している。

投球動作の所要時間は、ワインドアップモーション<sup>13)</sup>はもちろん、ランナーの有無によるセットポジションからの投球や、動作における定義の違い<sup>11)</sup>など条件設定によってかなり差があると考えられる。

図4は、右腕における手、肘、肩関節の速度変化を示したものである。

図のように、被験者すべての各関節速度は、大きな変化が見られなかった。

表2 各相の所要時間

単位：MSEC

被 験 者	I 相	II 相	III 相	IV 相	全所要時間
A	833 (42.3%)	700 (35.6%)	267 (13.6%)	167 (8.5%)	1,967 (100%)
B	783 (41.2%)	667 (35.1%)	233 (12.3%)	217 (11.4%)	1,683 (100%)
C	750 (45.4%)	617 (30.6%)	200 (11.1%)	233 (12.9%)	1,800 (100%)
平 均	788.7 (43.4%)	661.3 (36.4%)	233.3 (12.8%)	205.7 (11.3%)	1,816.7 (100%)

野球における投球動作の分析


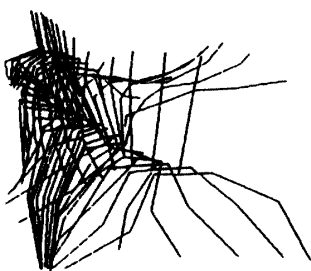
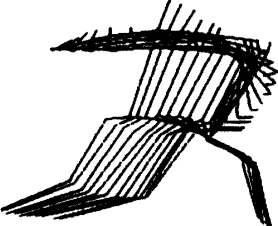


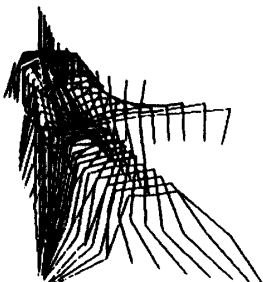
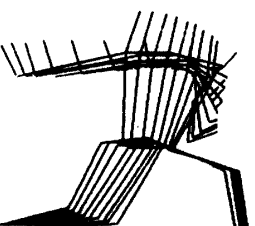


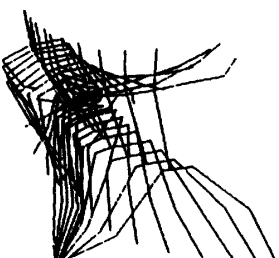
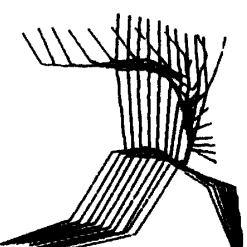
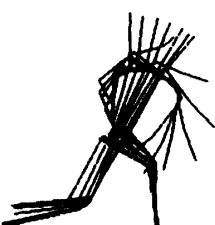
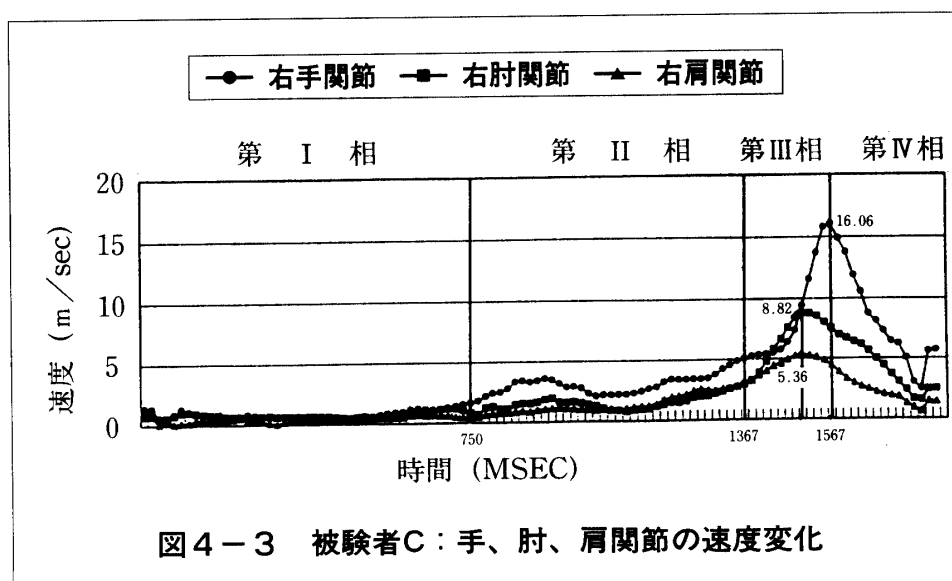
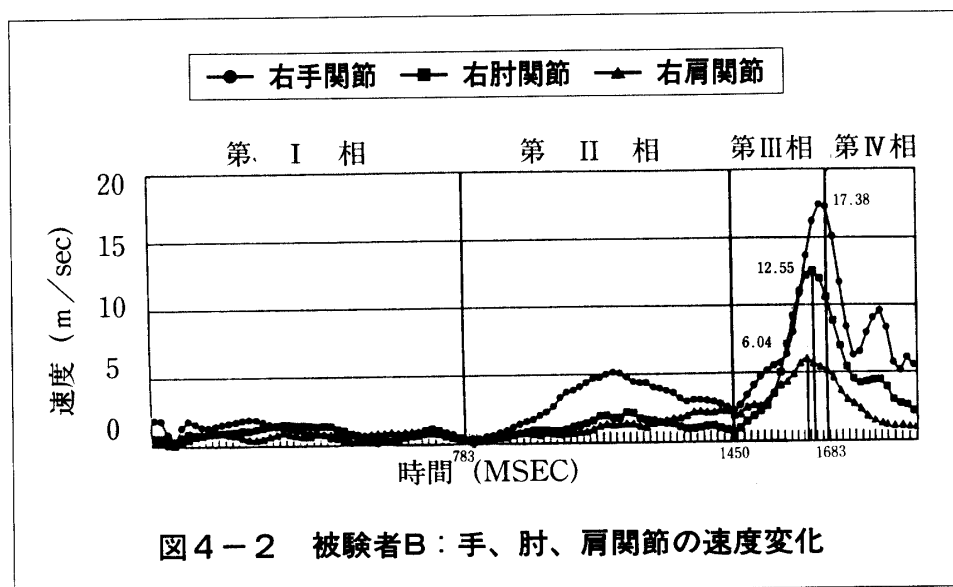
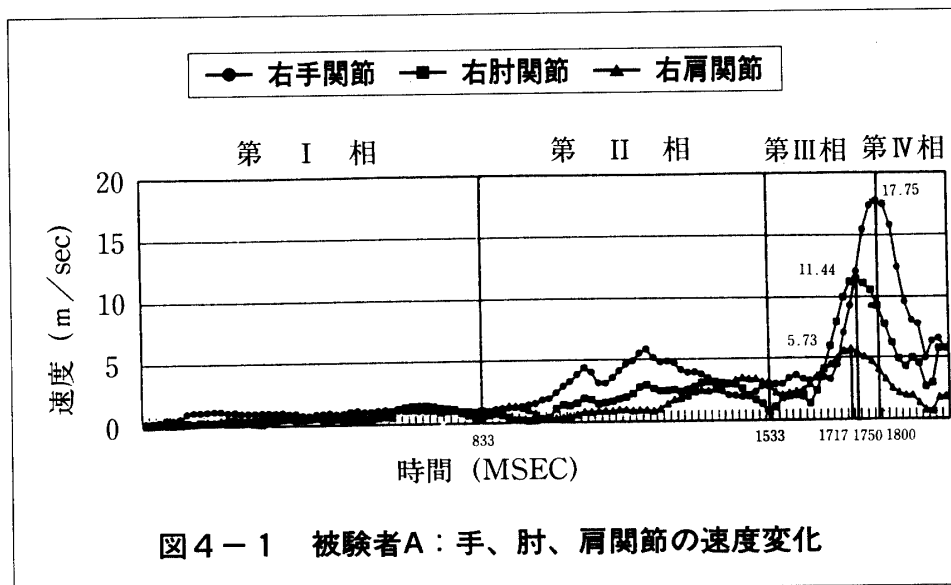
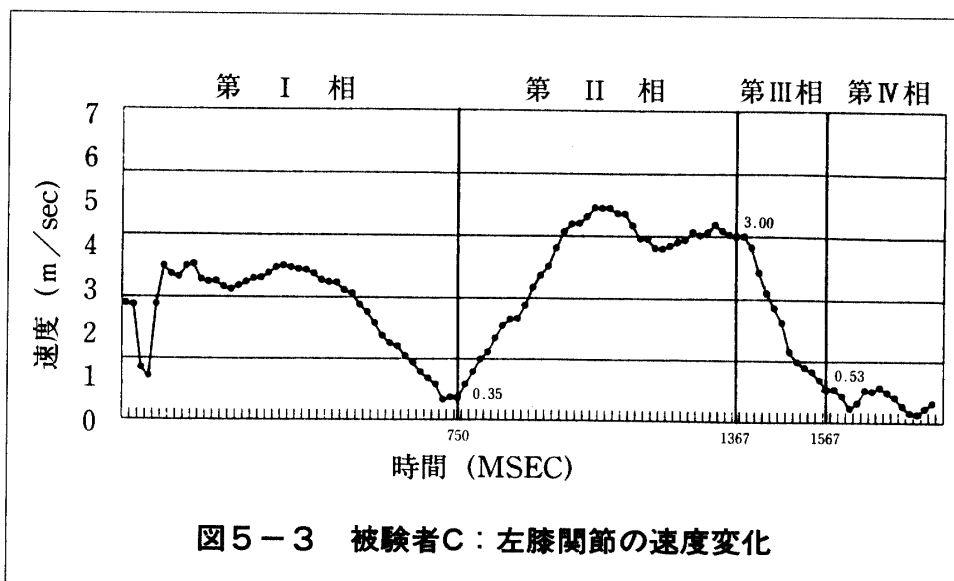
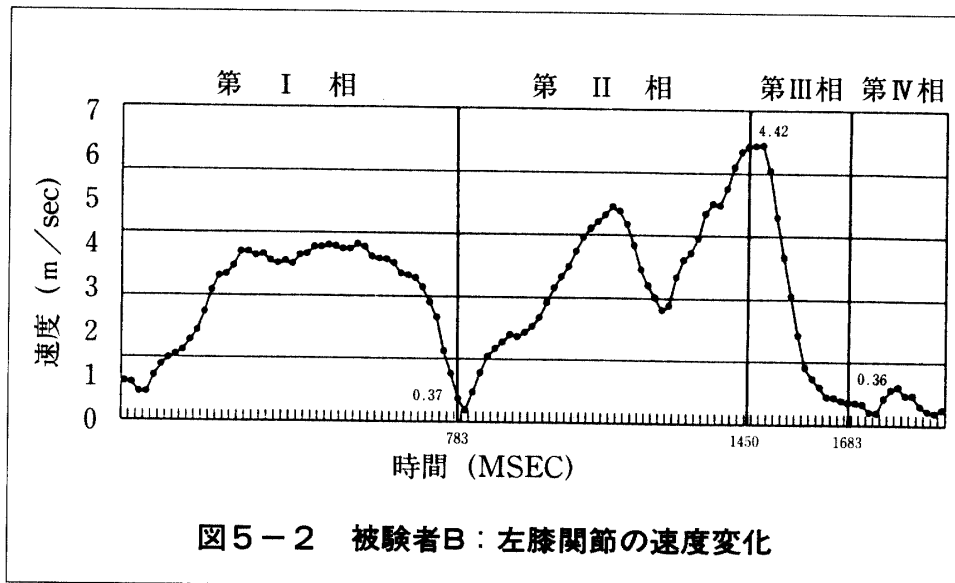
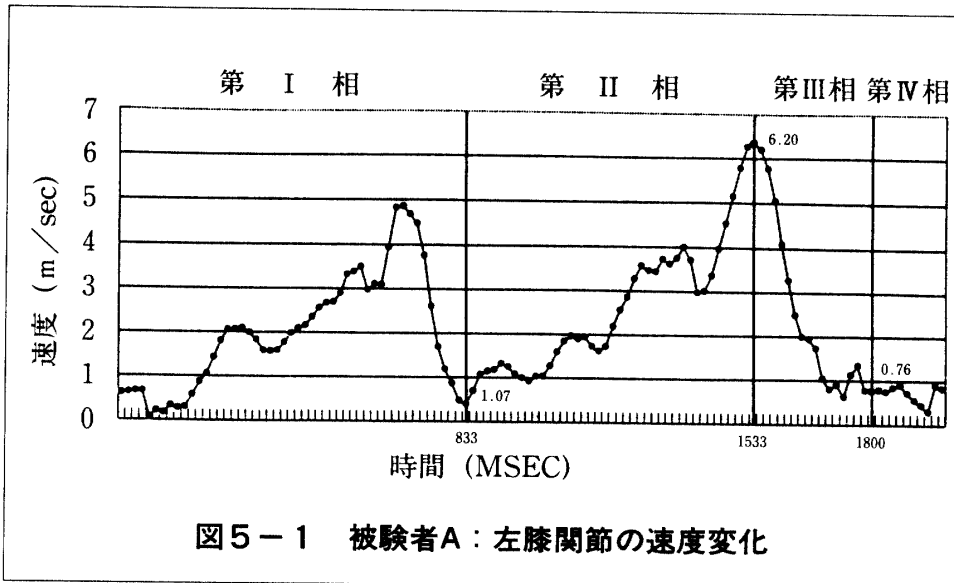
	第 I 相	第 II 相	第 III 相	第 IV 相
被験者 A				
被験者 B				
被験者 C				

図3 各相におけるStick figure



野球における投球動作の分析



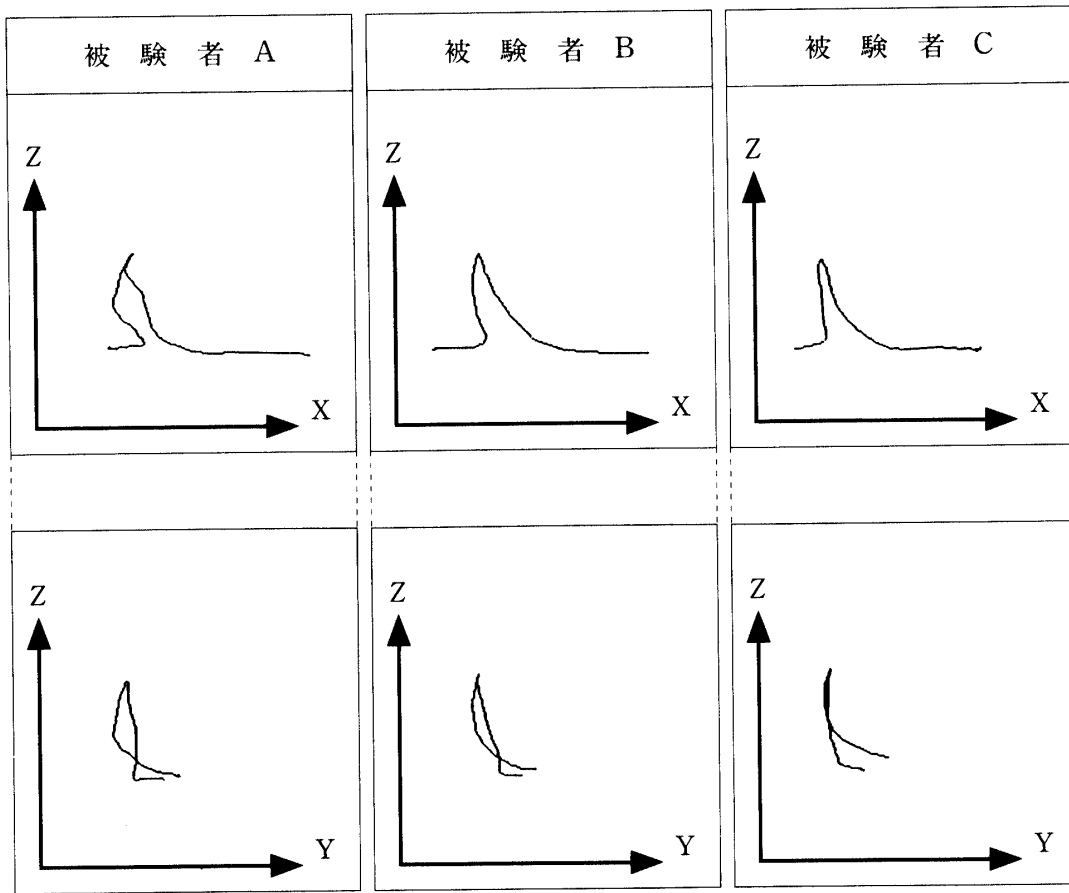


図6 投球動作における左膝関節の軌跡  
(上段が三塁側から見た図、下段が正面から見た図)

図5は、左膝関節の速度変化を示したものである。

最大値は被験者Aの4.85m/secであり、被験者Cの2.52m/secと比べ約2倍の値を示した。

図6は、各被験者の投球開始から終了までをおった左膝関節の軌跡である。Z軸方向の頂点が左膝のトップ位置である。

また、左膝のトップの位置は、被験者Aが投球動作開始から833MSEC後で132cm、Bが783MSEC後で130cm、Cが750MSEC後で125cmであった。

この相の動作は、右投げの投手であれば右足(軸足)で体重を支え、左膝を高く上げながら反投球方向(X軸の負方向)へ回旋

させる動きである。

手塚は<sup>21)</sup>、この動作を十分に行うことによって状態の捻れ現象がおき、位置エネルギーが増加しするとし、松本<sup>14)</sup>や大島ら<sup>16)</sup>も膝の上げ方が重要であると述べている。

図3と図6からも、第I相における被験者Aは、所要時間も比較的長く左膝がトップの位置において反投球方向を向き、体幹の捻れが推察される。しかし、被験者Cは所要時間も短く左膝は、Y軸の負方向(三塁ベース方向)に向いており反投球方向への捻りが十分ではなく、手塚が述べている位置エネルギー増加にはつながらないと考えられる。

第I相における動作は、軸脚で身体を支

え、非軸脚が反投球方向へ向けられることにより腰の捻りが加わり位置エネルギーを作り出す重要な動きであると推察される。

また、山中<sup>30)</sup>は第I相の特徴として、ワインドアップモーションは、投球動作に反動をつけるためのものではなく、投球フォームのバランスを崩さずにリズムを作ることであると述べている。第II相へ効率よくエネルギーを移すためには、リズムよく投球動作に入り背筋を延ばすことや左膝トップの位置で両肩を水平に保つことなどが重要であると考えられている<sup>22)23)</sup>。

上肢の関節速度の結果が示すように、この相の動きは非常にゆっくりとしているが、より大きな位置エネルギーを作り出すためのスタートの段階であり、投球準備期間と位置づけられると思われる。

## 2. 第II相について

各被験者における第II相の平均所要時間は、661.3MSEC (36.4%)であった。最大値は被験者Aの700MSEC (35.6%)であり、最小値は被験者Cの617MSEC (30.6%)であった。

西川ら<sup>15)</sup>の報告によると、第II相の平均所要時間は820MSECであったとしている。それと比較すると、今回の被験者による平均所要時間は158.7MSEC短かった。

右腕の手、肘、肩関節の速度変化(図4)は第I相と比較し、各関節において速度の増加が見られたが大きな変化はなかった。その中でも、手関節が肘や肩関節と比べ、

比較的高い値を示した。

これは、左膝のトップの位置から、テイクバックする時に得た速度であると思われる。

この相は、左膝をトップの状態からゆっくりと投球方向であるX軸の正方向へ移動して、フットコンタクトを迎える。

左膝の速度は、トップの位置において僅かな速度であったが、左脚を下ろしていくにしたがって速度は上昇した。(図5)

この状態は、被験者すべてに共通しており各々のフットコンタクトでは大きな速度を得ていた。フットコンタクトにおける左膝の最大速度は、被験者Aの6.20m/secであった。

手塚<sup>21)</sup>は、投球フォームの流れとして、並進運動からの体重移動が体幹の回旋運動へつながり、そのエネルギーが腕から手、そしてボールへとつながるとしている。

この並進運動とは、重心の移動運動のことであり、非軸脚である左脚の投球方向(X軸の正方向)への踏み込みがないと並進運動は起こらないと考えられる。そして、この並進運動を起こすためには、下半身の使い方の中で「タメ」が重要であると述べている。

手塚<sup>21)</sup>が述べている「タメ」とは、「上半身の重みを後ろ脚股関節に集約しバランスを保ちながら並進運動できる状態」である。

また、魚住<sup>23)</sup>は下半身で生み出したエネルギー(力)を体幹、上肢、腕、手首、手指、ボールという順に伝えていくと述べて



いる。

被験者A、Bは左膝をトップから少しずつゆっくりと伸展させ、膝だけでなく腰の開きも遅らせている動作が確認できる。(図3) ここで大切なことは、大きなエネルギーをボールに伝えるために、可能な限り下半身によってエネルギーを作り出すことである。

そのためには、軸脚である右足に体重を乗せて左膝の伸展を遅くし、十分な「タメ」を作って勢いよく投球方向へ踏み出すことが重要であると推察される。

被験者A、Bと比較して被験者Cの所要時間が短かった理由は、左膝の伸展が早く「タメ」を作る動作が不十分であったことが原因と考えられる。被験者Cは右膝関節を屈曲し「タメ」を作ろうとしているが、第I相での腰の捻りが少ないために左脚が早く着地する傾向にあると思われる。(図3)

尚、軸脚の屈曲が大きすぎると低重心になり運動エネルギーと加速度の減少の要因になると考えられており注意する必要がある<sup>21)</sup>。

第II相は、I相で貯えた位置エネルギーを運動エネルギーへと変換していく相であると考えられる。次の相へより大きなエネルギーを伝えるためにも下半身の捻り戻しが必要となり、腰や肩の開きを防ぐためにも、「タメ」の動作をゆっくりと行うことが重要と考える。

### 3. 第III相について

第III相の平均所要時間は、233.3MSEC (12.8%) であった。所要時間の最大値は被験者Aの267MSEC (13.6%) であり、最小値は被験者Cの200MSEC (11.1%) であった。

この結果は、第II相と同じ傾向を示した。吉福<sup>32)</sup>は「スピードボールを投げるには、より大きい力を長い時間、長い距離加え、しかも投げの動作の最後に大きな力を出すことが必要である」と述べている。

今回の動作の定義において、ボールを保持している期間は、第I相から第III相までである。第I相を投球の準備期間と考えるならば、吉福が述べる「スピードボール」を投げるには、第II相と第III相の投球動作が最も重要であると推察される。

被験者Aは、第II相と第III相の合計時間が967MSEC (49.2%) と最大であり、最も長くボールを保持していたことになる。

また、各関節の速度変化は、肩関節の平均最大速度が5.71m/secであった。最大値は被験者Bの6.04m/secであり、リリースの50MSEC前であった。肘関節の平均最大速度は10.9m/secであった。最大値は被験者Bの12.55m/secであり、リリースの33MSEC前であった。

また、その時の肘関節の最大速度は肩関節の約2倍であった。手関節の平均最大速度は17.6m/secであり、最大値は被験者Aの17.75m/secであった。これは、リリースと同時に示された。

麻生ら<sup>1)</sup>は、社会人(硬式)野球投手を対象に投球分析を行った結果、手関節の平均最大速度が20.6m/secであったと報告している。今回との差は3.54m/secであり、同氏の結果が高い値を示した。この原因は、硬式ボールと準硬式ボールの違いも一因として考えられるが、被験者の筋力や柔軟性などの他に、「ボールを投げる」という技術の差によるところが大きいと思われる。

被験者AとBにおける肘、肩関節の速度は、肩関節が最大速度に達した直後に肘関節の最大速度を迎えた。

その時のピークのずれは、被験者Aが0.033MSEC、被験者Cでは0.017MSECであった。

しかし、被験者Cの肘関節と肩関節は、最大速度が同時に現れた。これは「左肩を軸として回転運動を行った場合には右肩と右肘はほぼ同時に最大速度を迎える」という渡辺ら<sup>28)</sup>の報告と同様な結果であった。

肘関節と手関節の最大速度の出現は、他の報告<sup>1)14)</sup>と比較してもエネルギー伝達が効率よく、理想的なものであったと思われる。

平野<sup>9)</sup>は、投球動作のバイオメカニクスについて、「手からボールが離れるときボールに大きな速度を持たせるためには、ボールに大きなエネルギーを与える必要があり、そのためには投球動作中にボールに大きな仕事をすればよい」と述べている。

ここでの「大きな仕事」とは、運動連鎖<sup>21)23)26)</sup>によるエネルギー伝達をさしてい

ると思われる。

ボールを投げるエネルギーは、第I相から始まる下半身の動きによるものである。このエネルギーは、下半身の捻りから上半身へ移り左肩から右肩へ、右肩から右肘へ、右肘から右手へ、右手からボールへ、という順に伝わると考えられている<sup>21)23)26)</sup>。

例えば、一つの関節速度が最大に達するポイントから次の関節の動きが始まり、その力の伝達を受け継いだ次の関節がスピードアップしていく形が理想とされ、効率よくエネルギーが加算されるということになる<sup>9)</sup>。

図4のように、今回の被験者における手、肘、肩関節の速度は、効率の良い運動連鎖が現れており右腕の動きについては、エネルギー伝達が有効になされていたと推察される。

この状態は、肩関節の周囲にある筋肉の収縮によって肘が最大速度に達したとき手に最大の力が働いたことによるものだと考えられる<sup>25)29)</sup>。

また、肘関節の速度が肩関節の速度の2倍であったことも渡辺ら<sup>26)</sup>の報告と同様な結果であった。その理由は、右肩と右肘がほぼ直線となって左肩を回転中心とし回転運動を行っていることを示すものと考えられる。

これは、左肩を回転中心とした場合、右肘の回転半径は右肩の約2倍であると考えられるためである<sup>26)</sup>。

被験者AとBに見られた肩と肘における

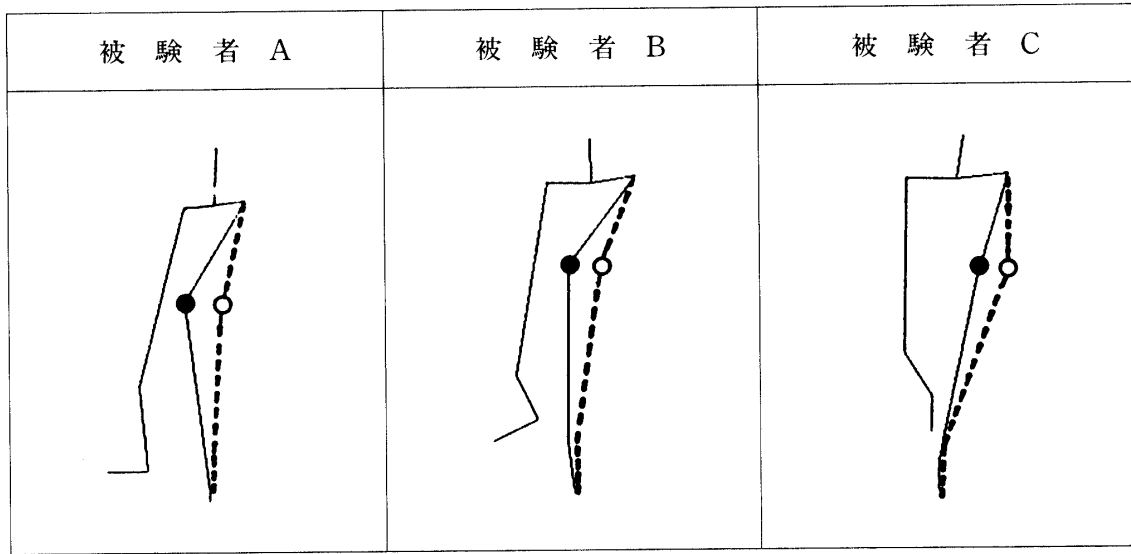


図7 第III相における左膝関節のY軸正方向への動き

最大速度のずれの現象は、「whip-like motion」<sup>1)12)14)</sup>と呼ばれる「鞭を打つ状態」と推察される。

金子ら<sup>12)</sup>は、この鞭を打つ状態のことを、「身体の基幹部から末端部に向かって力学的エネルギーが順次伝達されるように見える現象」と定義し、堀田ら<sup>10)</sup>は、「肘の最高速度が得られた時点における肘と手首の速度差」であると報告している。

肩関節と肘関節における最大速度の時間差が大きいことは、右肩が減速し始めているにもかかわらず右肘が加速されることになるため、右肩関節に大きな衝撃が加えられることになり、障害を引き起こす原因として考えられている<sup>28)</sup>。

今後の課題として、肩関節周囲の筋力アップや投球後のアイシングなどを行うことが、障害予防になると思われる。

次に、左膝関節の動きであるが、第II相において直進運動にて作り出されたエネルギーは、第III相において、回転運動へと移

りボールが投げ出される。このことは左膝関節の速度変化(図5)が示しているように左膝のフットコンタクト後に、急激な速度低下が現れた。これは投球動作の運動伝達様式が、直進運動から回転運動へと変化したことによるものと考えられる。

第I相から第II相までは「タメ」を作りながら左脚へ体重を移動する直進運動を行うため左膝関節の速度は増加するが、フットコンタクト後は左膝を固定した回転運動へと変化するため、図5のように急激に速度は低下したと思われる。

図3のIII相は、左膝関節のX軸正方向への動きがよくわかる。明らかに被験者CはA、Bと比較して動きが大きかった。

図7は、第III相における左膝関節のY軸の正方向(1塁側)への動きを示したものであり、その動きを正面から見た図である。左脚のフットコンタクトの位置が実線であり、その時点での左膝は●印の位置である。リリースの時点では、左脚が点線へと移り

左膝は○印の位置に移動した。

左膝のY軸の正方向への移動は、被験者Aが最も大きく14.1cmであり、続いてC (13.4cm)、B (11.2cm) であった。

麻生ら<sup>1)</sup>はフットコンタクト後の左膝の固定について、「左膝が流れ、重心も加速を続けているというフォームは、直進運動のエネルギーを効率よく回転運動に伝えられない」と述べている。また、渡辺ら<sup>26)</sup>は、「左膝の固定がないと回転中心が中央に移動し、回転半径は短くなり体幹の回旋は右肩を十分に加速しないうちに終わってしまう」と報告している。

以上のことから、第I相からボールリリースの期間、主に下半身によって作られたエネルギーは左膝の固定により上肢へと伝達され、無駄なくエネルギーをボールに伝えるには、左膝の固定が重要であると推察される。

被験者A、BはY軸の正方向へ移動が認められたが、第III相の最終ポイントであるリリース時では、左膝関節骨頭は投球方向であるX軸の正方向を向いており、移動を最小限に食い止めている。

しかし、被験者Cの左膝関節骨頭は投球方向から、よりY軸方向へ向いている。この状態は、麻生や渡辺らの報告のように、エネルギー減少につながると考えられる。指導者がよく言葉にする「膝の開き」<sup>17)</sup>がこれに相当するものだと推察される。

吉松<sup>32)</sup>の「投げの動作の最後に大きな力を出す」ためには、左膝の動きを最小限に

くい止め、固定させる必要があると考えられる。

#### 4. 第IV相について

この相の平均所要時間は、205.7MSEC (11.3%) であった。最大値は被験者Cの233MSEC (12.9%) であり、最小値は被験者Aの167MSEC (8.5%) であった。

リリース後は、各々の関節にて速度の低下が見られた。特に、手関節の速度は、急激に低下した。(図4)

桜井<sup>18)</sup>は、この現象を「リリース時に身体各部、特に質量の大きい部分の速度が大きいままだと、ボールに伝わる運動エネルギーが少なくなってしまう」とし、ほとんどの報告に今回の結果と同じ現象が認められたと述べている。

運動連鎖の効率が悪い場合<sup>11)14)</sup>は、リリース後においても各関節に速度が加わることになり各関節への負担も大きくなると考えられ障害の原因になると思われる。

土屋<sup>22)</sup>はフォロースルー時の右腕の動きとして、「リリース後、右手首は胸の前を斜めに横切り、踏み出した左脚の膝の外側に向かって振り抜く」と述べている。

各関節の負担を少なくするために、リリース後は右腕を体幹の対角方向へ巻き込むような動きが理想と考えられる。

このことから、被験者AとBのフォロースルーは膝の前方付近で終わっており、十分なフォロースルーではない。被験者Cは、右腕が左脚大腿部付近まで届いているが、

完全ではなく今後の課題と考える。

次に右脚の蹴りであるが、被験者A、Bと比較し被験者Cは、右脚の蹴りが小さいと思われる。

投手が軸足である右脚を蹴る目的は、重心を前方へ移動し、右腕にかかる力を分散させることにある。被験者Cのように右脚の蹴りが不十分では、体幹が後方に残った状態で上肢の振りだけが先行するため、肩関節後方の負担が増大すると推察される。

このようなフォームで投げ続けると障害が発生しやすくなると考えられ、第IV相におけるフォームの改善が必要と思われる。

林田ら<sup>7)</sup>は、「投球傷害肩の臨床診断」の報告にて、「ボールが離れた後、上腕骨頭が肩甲関節窩から離れないように、上肢の動きが急激に減速されるため肩関節の後方へ大きな負荷がかかる」とし、越智<sup>17)</sup>は、「時速125kmの投球をした場合、重さ85kgのバールを腕にぶら下げたのと同等の力が、肩や肘に加わっている」と述べている。

肩関節における傷害は、大別すると前部と後部に分けられ、この第IV相では肩関節後部の障害が多く発生するとの報告が多い<sup>26)</sup>。

以上のことから、リリース後におけるフォロースルーは、障害予防のために大変重要であると思われる。

この第IV相の働きとしては、第I相から第III相までに前進を使って生み出したエネルギーを、身体の一部（肩や肘だけ）ではなく全身に分散させ吸収することが重要で

あると考えられる。

そのためには、リリース後に右腕のみで減速するのではなく、軸脚によってホームプレートを蹴る動作や左腕や左肩を引きながら右腕を身体に巻き付ける動作を行うことが障害予防のためにも必要であると推察される。

## 5. まとめ

本研究では、大学の準硬式野球部に所属する投手の投球フォームを3次元動作解析法を用いて分析し、膝、手、肘、肩関節の速度や動きを中心に各相の特徴や関連性などを比較・検討した。

### 1) 第1相

上肢の関節速度は、変化が少なく低速度であった。

被験者A、Bの左膝関節は、反投球方向へ捻られていたが、被験者Cの捻りは少なかった。

被験者全てにおいて、左膝の速度は、左膝がトップの位置に低速度を示した。

### 2) 第II相

上肢の関節は、第I相と同様に速度変化が少なかった。しかし、膝関節はトップの位置から次第に速度が上昇し、フットコンタクトでは比較的大きな速度を示した。

被験者Cは、A、Bと比較するとフットコンタクトが速かった。

ここでは、軸脚である右脚に体重を乗せ、更に左膝の伸展を遅くすることによ

って「タメ」を作り、勢いよく投球方向へ踏み出すことが重要である。

### 3) 第III相

手、肘、肩関節は、効率よく速度が伝わり、エネルギー伝達の上で理想の運動連鎖が示された。

肘と肩関節における最大速度のピークの差は、被験者Aが0.033MSEC、被験者Bが0.017MSEC、であった。被験者Cは、肘と肩関節の最大速度が同時に現れた。

膝関節の速度は、フットコンタクト後において、急激に速度が低下した。

左膝の固定は、被験者全てにおいて移動が示された。被験者Aが最も大きく14.1cm、次いでC13.4cm、B11.2cmであった。

### 4) 第IV相

膝関節は、変化が少なく低速度であった。上肢関節は、被験者全てにおいてリリース後、急激に低下した。

被験者AとBには、右脚の蹴り動作が顕著であったが、被験者Cは他の被験者と比較して、蹴りが小さかった。

## V. 引用・参考文献

- 1) 麻生伸一 常岡秀行 他 「社会人野球選手の投球動作解析」『日本整形外科学会誌』Vol.12、1993年、253-256p
- 2) 『Baseball Clinic』ベースボール・マガジン社 No.7、1996年
- 3) 『Baseball Clinic』ベースボール・マガジン社 No.10、1997年
- 4) 『Baseball Clinic』ベースボール・マガジン社 No.8、1998年
- 5) 藤本定義 『投手の教書』新評論、1994年
- 6) 後藤幸弘 岡本勉 他 「ピッチャーの投げの筋電図的分析」『体育の科学』Vol.129、533-538p
- 7) 林田賢治 米田稔 「投球傷害肩の臨床診断」『臨床スポーツ医学』Vol.13、No.2、1996年2月、137-146p
- 8) 平野裕一 『野球のトレーニング』大修館書店、1990年
- 9) 平野裕一 「投球動作のバイオメカニクス」『臨床スポーツ医学』Vol.5、No.8、1988年8月、853-85p
- 10) 堀田朋基 鶴賢行 他 「硬式野球ボール、ハンドボール、及びバスケットボール投げにおける動作の特徴」『第8回日本バイオメカニクス学会大会論集』118-122p、1987年
- 11) 加藤幹雄 「野球の投球分析」『日本整形外科学会誌』Vol.8、1989、111-115p
- 12) 金子公宥 豊岡示朗 他 「槍投げにおける鞭効果」『身体運動の科学IV』杏林書院、1983年、69-79p
- 13) 前田祐吉 『野球』新星出版社、1998年
- 14) 松本真一 信原克哉 他 「投球動作による肩傷害」『PTジャーナル』第24巻、第11号、1990年11月、728-735p
- 15) 西川仁史 立花孝 他 「投球動作の分析」『臨床スポーツ医学』Vol.9、No.1、1992年1月、33-37p

- 16) 大島信雄 『目で見る野球上達法』 成美堂出版、1991年
- 17) 越智隆弘 『野球人のための傷害予防』メディカルレビュー社、1996年
- 18) 桜井伸二 『投げる科学』 大修館書店、1991年
- 19) 桜井伸二 池上康男 他 「発育期における野球投手の上肢関節障害をいかに防ぐか」 『デサントスポーツ科学』 Vol.12、63-72p
- 20) 菅谷斉 『野球』 日東書院、1996年
- 21) 手塚一志 『ピッチングの正体』 ベースボール・マガジン社、1998年
- 22) 土屋弘光 『野球テクニク』 学研、1987年
- 23) 魚住廣信 『ベースボールトレーニング』メディカルレビュー社、1998年
- 24) 魚住廣信 『スポーツ外傷・傷害とリハビリテーション』 山海堂、1996年
- 25) 渡辺幹彦 栗山節郎 他 「コンピュータ動作分析(APAS)を用いたスポーツ傷害の分析とトレーニング処方」 『Sportsmedicine Quarterly』 No.1、1989年 2月、40-45p
- 26) 渡辺幹彦 栗山節郎 他 「コンピュータ動作分析 (APAS) を用いた投球動作分析 II」 『Sportsmedicine Quarterly』 No.2、1990年 Winter、39-44p
- 27) 渡辺幹彦 栗山節郎 他 「コンピュータ動作分析 (APAS) を用いた投球動作分析 II」 『Sportsmedicine Quarterly』 No.3、1990年4月、66-71p
- 28) 渡辺幹彦 栗山節郎 他 「APASを用いた野球投球分析IV」 『Sportsmedicine Quarterly』 No.6、1991年、79-82p
- 29) 渡辺幹彦 栗山節郎 他 「APASを用いた野球投球分析V」 『Sportsmedicine Quarterly』 No.7、1991年、41-44p
- 30) 山中正竹 『ベースボール』 ナツメ社、1997年
- 31) 米田稔 広岡淳 他 「投球傷害肩」 『Sportsmedicine Quarterly』 No.6、1991年、21-32p
- 32) 吉福康郎 「投げる一物体にパワーを注入する」 『J.J.Sports Sci.』 Vol.1-2、1982年、85-90 p