



# 熟練者によるソフトボール投げ・ハンドボール投げの投動作比較

草莉有里恵 (東海大学大学院体育学研究科) 田中沙織 (東海大学大学院体育学研究科)

齋藤亜里穂 (東海大学大学院体育学研究科) 栗山雅倫 (体育学部競技スポーツ学科)

平岡秀雄 (スポーツ医科学研究所研究員)

## A Comparison of Throwing Movement between Softball and Handball by an Expert

Yurie KUSAKARI, Saori TANAKA, Asaho SAITO, Masamichi KURIYAMA and Hideo HIRAOKA



### Abstract

The purpose of this study was to show clearly what kind of difference is seen how an overhand throw changes with movement experience, and by changing a ball.

Subjects are five female softball players (the height of  $158.4 \pm 4.2$  cm, the weight of  $55.4 \pm 2.3$  kg, athletic career  $11.0 \pm 1.9$  years, throwing right-handed), and five female handball players (the height of  $161.8 \pm 2.3$  cm, the weight of  $59.8 \pm 3.0$  kg, athletic career  $6.4 \pm 2.9$  years, throwing right-handed).

The softball throw and the handball throw were made to perform to a subject, and driving distance was measured.

Results of this study were follows.

- 1) The usage of the elbow is different according to the movement experience.
- 2) The influence appears in the form when the load of the ball is increased.
- 3) A big difference is not seen in the form when a load of a ball is lightened.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 39-44, 2012)

## I. 緒 言

球技における投動作は、ボールの飛距離や速度、さらには目的とする場所に確実に投げることができるというような正確性が重要視され、それらのパフォーマンス向上のための筋力発揮の仕方や効率の良いフォーム等が頻繁に検討されている。

投動作と筋力に関する研究は多く存在し、ボール初速度の高い者、遠投飛距離の高い者は筋力やパワーが優れていることが多いと報告されている<sup>1-3)</sup>。しかし、杉森<sup>4)</sup>らはボールの重量が軽くなるにしたがい、ボール初速度は体力以外の他の要因も強く影響する可能性があるとして述べている。

また、Nelson<sup>5)</sup>らは、投動作の習熟度は学習経験量に強く影響されると報告しており、このことから運動経験による違いが投動作のパフォーマンス

スに大きく関わってくると考えられる。また、笹倉<sup>6)</sup>らは、ボールの大きさ・質量が投動作の習熟度に影響を及ぼすと報告している。

このことから、ボールの条件が変化することによって投動作が変化し、また運動経験の違いによって投動作に差異が見られるということが推察される。

## Ⅱ. 目 的

本研究では、投動作において一般的に用いられるオーバーハンスローが運動経験によってどのように変化するか、また、オーバーハンスローを主とする専門種目の相違が、用いるボールを変化させることによって、どのような差異が見られるかを明らかにすることを目的とした。

## Ⅲ. 研究方法

### 1. 被験者

東海大学「人を対象とする研究」倫理委員会の承認を得て、被験者を選定した。

関東学生ソフトボールリーグ1部に所属するT大学女子ソフトボール部員5名(身長 $158.4 \pm 4.2$ cm、体重 $55.4 \pm 2.3$ kg、競技歴 $11.0 \pm 1.9$ 年、右投げ)と、関東学生ハンドボールリーグ1部に所属するT大学女子ハンドボール部員5名(身長 $161.8 \pm 2.3$ cm、体重 $59.8 \pm 3.0$ kg、競技歴 $6.4 \pm 2.9$

年、右投げ)を被験者とし、実験を行った。いずれの対象にも実験の趣旨を伝え、同意を得た上で実験に参加してもらった。

### 2. 実験の設定

図1のように縦4m(X方向)×横3m(Y方向)×高さ2m(Z方向)のエリアを設定し、X方向に向かって全力で出来るだけ遠くにボールを投げるよう指示し、それぞれ2回ずつ試技を行った。試技には、日本ソフトボール協会検定の3号ボール、周囲 $30.4 \pm 0.3$ cm、重量 $187.8 \pm 10.6$ g(以下、「ソフトボール投げ」とする)と日本ハンドボール協会検定の2号ボール、周囲 $55 \pm 1$ cm、重量 $350 \pm 25$ g(以下、「ハンドボール投げ」とする)を使用し、各試技ごとに遠投飛距離を計測した。

試技中の投動作を2台のハイスピードカメラ(CASIO EXILIM 60fps, 1/240)により、側方から同時に撮影した。またX方向と垂直になる位置にもう1台ビデオカメラ(CASIO EXILIM 60fps)を設置し、印象分析用として撮影を行った。

### 3. データ分析

各被験者、ソフトボール投げ・ハンドボール投げ、各2回ずつの試技から、それぞれ遠投飛距離の良かった試技を分析対象として抽出した。

実験により得られた映像は、株式会社ダートフィッシュ・ジャパンのダートフィッシュを用いて映像を重ね合わせ、繰り返し観察し、印象分析を

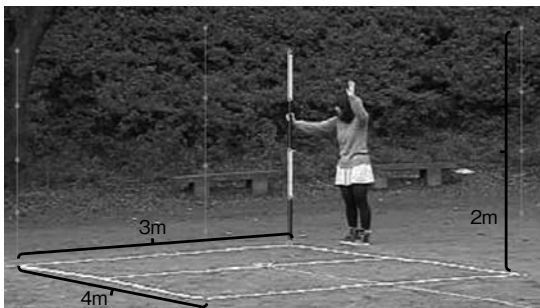


図1 実験図  
Fig. 1 Experiment Setting



図2 ダートフィッシュを用いた映像  
Fig. 2 Picture image of the dartfish

行った。(図2)

また株式会社ディケイエイチ製のFrame-DIAS IVを用い、三次元DLT法にて、三次元データに変換した。

#### 4. 肘角度の設定

図3のように右肩ー右肘、右肘ー右手首を結びその間のなす角を肘角度と設定する。

## IV. 結 果

### 1. 印象分析

ダートフィッシュを用いた分析(図4)より、ソフトボール競技者のソフトボール投げ・ハンドボール投げでは、ボールの軌跡において顕著な差異が見られたが、ハンドボール競技者においての双方の投動作では、大きな差は見られなかった。(図5・6)



図3 肘角度  
Fig. 3 Elbow angle



図4 ダートフィッシュ画像によるソフトボール競技者(左)、ハンドボール競技者(右)  
Fig. 4 Dartfish picture of softball player (left) and handball player (right)

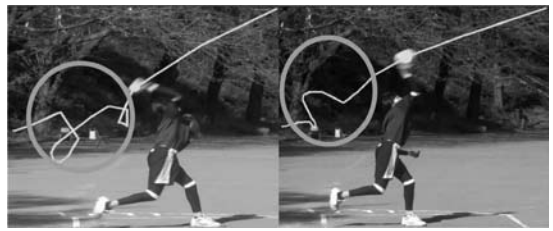


図5 ソフトボール競技者のソフトボール投げ(左)・ハンドボール投げ(右)のボールの軌跡  
Fig. 5 Trajectory of the ball in softball and handball throwing by a softball player



図6 ハンドボール競技者のソフトボール投げ(左)・ハンドボール投げ(右)のボールの軌跡  
Fig. 6 Trajectory of the ball in softball and handball throwing by a handball player

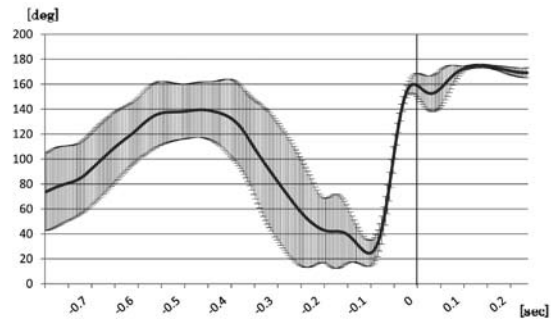


図7 ソフトボール競技者のソフトボール投げによる肘角度平均  
Fig. 7 Average elbow angle curve of softball throwing by softball players

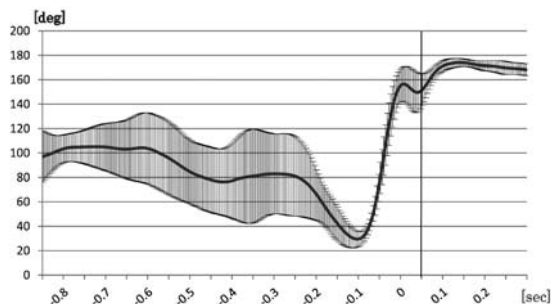


図8 ソフトボール競技者のハンドボール投げによる肘角度平均  
Fig. 8 Average elbow angle curve of handball throwing by softball players

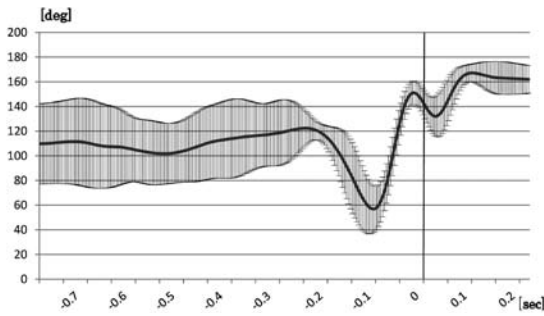


図9 ハンドボール競技者のソフトボール投げによる肘角度  
Fig. 9 Average elbow angle curve of softball throwing by handball players

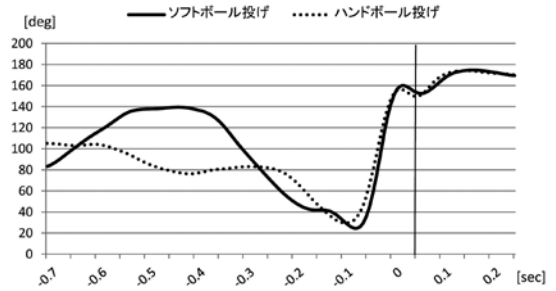


図11 ソフトボール競技者によるソフトボール投げ・ハンドボール投げの平均値比較  
Fig. 11 Comparison of average elbow angle curve between 2 types of throwing by softball players

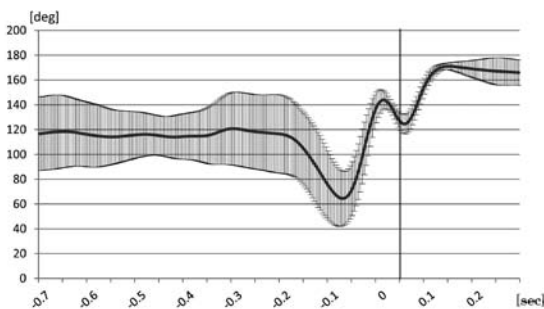


図10 ハンドボール競技者のハンドボール投げによる肘角度  
Fig. 10 Average elbow angle curve of handball throwing by handball players

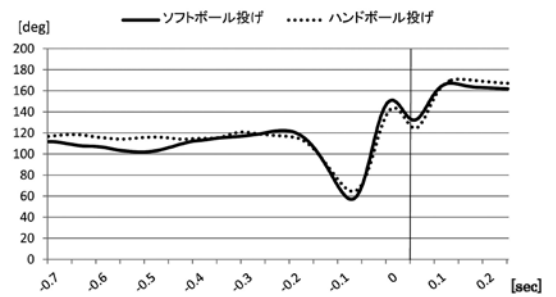


図12 ハンドボール競技者によるソフトボール投げ・ハンドボール投げの平均値比較  
Fig. 12 Comparison of average elbow angle curve between 2 types of throwing by handball players

## 2. 3次元データ解析

### 1) 肘角度の平均による比較

図7～10は専門競技ごとに平均値と標準偏差を算出し、示した図である。両者ともテイクバック時には、ばらつきが見られた。しかし、体幹の捻りによって、肩・肘が前方に引き出される辺りから、ばらつきが減少し、リリースの直前まで全員ほぼ同様の肘角度で投球していることがわかる。

### 2) 肘角度の平均比較

図11、12は運動経験ごとにソフトボール投げ・ハンドボール投げの平均値を比較したものである。ハンドボール競技者はボールの違いによって、肘角度に大きな差は見られなかったが、ソフトボール競技者はテイクバック時に大きな肘角度の変化が見られた。

## V. 考 察

### 1. 印象分析から見た投動作の相違

ソフトボール競技者における、ソフトボール投げとハンドボール投げを比較したところ、ソフトボール投げと比較して、ハンドボール投げのテイクバックの腕の動きが小さい傾向が見られ、また、手のひらを上に向けてバックスイングする傾向がみられた。(図5)

このような傾向がみられた要因として、ボールの大きさ及び質量が影響していると考えられる。ソフトボール投げでは、ボールが小さく、握りやすいため、操作しやすいと考えられる。一方、ハンドボール投げでは、ボールが大きく、しっかりと握ることが容易ではないため、ソフトボールと比べて、操作しにくいと考えられる。そのため、ソフトボール競技者は、ハンドボールをしっかり

と握り込むことができず、ボールを落とさないようにするために、手のひらを上に向け、その上にボールを乗せるようなかたちで、テイクバック動作を行っているのではないかと考えられる。また、マイネル<sup>7)</sup>は運動伝導を関節の運動の順次性にとらえている。ソフトボール投げでは、テイクバック時に胴体から腕へ力を上手く伝導することができたが、ハンドボール投げではボールの大きさ及び質量の負荷が増加したため、ソフトボール投げ同様の運動伝導を起こせなかったと考えられる。

次に、ハンドボール競技者における、ソフトボール投げとハンドボール投げを比較したところ、テイクバックの腕の動きに大きな差異はみられず、両動作ともに、ボールをしっかりと握り、手の甲を上に向けてテイクバック動作を行なう傾向がみられた。(図6) これは、先に述べてあるように、ハンドボールと比較してソフトボールは操作しやすいと考えられ、ボールの負荷が軽減したため、ハンドボール競技者はハンドボール投げと同様の動作で、ソフトボールを投げることができたと考えられる。

投動作の特徴としては、ソフトボール競技者のソフトボール投げでは肘を柔軟に使い、テイクバックで作られる力の“タメ”を肘を支点として作る傾向が見られた。しかしハンドボール競技者は、テイクバック動作開始時から肘を固定して、ほぼ腕を伸ばしきった状態でテイクバックを行なっている動きが見られた。このことから、ハンドボール競技者は、肩を支点として力の“タメ”を生み出し投動作を行っていると考えられる。

以上のことより、ソフトボール競技者は肘を、ハンドボール競技者は肩を支点として投球している可能性が示唆された。

## 2. 肘角度から見た運動経験の相違

印象分析により、テイクバック動作の右腕の使い方に相違がみられ、その中でも特に肘角度の変化に特徴があることがわかった。そこで、ソフトボール競技者とハンドボール競技者の右腕の肘角

度を比較したところ、図7～10より、主要局面であるボールをリリースする前の体幹の捻りによって肩・肘が前方に引き出される辺りから、全員同じような肘角度で投球していることが認められ、特にソフトボール競技者のソフトボール投げで最も顕著に示された。また、ソフトボール競技者のハンドボール投げ、ハンドボール競技者のソフトボール投げ・ハンドボール投げでも同様の傾向が見られたことから、準備局面であるテイクバック時にはそれぞれの投球フォームにより、リズムやタイミングの取り方によって、それぞれ肘角度は異なるが、体幹の捻りによって肩・肘が前方に引き出される辺りから、ボールをリリースした辺りまでは同様の肘角度で投球していることが示唆される。

また、図11、12に示す専門競技ごとに肘角度の比較により、ソフトボール競技者はソフトボール投げ・ハンドボール投げにおいて、準備局面であるテイクバック時に差が見られたが、ハンドボール競技者においては、ソフトボール投げ・ハンドボール投げでテイクバック時の肘角度に差はあまり見られなかった。

ソフトボール競技者は普段扱っているソフトボールより重く、周囲の大きいハンドボールに対し、負荷が増加したため、ボールに合った投げ方に適応されたと考えられる。一方でハンドボール競技者は、普段扱っているハンドボールよりソフトボールは軽く、握りやすいことから、負荷が軽減したため、普段と同様のフォームで投げる事が出来たと推察される。そのため、ソフトボール投げ・ハンドボール投げの肘角度に差が見られなかったと考えられる。

競技者において、普段扱っているボールより負荷が増加したものに対しては、ボールに合ったフォームに適応されるが、負荷が軽減された場合では、運動経験による動作の刷り込みによって、本来のフォームと変わらず投げる可能性があることが、今回の結果から示唆された。

しかし笹倉<sup>5)</sup>らは、ハンドボール競技者がハンドボールより小さいボールを使用した際の投動作

について、ボールを完全に握れるため手首が固定されてしまい前腕・手首のスナップがボールに生かされないと述べている。今回の実験において手首について触れていないため、今後ソフトボール競技者・ハンドボール競技者の手首スナップ動作において、比較検討する必要があると考える。また、今後サンプル数を増やすことにより、有意な関連が認められる可能性が高いと思われる。

### 3. 投動作における習熟性

運動の習熟性について、金子・朝岡<sup>8)</sup>らは、人間の意識的な運動行動の中で著しく自動化されて遂行される運動要素と位置付けており、また、自動化については、習熟の高まりとともに注意を向けなくても合目的的に展開するようになることと定義している。

今回の実験において、ソフトボール競技者のほうが競技経験も長いため、投動作の習熟性は自動化されていたにも関わらず、ハンドボール競技者に比べ、より相違が見られた。考察1、2で行った比較検討より、投動作の習熟性は、これまでの運動経験だけではなく、使用するボールの種類も大きく影響するということが示唆された。しかし、ハンドボール競技者は、ボールが変化したにも関わらず、フォームに大きな差異は見られなかった。このことから、投動作の習熟性は、用いるボールの負荷が増加するか軽減するかに、大きく影響されると推察された。

今回の実験ではソフトボール競技者がより操作しやすいボールを用いた場合と、ハンドボール競技者がより操作しにくいボールを用いた場合の実験を行っていないため、今後、先に述べた2つの

パターンを含めた実験を行うことが必要であると考える。

### 参考・引用文献

- 1) 北川勇喜, 荒川清美, 藤原佑, 広田公一, 浅見俊雄, 青山昌二, 戸薙晴彦, 渡辺慶寿: ハンドボールの投力に関する研究, 体育学研究, 15(5), 211, 1971.
- 2) 高木公三郎, 熊本水頼, 大島要: 捻転力について, (第2報), 体育学研究, (4)1, 1959.
- 3) Pedegana LR, Elsner RC, Roberts D, Lang J and Farell V: The relationship of upper extremity strength to throwing speed. Am J Sports Med(10), 352-354, 1982.
- 4) 杉森弘幸, 山本佳代, 今井一, 松岡敏男, 川岸興志男, 篠田昭八郎: 大学生の投動作に関する一考察(1) —一般女子学生のソフトボール投げとハンドボール投げについて—岐阜大学教養部研究報告第33号, 1996.
- 5) Neldon, J.K., Thomas, J.R., Nelson, K.R. and Abraham, P.C.: Gender differences in children's throwing performance. Biology and environment, Res. Quart. Exerc. Sports (57), 280-287, 1986.
- 6) 笹倉清則, 難波俊夫, 高橋和之, 大門芳行: ボールの大きさ・質量の変化が投動作に及ぼす影響, 日本女子体育大学紀要 (20), 11-23, 1990-04.
- 7) クルト・マイネル, 金子明友訳: スポーツ運動学, 大修館書店, 190-212, 1981.
- 8) 金子明友・朝岡正雄編著: 運動学講義, 大修館書店, 261, 272, 1990.
- 9) 栗山雅倫, 辻昇一: ハンドボール競技における戦術的判断時期とパフォーマンスの関係について, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 第22号, 29-35, 2010.