投手の投球動作の評価法に関する研究

○岩瀬弘和, 村田厚生 (広島市立大学)

A Study on the Evaluation of Pitching Motion

Hirokazu Iwase and Atsuo Murata (Hiroshima City University)

1. はじめに

近年, 高速ビデオカメラを使った3次元映像解析法によって投手のピッチング動作に関する研究が行なわれているが, それらは各関節部位の角度を分析した動作特性の分析にとどまっている。

本研究では, 投球動作における人体モデルを作成し, 体の各部位のエネルギーとボールの初速との関係を調べ, 初速に大きく寄与している部位を明らかにした。また, 投球腕の角度や上腕の傾き, ひねり角などを求め, 球種によって違いがあるかを調べた。さらに, 投球腕と反対側の肩のばらつきと初速, コントロールとの関係を明らかにした。そして, これらを指標とした投手の評価について考察を行なった。

2. 実験方法

2.1 被験者

被験者は実業団硬式野球部の投手6名, および高校硬式野球部の投手3名であり, そのうち右投手は6名, 左投手は3名であった。また, 被験者の身長は $1.76 \pm 0.06\text{m}$, 体重は $73.1 \pm 9.6\text{kg}$ (平均値 $\pm$ 標準偏差) であった。

2.2 投球動作撮影

高速ビデオカメラ (ナック製) 2台を使って, 投手の投球動作をサンプリング周波数200Hzで撮影した。分析システムとして, 3次元動作解析ソフト Frame DIAS (電機計測販売製) を使用した。Frame DIAS はビデオで撮影された画像から各ポイントを入力していくビデオデジタイズ方式をとっている。

十分な投球練習の後, 被験者の身体の各関節部位にテーピング用のテープを貼り, それらの動きが撮影できるように, 2台の高速ビデオカメラをそれぞれ, 投手から見て投球方向の左右約45°の位置に設置した。各被験者とも, 持っ

ている球種を5球ずつ投球させた。撮影したビデオから測定点15ポイントの動きをDLT法 (Direct Linear Transformation Method) により算出した。座標系は, 投球方向に対して右方向をX軸, 投球方向をY軸, 鉛直方向をZ軸とした。そして, 踏出脚の接地時からボールのリリース時までのデータについて解析を行なった。

2.3 算出項目

1) 投球腕と反対側の肩のばらつき

投球動作における支点は投球腕と反対側の肩であり, 支点のばらつきが大きいと初速が落ち, コントロールも定まらない¹⁾。この支点のばらつき SFD (Shoulder Fulcrum Dispersion) を

$$SFD = \sum_{i=1}^N \{ (x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2 \}$$

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N x_i / N, \quad \bar{y} = \sum_{i=1}^N y_i / N \quad (N: \text{データ数})$$

と定義し, この値が小さいほど支点のばらつきが少ないと判断した。ここで x_i, y_i はデジタイズした3次元データをxy平面に投影した個々のデータを表す。

2) 人体モデルによる各部位のパワー

3次元動作解析ソフトFrame DIASの分析機能を使って人体モデルを作り, 投球腕の前腕と上腕, 踏出脚の下腿と大腿および胴体の5つの部位のパワー ($\text{kgw} \cdot \text{m/s}$) を算出した。人体モデルの作成には阿江ら²⁾の身体部分質量係数を利用した。

3) 投球腕と体幹の動作

投球腕における肩関節の内転・外転, 水平屈曲・伸展, 内旋・外旋及び肘関節の屈曲・伸展角を算出した。また, 上腕の後傾・前傾角, 右傾・左傾角, 及び体幹の前方・後方ひねり角を算出した。これらは宮西ら³⁾の方法に基づいて算出した。

表1 支点のばらつきと初速の相関係数

被験者	sub 1	sub 2	sub 3	sub 4	sub 5
相関係数	-0.614	-0.947	-0.502	-0.143	-0.771

被験者	sub 6	sub 7	sub 8	sub 9
相関係数	-0.303	-0.602	-0.283	-0.264

3. 実験結果および考察

3.1 肩のばらつきと初速との関係

支点のばらつきSFDとボールの初速との相関係数を表1に示す。この結果から、個人差はあるが、支点のばらつきとボールの初速には負の相関があり、ばらつきが大きいほど初速が落ちるといえる。

しかし、支点のばらつきとコントロールとの関係については、1元配置の分散分析の結果、ストライクの場合とボールの場合で支点のばらつきに有意差はみられなかった。

3.2 人体モデルによる各部位のパワーと初速との関係

投球腕の前腕、上腕、踏み出し足の下腿、大腿及び胴体の5つの部位のパワー (kgw・m/s) を独立変数、初速 (m/s) を従属変数として重回帰分析を行なった結果、上腕との相関が1番大きく (相関係数0.73)、前腕との相関が1番小さかった (相関係数-0.124)。前腕のパワーを除いたときの重回帰式は、

$$\begin{aligned} \text{初速} = & 0.134 \times \text{上腕} + 0.176 \times \text{下腿} \\ & - 0.130 \times \text{大腿} - 0.009 \times \text{胴体} + 22.763 \end{aligned}$$

となり、重相関係数は0.95であった。

このことから、上腕と下腿にパワーを持たせることが、初速を高めることにつながる事が分かる。

3.3 投球腕の角度と体幹角度の球種による違い

各被験者について、球種ごとに投球腕の肩内外転、肩水平屈伸、肩内外旋、肘屈伸角及び上腕の前後傾角、左右傾角、体幹のひねり角を算出した。角度データについては踏出脚の接地時からボールのリリース時までのデータを3次スプライン関数で補間し、その区間を100%としたときの1%ごとのデータを求めた。

このデータについて球種間の違いを調べたところ、どの場合もほとんど差は見られなかったため、各被験者、各球種ごとに規格化された1%ごとのデータの平均を求めた。

図1 球種により肩内外転角の異なる例

図2 球種による肩内外転角の違いの無い例

平均化されたデータについて球種による角度の相違を調べたところ、上腕や体幹の角度にはどの被験者も球種による違いはほとんど見られなかったが、投球腕の肩や肘の角度は球種によって違いのある被験者と無い被験者がいた。それらの例を図1及び図2に示す。図1は高校野球の控え投手であり、図2の被験者は実業団野球で活躍している主力投手である。このことから、評価の高い投手は異なる球種を投げるときにもフォームが変わらないことが分かる。

4. おわりに

投球時の支点となる投球腕と反対側の肩のばらつきを数式で定義し、肩のばらつきが大きいと初速が落ちることが確認できた。また、投球動作における人体モデルから、投球腕の上腕と下腿のパワーが初速に大きく寄与していることが明らかになった。さらに、評価の高い投手ほど投球腕の肩や肘の角度や上腕の傾き、ひねり角などが球種によってほとんど変わらないことが確認できた。

参考文献

- 1) 比佐仁:「NOMO」を見て、考える(II), Baseball Clinic, 10, pp.48~50, 1995
- 2) 阿江通良 他:日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定, バイオメカニズム11, pp.23-32, 1992
- 3) 宮西智久 他:大学野球選手における速投および速投動作の3次元比較研究, 体育学研究, 40, pp.89-103, 1995