

[短 報]

投球動作中における上肢の動きに関する一考察

—ピッチングにおける上肢の振り動作と Scapular Plane での上肢の振り動作との類似性—

伊藤 博一***・滝川 正和*・中里 浩一*・中嶋 寛之*

(平成 11 年 5 月 17 日受付, 平成 11 年 8 月 4 日受理)

One Study Regarding on the Movement of the Upper Extremity
during a Pitching Action

—Similarity of a Throwing Arm Motion between the Pitching and the SP Throwing,
which is the Upper Extremity Movement on the Scapular Plane—

Hirokazu ITO, Masakazu TAKIGAWA, Koichi NAKAZATO
and Hiroyuki NAKAJIMA

The actual movement of a shoulder joint in pitching has been poorly understood from the results of the electromyogram measurement and isokinetic machine. We studied the similarity of the three different throwing motions (the actual pitching, throwing with the internal rotation of the shoulder joint, throwing on SP) at the point of the ball speed. Although the internal rotation of the shoulder joint movement has been considered as one of the major actions in throwing arm, we here show the evidences that the movement on scapular plane, which is advocated by Dr. Watarai, is another major action in throwing arm during pitching.

Key words: Pitching, Internal rotation of the shoulder joint, Scapular plane

キーワード: ピッチング, 肩関節内旋運動, Scapular plane

I. 緒 言

上肢は野球選手にとって最も障害を起こしやすい部位である¹⁻⁶⁾。なかでも野球肘や野球肩といった投球障害は、上肢の使い過ぎや悪いフォームによって発生すると考えられている⁴⁻⁶⁾。特に上肢にとって解剖学的に負荷のかからないフォームが獲得できれば、肩・肘の投球障害防止になるといえる。渡会⁴⁻⁶⁾は、肩甲骨が向いている方向に肩・肘や手を伸展させることは上肢にとって非生理学的ストレスがかからない動作であると提唱している。肩甲骨が向いている方向は Scapular Plane (以下 SP と略す) と呼ばれ Steindler⁷⁾ は「SP は前額面より 30 度ほど前方に偏移した面、いいかえると前額面と肩甲骨面とが 30 度の角をなす」としている。渡会⁴⁻⁶⁾は、大きく体幹を回旋するなかで SP に上肢を伸展させる動

作が、肩・肘の投球障害防止の面で効果的な投動作であると述べている。しかし、SP での上肢の振り動作とピッチングにおける上肢の振り動作との関係は検討されていない。

従来、野球のピッチングにおける上肢の振り動作については数多くの研究がなされてきた^{1-6, 8-11)}。その報告の多くは、ピッチングにおける上肢の振り動作は肩関節内旋運動が重要であることを指摘している^{1-3, 8-11)}。前田⁸⁾は、ピッチングのアクセレーションフェイズにおいて肩関節が最大外旋位から強く内旋されることに着目し、肩関節内旋運動 (肩関節 90 度外転位で上肢を固定し、肘関節 90 度屈曲位・肩関節最大外旋位からの肩関節内旋運動) がピッチングに及ぼす効果について検討した。結果的に前田は肩関節内旋運動とピッチングにお

* 日本体育大学大学院 体育科学研究科健康科学・スポーツ医科学系, ** 日本体育大学 スポーツトレーニングセンター

る上肢の振り動作は、完全には一致していないと述べている。

本研究では、①解剖学的に負荷のかからない動きである SP での上肢の振り動作 ②肩関節内旋運動での上肢の振り動作 ③ピッチングにおける上肢の振り動作の 3 動作を実際のパフォーマンスとより関係の近い投球速度を用いてその相関を比較検討した。また、その結果から SP での上肢の振り動作のピッチングにおける上肢の振り動作に対する寄与を考察した。

II. 方法

A. 対象

対象は、N 大学男子野球部員 19 名（身長：171.4±6.4 cm，体重：67.7±7.1 kg，年齢：20.9±2.6 歳），N 大学一般男子学生 19 名（身長：173.1±4.4 cm，体重：69.9±6.3 kg，年齢 21.4±2.3 歳），N 大学女子野球部員

50 名（身長：159.9±5.2 cm，体重：54.5±4.8 kg，年齢：19.6±1.1 歳）とした。

B. 投球方法

1. ピッチング

18.44 m 前方の目標物に向かっての全力投球をピッチングとした。

2. 肩関節内旋投球

前田の実験⁸⁾と同様に、座位にて下肢・体幹を固定した。かつ肩関節 90 度外転位で上肢を固定し、肘関節 90 度屈曲位・肩関節最大外旋位をとらせ肩関節内旋運動を用いて身体正面にある目標物（5 m 前方）に向かっての全力投球を肩関節内旋投球とした（図 1 左上，左下）。

3. SP 投球

座位にて下肢・体幹を固定し、SP の延長上にある目標物（5 m 前方）に向かっての全力投球とした。この場合、肩関節内旋投球とは異なり上肢の固定はしていな

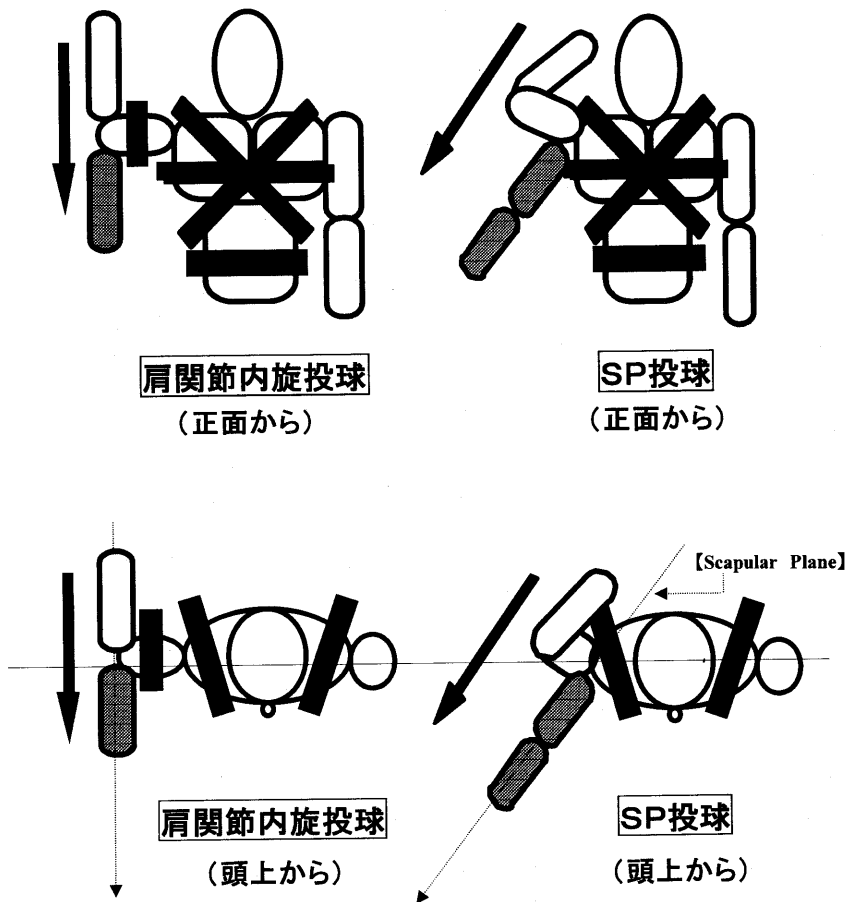


図 1 肩関節内旋投球と SP 投球の模式図

い。(図1右上, 右下)。

C. 投球速度の測定

投球速度の測定にはスピードガン PSK Professional (Decatur Electronics, Inc., USA) を用いた。ピッチング, 肩関節内旋投球, SP 投球の3動作をそれぞれ10球測定し, その初速度の平均値を投球速度とした。使用球は, 被験者女子は軟式B球, 被験者男子は準硬式球を用いた。

III. 結 果

A. ピッチングにおける投球速度と肩関節内旋投球における投球速度との関係

ピッチングにおける投球速度と肩関節内旋投球における投球速度との相関関係を図2に示した。ピッチングにおける平均投球速度は被験者女子 83.8 ± 9.0 km/h, 被験者男子 108.3 ± 12.0 km/h であった。肩関節内旋投球における平均投球速度は被験者女子 33.8 ± 3.2 km/h, 被験者男子 43.7 ± 3.8 km/h であった。ピッチングにおける投球速度と肩関節内旋投球における投球速度の散布図は, 被験者女子, 被験者男子ともに正の相関を示した。その相関度は被験者女子においては $r=0.240, n=50, p<0.1$, 被験者男子においては $r=0.388, n=38, p<0.05$ であった。

B. ピッチングにおける投球速度と SP 投球における投球速度との関係

ピッチングにおける投球速度と SP 投球における投球

速度との相関関係を図3に示した。SP 投球における平均投球速度は被験者女子 45.7 ± 3.2 km/h, 被験者男子 57.4 ± 4.7 km/h であった。ピッチングにおける投球速度と SP 投球における投球速度の散布図は, 被験者女子, 被験者男子ともに正の相関を示した。その相関度は被験者女子においては $r=0.557, n=50, p<0.001$, 被験者男子においては $r=0.471, n=38, p<0.01$ であった。

C. 肩関節内旋投球における投球速度と SP 投球における投球速度との関係

肩関節内旋投球における投球速度と SP 投球における投球速度との相関関係を図4に示した。肩関節内旋投球における投球速度と SP 投球における投球速度の散布図は, 被験者女子, 被験者男子ともに正の相関を示した。その相関度は被験者女子においては $r=0.454, n=50, p<0.001$, 被験者男子においては $r=0.556, n=38, p<0.001$ であった。

IV. 考 察

A. SP 投球とピッチングの投球速度の相関からみた両者上肢振り動作の類似

SP での上肢の振り動作は, 解剖学的に指や手関節を動かす筋(尺側手根屈筋, 浅指屈筋, 深指屈筋), 上腕三頭筋, 広背筋, 大胸筋などが関与する⁴⁻⁶⁾。SP におけるこれらの筋群の運動は骨格的に上肢に対するストレスが少ないため, SP における上肢の振り動作である SP 投球は, 障害の少ない投動作であることが指摘されてい

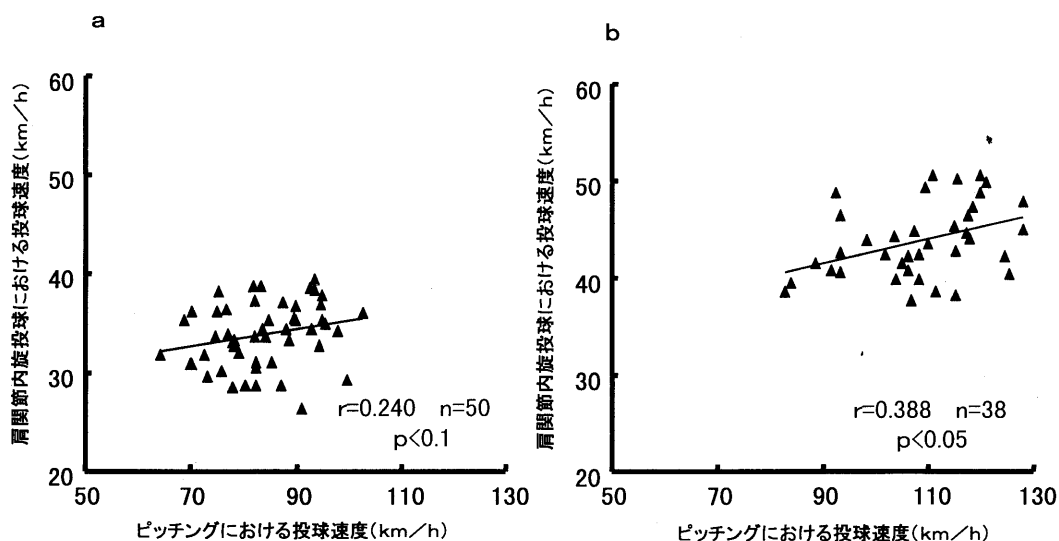


図2 ピッチングにおける投球速度と肩関節内旋投球における投球速度との関係
被験者女子(a)および被験者男子(b)のピッチングにおける投球速度と肩関節内旋投球における投球速度をそれぞれ測定し, その相関係数を検討した。測定方法はII. 方法の項を参照。

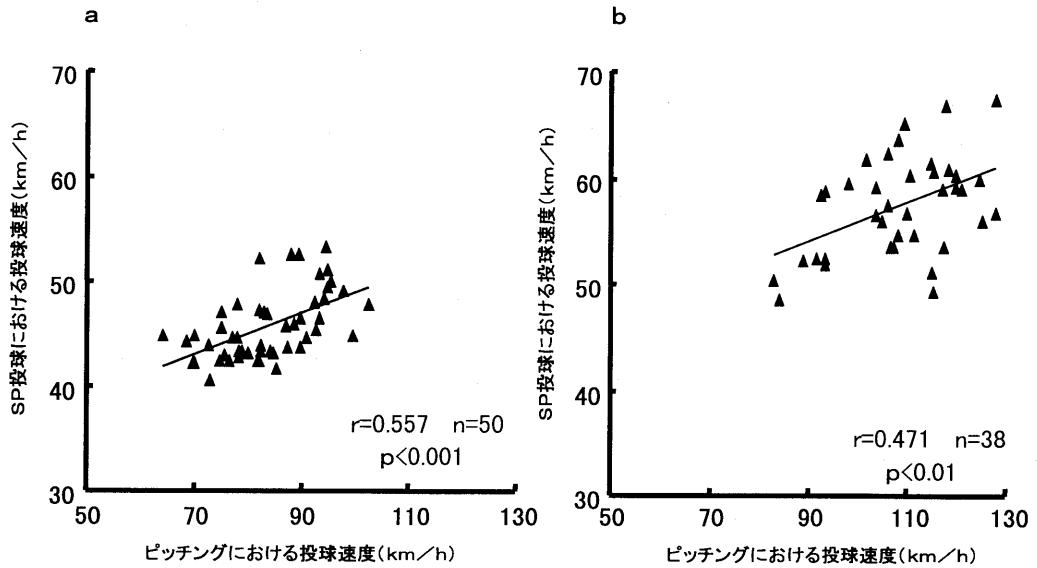


図3 ピッチングにおける投球速度とSP投球における投球速度との関係
被験者女子(a)および被験者男子(b)のピッチングにおける投球速度とSP投球における投球速度をそれぞれ測定し、その相関係数を検討した。測定方法はII. 方法の項を参照。

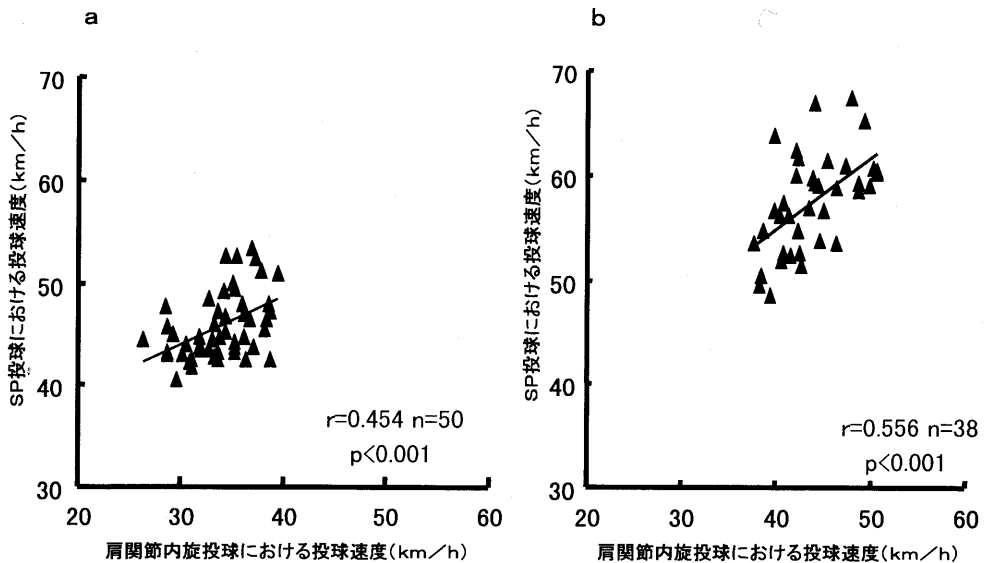


図4 肩関節内旋投球における投球速度とSP投球における投球速度との関係
被験者女子(a)および被験者男子(b)の肩関節内旋投球における投球速度とSP投球における投球速度をそれぞれ測定し、その相関係数を検討した。測定方法はII. 方法の項を参照。

た⁴⁻⁶⁾。しかしSP投球における上肢の振り動作とピッチングにおける上肢の振り動作との関係については検討がなかった。本研究においては、SP投球における上肢の振り動作のピッチングにおける上肢の振り動作に対する寄与を、投球速度の相関を測定することで検討した。その

結果、SP投球における投球速度とピッチングにおける投球速度には高い正の相関が存在し、SP投球における上肢の振り動作はピッチングにおける上肢の振り動作に用いられている可能性が高いことが示された。

異なる二つの動作に関して、使用される筋群の共通性

が高いほど動作の類似性は高いと考えられる。ある動作に関する筋群を検討する場合、筋電図を用いるのが有効な手段である。しかし、投動作のように複数の筋が関与する運動においては単一筋の測定は困難である。また、それぞれの動作が発揮する筋力を測定することにより両者を比較する方法が考えられるが、筋力を測定する際の動作に投動作を反映させることは難しい。本研究ではピッチング、肩関節内旋投球、SP投球の3動作の投球速度をそれぞれ測定し、その相関を検討した。それぞれの投球速度は一義的にはその動作に関与する筋群、その動作およびその筋力により決定される。したがって異なる動作により投球された投球速度に正の相関がある場合、共通の筋群を使った動作である可能性が高くなる。特に本研究のように動作が類似している場合、パフォーマンス（投球速度）の観点から相関を比較するのは有効な手段であるといえる。

B. 肩関節内旋投球の寄与

先行研究の多くは、ピッチングにおける上肢の振り動作は肩関節内旋運動が大きく関与することを報告している^{1-3, 8-11)}。本研究では、肩関節内旋投球における投球速度はピッチングにおける投球速度と正の相関を示すものの、SP投球における投球速度よりも相関が低かった(図2, 3)。つまり、従来報告されている肩関節内旋運動よりも、SPでの上肢の振り動作のほうがピッチングにおける上肢の振り動作により近いといえる。一方、SP投球における投球速度と肩関節内旋投球における投球速度は高い正の相関を示した(図4)。SP投球はSPでの肩、上腕、前腕などの筋群が関与した動作であると考えられる。つまり、SP投球における投球速度と肩関節内旋投球における投球速度の相関は、SP投球が肩関節内旋投球における筋群(肩関節内旋筋群)と共通の筋群を使用していることを示している。

投球速度はその動作において動員される筋群の量に比例すると考えられる。今回、SP投球における投球速度の平均値は肩関節内旋投球における投球速度の平均値より速かった。この結果は、SP投球における上肢の振り動作は肘関節伸展運動、前腕回内運動に加えて肩関節内旋運動をとまなう動作であり、肩関節内旋投球よりも使用する筋群が多いことを示している。

C. 男女差(習熟度別)からみた上肢各振り動作の相関

上述した各動作間での相関関係は被験者男子、被験者女子ともに確認された。すなわち、男女差(習熟度の差)に関わらず、SP投球はピッチングに含まれると考えられる。ただし、相関係数には男女差がみられ、ピッチ

ングにおける投球速度と肩関節内旋投球における投球速度との相関は、被験者男子に比べ被験者女子の方が低かった(図2)。一方、ピッチングにおける投球速度とSP投球における投球速度との相関は、被験者男子に比べ被験者女子の方が高かった(図3)。我々は、被験者男子(熟練者)の方がよりSP投球をピッチングの中に取り込んでいることを予想していたが、実際には被験者女子(初心者)の方がピッチングにおける投球速度とSP投球における投球速度との相関が高かった。この結果は、解剖学的あるいは筋力的男女差によるピッチングフォームの差が一つの原因として考えられる。特にピッチングの場合、上肢のみでなく下肢・体幹の寄与が大きいことも相関関係に影響を与えることがありうる。今後、下肢・体幹に注目して男女のピッチングフォームを解析し、その結果から総合的に上肢の動きを更に検討していく予定である。

V. 要 約

従来行われている筋電図や等速性筋力測定器などの測定結果からでは、ピッチングにおいて肩関節の動きが明確にわからなかった。我々は、異なる三つの投動作(ピッチング、肩関節内旋投球、SP投球)における投球速度の相関から、上肢の動きの類似性を検討した。ピッチングにおける上肢の振り動作は肩関節内旋運動が大きく関与していると考えられていたが、渡会が提唱するSPでの上肢の振り動作の方がピッチングにおける上肢の振り動作に近い根拠を得た。

参考引用文献

- 1) 手塚一志: 肩バイブル, 初版, ベースボールマガジン社, 東京(1992).
- 2) 立花龍司: ベースボールプレーヤーズTCA理論(肩偏), 初版, 日刊スポーツ出版社, 東京(1995).
- 3) 立花龍司: ピッチャーズコンディショニング, 初版, 日刊スポーツ出版社, 東京(1994).
- 4) 渡会公治: 特集/ストレッチングプロネーションを身につけるトレーニング—肩や肘の障害の治療法一, Sportsmedicine, No. 18, 91-98 (1995).
- 5) 渡会公治: 特集/チューブ・エクササイズ上手なからだの使い方と慢性障害の治療のためのチューブエクササイズ, Sportsmedicine, No. 19, 68-72 (1996).
- 6) 渡会公治: 特集/チューブ・エクササイズ上肢の障害とプロネーション, Sportsmedicine, No. 19, 91-97 (1996).
- 7) Steindler, A.: KINESIOLOGY OF THE HUMAN BODY—Under Normal and Pathological Conditions—, Third Printing, Charles C. Tho-

- mas, USA, 446-474 (1970).
- 8) 前田 健: PNFが野球におけるピッチングのパフォーマンスに及ぼす影響, 筑波大学修士論文, (1993).
 - 9) 桜井伸二: 投げる科学, 初版, 大修館書店, 東京 (1992).
 - 10) Frank W. Jobe *et al.*: An EMG analysis of the shoulder in throwing and pitching—A preliminary report—, American Journal of Sports Medicine, Vol. 11, No. 1, 3-5 (1983).
 - 11) Frank, W. Jobe *et al.*: An EMG analysis of the shoulder in pitching—A second report—, American Journal of Sports Medicine, Vol. 12, No. 3, 218-220 (1984).