

## 女子軟式野球選手の投動作における真下投げの即時的効果

本嶋佐恵、藤田英二

鹿屋体育大学

キーワード: 未熟な投動作、体幹回旋動作、ボール初速度

### 【要約】

本研究では、女子軟式野球選手を対象に真下投げを行わせ、投球時の体幹回旋動作およびボール初速度への即時的効果を明らかにすることを目的とした。対象は、競技歴 2 年未満の高校生女子軟式野球選手 9 名とし、真下投げトレーニングを行わせる真下投げ条件と、通常のキャッチボールを行わせるコントロール条件の 2 条件での運動介入を、それぞれ日を変えて行った。それぞれの運動介入前後に距離 17m での全力投球を行わせ、ハイスピードカメラによる投動作の 3 次元動作分析と、スピードガンによるボール初速度の測定を行った。その結果、真下投げ条件においてのみ、肩峰線回旋角度、骨盤線回旋角度およびボール初速度の有意 ( $P < 0.01 \sim 0.05$ ) な増大が認められた。以上の結果から、競技歴の浅い初心者に対する真下投げトレーニングの実施は、投球時の体幹回旋動作の改善とボール初速度の増大に即時的効果をもたらすことが明らかとなった。

スポーツパフォーマンス研究, 6, 1-10, 2014 年, 受付日: 2013 年 6 月 5 日, 受理日: 2014 年 1 月 27 日

責任著者: 藤田英二 〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町 1 鹿屋体育大学 fujita@nifs-k.ac.jp

\*\*\*\*\*

### **Immediate effects of *mashitanage* on the pitching of female rubber-ball baseball players**

Sae Motojima, Eiji Fujita

National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key words: inexperienced pitching motion, body trunk rotation motion, initial ball speed

### **[Abstract]**

The present study aimed to clarify the immediate effects of *mashitanage* (pitching

toward right below) on the rotation of the trunk of the body and the initial ball speed at ball release time of female rubber-ball baseball players. The participants, 9 high school woman baseball players with less than 2 years' playing experience, were given an exercise intervention on different days in 2 conditions: *mashitanage* training and ordinary practice catching a ball. Before and after each intervention, they were instructed to do their best pitching at a distance of 17 meters. Their pitching motions were recorded for 3-dimensional motion analysis using a high speed camera, and the ball's initial speed was measured by a speed gun. Significant improvement ( $p < 0.01 \sim 0.05$ ) was found only after the *mashitanage* training. Improvement was observed in the acromion lateral rotation angle and the pelvic rotation angle. These results suggest that giving beginner rubber-ball baseball players *mashitanage* training may result in an immediate improvement in their body trunk rotation and initial ball speed when pitching.

## I. 諸言

近年、女子野球が普及し始めている。特に、2010年度の女子プロ野球の発足が競技人口の増加に拍車をかけ、ユースチームの設立や高校・大学野球部の相次ぐ創部など、女子野球のフィールドはさらに拡大しつつある。しかし、女子野球選手の多くが高校や大学から競技を始めるため、競技年数の浅い選手、すなわち初心者が数多く存在する。

歴史の浅い女子野球においては、先行研究もまだ少ない。伊藤ら(2004)は、大学女子野球におけるトップレベルのチームを対象に投動作の3次元動作分析を行っているが、トップレベルの選手でさえも投動作に対する体幹回旋動作の寄与が小さく、未熟な投動作であることを指摘している。豊島(1980)は、野球選手ではないが女兒の投動作を分析し、その特徴として肩や腰の回旋を利用できてないことや、手投げであることを指摘している。このような、女子野球選手に多くみられる、体幹回旋不足によって上肢の振り動作に依存する未熟な投動作では、ボール初速度が低下するだけでなく、肩・肘関節へ加わる過度のストレスの繰り返しにより、野球肩や野球肘といった上肢投球障害をも誘発しやすくなる。

体幹回旋動作の習得を目的とした投動作トレーニングの一つに「真下投げ」がある。真下投げは、未熟な投動作へのアプローチとして、主に上肢投球障害者へのリハビリテーション指導として用いられているが(伊藤ら, 2005)、真下投げトレーニングの実施による投動作の変化や、ボール初速度に対する効果についての検証はほとんどなされていない。蔭山と前田(2013)は、中学生男子野球選手を対象に3ヶ月間の真下投げトレーニングを行わせた結果、ボール初速度の大幅な増大が認められたことを報告しているが、これは長期間のトレーニング効果について検証したものであり、即時的効果についてはいまだ明らかになっていない。仮に、投動作が未熟な女子野球選手に対する真下投げトレーニングの実施が、投動作の改善やボール初速度の増大に即時的効果をもたらすとすれば、通常の練習はもとより試合前のウォームアップ手段としても用いることが可能となる。

## II. 目的

本研究では、競技歴の浅い女子軟式野球選手を対象に真下投げトレーニングを実施し、投球時の体幹回旋動作およびボール初速度への即時的効果を明らかにすることを目的とした。

## III. 対象と方法

### 1. 対象

対象は、高等学校軟式野球部に所属する競技歴2年未満の女子選手9名(年齢:15.9 ± 0.6歳、身長:160.6 ± 4.0cm、体重:53.3 ± 6.6kg、競技歴:1.0 ± 0.4年)で、対象者は全員右投げであった。尚、対象者全員とその保護者に対して事前に本研究の趣旨、安全性について十分な説明を行い、書面にて参加の同意を得た。

### 2. 実験プロトコル

対象者全員に、真下投げトレーニング行わせる真下投げ条件と、通常のキャッチボールを行わせるコントロール条件の 2 条件での測定を、それぞれの影響を受けないように別日程で実施した(図 1)。真下投げ条件では真下投げを、コントロール条件では距離 17m でのキャッチボールをそれぞれ 5 分間行わせた。このように、両条件の運動介入は球数ではなく、介入時間を統一して行った。



図1 実験プロトコル

真下投げトレーニングは、伊藤ら(2005)の手順にもとづき、踏み込み脚のステップ動作と利き手のテイクバック動作から、踏み込んだ脚に全体重を乗せて体幹を大きくかつ素早く回旋させ、リリースポイントの真下の地面に向かってボールを叩きつけるよう指示して行わせた(動画 1)。

両条件とも運動介入の前後に、セットポジションから立位姿勢の捕球者に向けて全力投球をさせ、その際の投動作をハイスピードカメラにて撮影した。さらに、スピードガン(ZETT社製)を用いて、捕球者の後方からボール初速度を測定した。運動介入前の投球は十分なウォーミングアップの後に行わせた。それぞれ5球ずつの全力投球を行わせ、ボール初速度が最高値であった試技を分析対象とした。使用球は軟式B球とし、投距離は17mとした。尚、運動介入後の測定は介入終了直後から順次実施したが、対象者全員が測定を終えるまでに要した時間は最大で20分であった。

### 3. 投動作の撮影

投動作は、対象者の左右の肩峰部と上前腸骨棘部にマーカーを貼付し、2台のハイスピードカメラEX-F1(CASIO社製)を用いて、300fpsで撮影した。1台のカメラ(C1)を対象者の側方20m地点、もう1台のカメラ(C2)をC1より40°移動した斜前方25m地点に、それぞれ三脚を用いて1.4mの高さに設置し、各カメラの画角を撮影範囲(幅3.0m, 奥行き2.0m, 高さ2.0m)が十分にカバーできるように調整した(図2)。また、2台のカメラの同期を取るため、撮影と同時に各カメラの画面内に光を撮り込むよう同期ランプを設置した。尚、試技の撮影の前後にキャリブレーションポールを撮影範囲内の12ヶ所の地点に垂直に立て撮影した。図2に示すように、固定座標系のX軸は投球方向に対して右方向、Y軸は投球方向、Z軸を鉛直方向とした。

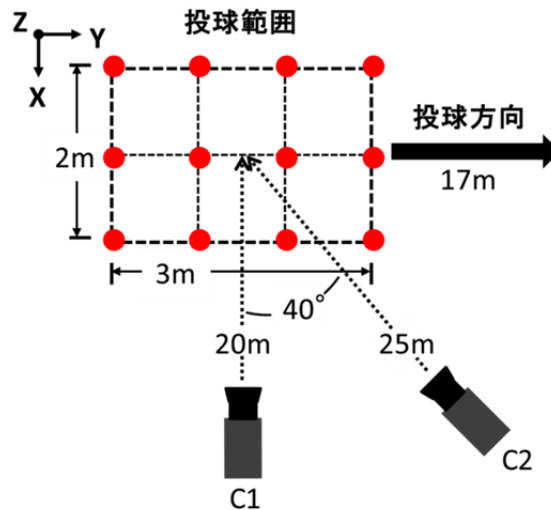


図2 カメラ設置と撮影範囲

#### 4. 投動作の分析

3次元座標の算出は、動作解析システム Frame-DIASIV (DKH 社製) を用いて、2台のカメラから得た身体各部位の計測点と校正点の2次元座標をもとに、DLT法 (Direct Linear Transformation method) (池上, 1983) により行なった。校正点の実測値と推定値との平均誤差は、 $7.3 \pm 3.7\text{mm}$  であった。得られた3次元座標は、バターワース型のローパスデジタルフィルタを用いて平滑化した。尚、計測点のデジタイズ区間は、踏み込み脚接地時からボールリリース時までとした。左右の肩峰を結んだ線を肩峰線、左右の上前腸骨棘を結んだ線を骨盤線と定義し、投球方向を基本線とし、右方向への回旋をマイナス(-)、左方向への回旋をプラス(+)で表した(図3)。XY平面における肩峰線および骨盤線と基本線(Y軸)とのなす角度を肩峰線角度および骨盤線角度とし、投動作の分析を行った。肩峰線および骨盤線の回旋角度は、踏み込み脚接地時の肩峰線角度および骨盤線角度を、ボールリリース時の肩峰線角度および骨盤線角度から引いた値とした。肩峰線および骨盤線の回旋角速度の経時変化は、踏み込み脚接地時からボールリリース時までを100%として規格化し、分析を行った。

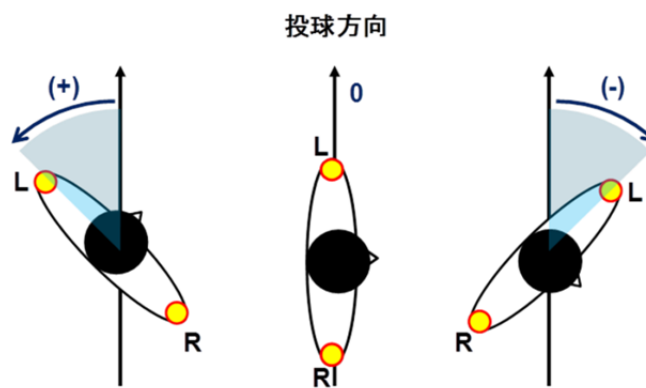


図3 回旋角度の定義

## 5. 統計処理

得られたデータは平均値および標準偏差で記述した。運動介入前後における平均値間の統計的有意差検定には、対応のある t 検定を用いた。統計処理には統計解析ソフトウェア (SPSS ver. 15.0 for Windows) を用い、危険率 5% 水準未満を有意とした。

## IV. 結果

### 1. 投動作

#### (1) 体幹回旋角度

真下投げ条件では、運動介入前後で肩峰線回旋角度が  $87.0 \pm 22.4^\circ$  から  $94.9 \pm 16.1^\circ$  へと有意 ( $P < 0.05$ ) に増大した (図 4)。骨盤線回旋角度も  $67.4 \pm 27.4^\circ$  から  $74.6 \pm 25.4^\circ$  へと有意 ( $P < 0.01$ ) に増大した (図 5)。一方、コントロール条件では、運動介入前後で肩峰線回旋角度および骨盤線回旋角度の有意な増大はみられなかった (図 4, 5)

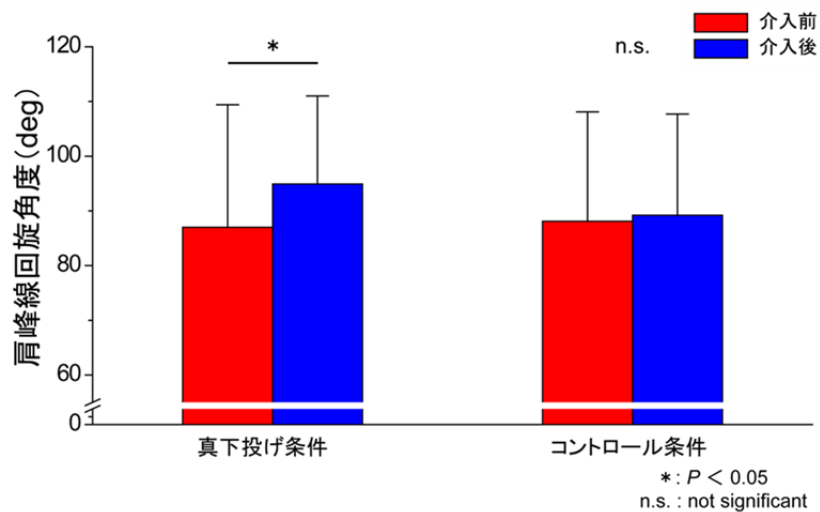


図4 肩峰線回旋角度

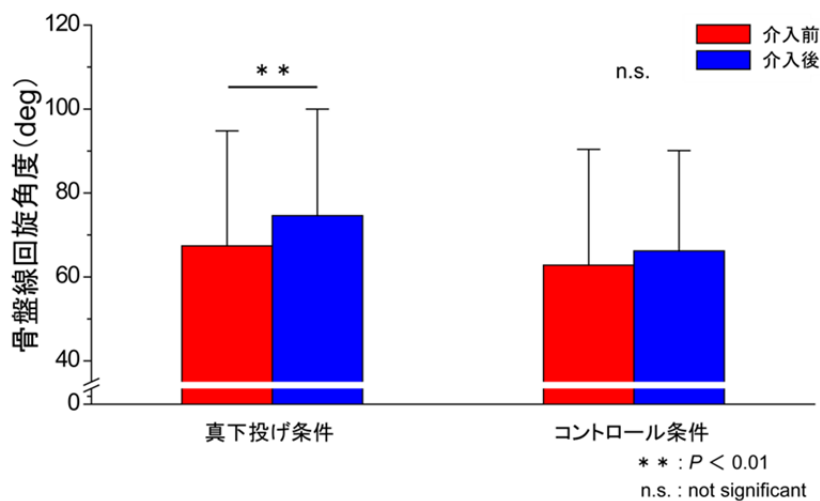


図5 骨盤線回旋角度

## (2) 体幹回旋角速度の経時変化

真下投げ条件における体幹回旋角速度の経時変化の一例を図 6 に示す。運動介入前の骨盤線回旋角速度のピーク値は 539deg/sec であり、踏み込み脚接地時からボールリリース時までの期間を 100%とした 32%経過時に出現していた。また、肩峰線回旋角速度のピーク値は 854deg/sec であり、29%経過時に出現していた。一方、運動介入後の骨盤線回旋角速度のピーク値は 632deg/sec であり、24%経過時に出現していた。また、肩峰線回旋角速度のピーク値は 1,031deg/sec であり、32%経過時に出現していた。つまり、真下投げの運動介入により、骨盤線回旋角速度と肩峰線回旋角速度のピーク値はともに増大し、ピーク値が出現するタイミングも骨盤線が先導するようになった。

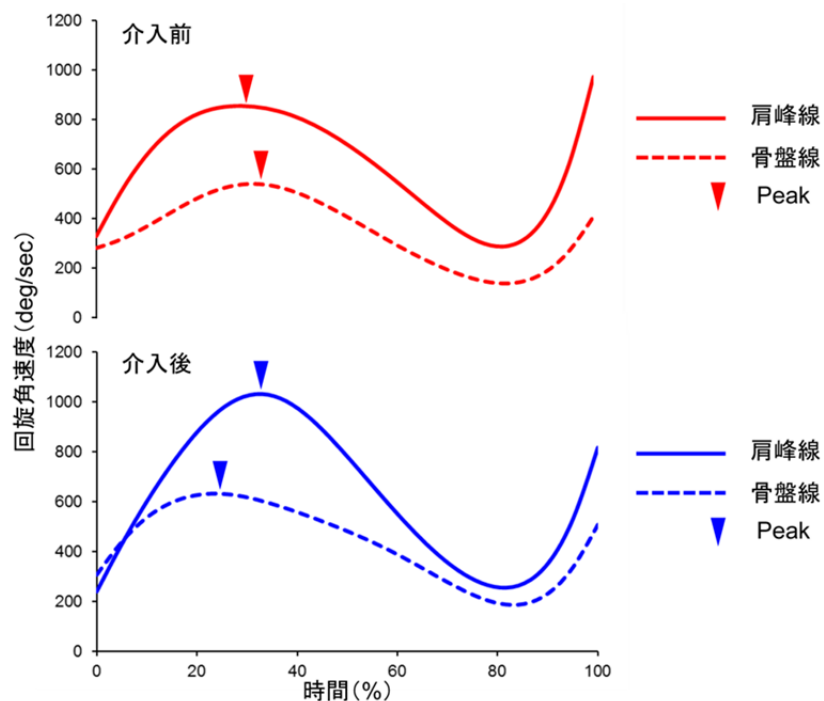


図6 真下投げ条件における体幹回旋角速度の経時変化の一例

## 2. ボール初速度

真下投げ条件では、運動介入前後でボール初速度が  $70.7 \pm 6.6\text{km/h}$  から  $74.9 \pm 5.7\text{km/h}$  へと有意 ( $P < 0.01$ ) に増大した(図 7)。一方、コントロール条件では、運動介入前後にボール初速度の有意な増大はみられなかった(図 7)。

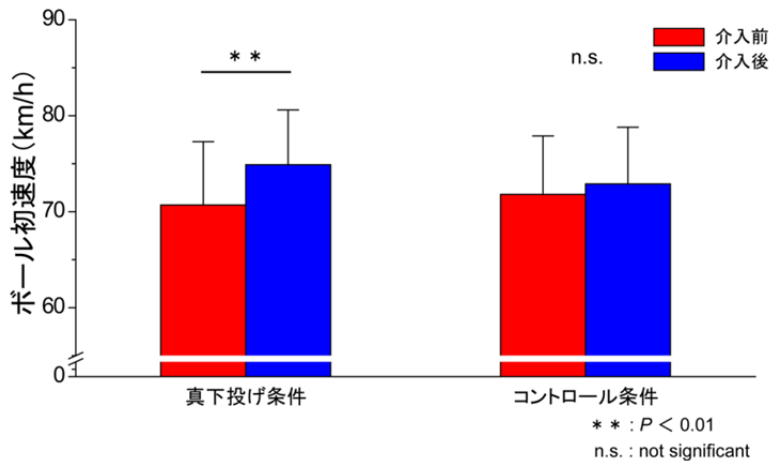


図7 ボール初速度

## V. 考察

本研究では、競技歴の浅い女子軟式野球選手を対象に真下投げトレーニングを実施し、投球時の体幹回旋動作およびボール初速度への即時的効果を明らかにすることを目的とした。その結果、真下投げ条件においてのみ肩峰線回旋角度と骨盤線回旋角度が有意に増大することが明らかとなった(図4, 5)。

伊藤ら(2003)は、真下投げでは特にボールリリース時の肩峰線回旋角度が改善されることを報告しており、本研究結果においても同様に、肩峰線回旋角度の増大は踏み込み脚接地時ではなくボールリリース時の肩峰線角度の増大によるものであった。この一因として、真下投げは重力方向へ向かって体幹を大きくかつ素早く回旋させる、投球加速期を意識した投動作トレーニングであることが考えられる。また、ボールリリース時の肩峰線角度の増大は、ボールリリースの位置をより前方(投球方向)へとシフトさせ、投動作において重要な「球持ちの良さ」や「球離れの遅さ」などにもつながってくるものと考えられるが、今後の検討課題である。

真下投げ条件では、肩峰線回旋角速度と骨盤線回旋角速度のピーク値がともに増大し、ピーク値が出現するタイミングも骨盤線が先導するようになった(図6)。信原(2004)は、投動作における体幹の捻れ(回旋)について、腰(骨盤線)が先行して胸(肩峰線)がそれに続き、ボールリリース時には胸(肩峰線)が追い越すことで、捻れのエネルギーが投球側の腕に伝達されると述べている。阿江と藤井(2002)は、投動作においては、大きな仕事のできる下肢によって生み出された力やエネルギー、速度などがタイミング良く順次に加算、伝達されて末端につながることにより、最終的なエネルギーや速度を大きくできるという運動連鎖の原則が成り立つと述べている。三原(2008)は、投動作は全身の運動連鎖を必要とする動作であり、体幹の捻れや回旋に伴う上肢の動きへの連鎖が正確かつスムーズに行われることにより、必要十分なエネルギーをボールに伝えることができると述べている。本研究で示した体幹回旋角速度の経時的变化の一例でも真下投げの運動介入によって、先行研究にみられるような良い動作の特徴がみられるようになった。

真下投げ条件においてのみボール初速度が有意に増大することが明らかとなった(図7)。伊藤



ら(2001)は、肩峰線回旋角度および回旋角速度とボール初速度との間には高い正の相関があることを報告している。本研究でも、真下投げの運動介入によって、効率的な体幹回旋動作を獲得し、その結果としてボール初速度が有意に増大したものと考えられる。以上の結果から、競技歴の浅い女子軟式野球選手、すなわち初心者に対する真下投げトレーニングの実施は、投球時の体幹回旋動作の改善と、ボール初速度の増大に即時的効果をもたらすことが明らかとなった。

真下投げトレーニングの即時的効果が明らかになったことにより、通常の練習はもとより試合前のウォームアップ手段としても用いることが可能であると考えられる。特に、試合前のウォームアップは、限られた時間とスペースで実施することが多いため、真下投げトレーニングは非常に有効であると考えられる。また、真下投げは、試合中の攻撃の時間帯でも低反発のボールを使用することにより、投手がベンチ裏で実施することも可能であることから、本研究結果が野球の現場にもたらす意義は大きい。しかし、今後の検討課題として、真下投げトレーニングの即時的効果がどのくらいの時間持続するのかを明らかにする必要がある。また、投動作やボール初速度だけでなく、ボールコントロールへの即時的効果を明らかにすることも重要である。

## VI. まとめ

本研究では、競技歴の浅い女子軟式野球選手を対象に真下投げトレーニングを実施し、投球時の体幹回旋動作およびボール初速度への即時的効果を明らかにすることを目的とした。得られた結果は以下の通りである。

- 1) 肩峰線回旋角度および骨盤線回旋角度が有意に増大した。
- 2) 肩峰線回旋角速度と骨盤線回旋角速度のピーク値がともに増大し、ピーク値が出現するタイミングも骨盤線が先導するようになった。
- 3) ボール初速度が有意に増大した。

以上の結果から、競技歴の浅い初心者に対する真下投げトレーニングの実施は、投球時の体幹回旋動作の改善とボール初速度の増大に即時的効果をもたらすことが明らかとなった。

## <参考文献>

- ・ 阿江通良, 藤井範久(2002)スポーツバイオメカニクス 20 講. 朝倉書店. pp. 13-14.
- ・ 池上康男(1983)写真撮影による運動の3次元解析法, Japanese Journal of Sports Science, 2:163-170.
- ・ 伊藤博一, 中里浩一, 渡會公治, 中嶋寛之(2001)投球動作における体幹運動の役割—体幹運動と上肢投球障害—, 日本臨床スポーツ医学会誌, 9(3):332-339.
- ・ 伊藤博一, 中里浩一, 新垣善之, 渡會公治, 中嶋寛之(2003)真下投げにおける体幹運動の特徴—真下投げと上肢投球障害—, 日本臨床スポーツ医学会誌, 11(3):477-485.
- ・ 伊藤博一, 中里浩一, 渡會公治, 中嶋寛之(2004)女子野球選手の投動作における体幹回旋運動の特徴—体幹回旋運動と上肢投球障害—, 日本臨床スポーツ医学会誌, 12(3):

469-477.

- 伊藤博一, 中里浩一, 渡會公治, 中嶋寛之 (2005) 肩関節投球障害者へのリハビリテーション指導—真下投げの有効性—, 日本臨床スポーツ医学会誌, 13(1):68-77.
- 蔭山雅洋, 前田明 (2013) 真下投げトレーニングにおける段階的プログラムの一例とその効果—中学野球投手3ヶ月間の指導における事例—, スポーツパフォーマンス研究, 5:90-101.
- 三原研一 (2008) バイオメカニクスと投球フォーム, 関節外科, 27(8):998-1008.
- 信原克哉 (2004) 肩—その機能と臨床—, 第3版, 医学書院. pp. 379-398.
- 豊島進太郎 (1980) ボール投げと体幹のひねり, 体育の科学, 30(7):478-482.