

小学野球選手における投球速度を高めるトレーニングプログラムとその即時的な効果

蔭山雅洋¹⁾, 前田明²⁾

¹⁾ 鹿屋体育大学大学院

²⁾ 鹿屋体育大学

キーワード: ジュニア野球選手, 投球動作, 真下投げ, 体幹

【要旨】

本事例の A 選手の投球動作は, 体幹の回旋動作が小さい (テイクバックの際に後方への回旋ができていない) こと, リリース時において体幹の前傾が小さく, 肩の内旋動作 (肘関節の伸展動作ができていないことによる代償運動) が大きいことがあげられる. 本事例では, A 選手の投球動作の改善方法として, 体幹の回旋動作を利用したトレーニング (正座姿勢からの投球練習), 下肢と体幹の連動を伴ったトレーニング (真下投げトレーニング) に着目し, 投球速度の改善および投球障害の予防を目的としたトレーニングプログラムの即時的な効果を検証することとした. トレーニングの結果, 最大速度は 1 km/h (1.7 %) 増大し, 5 球中の平均速度は 3 km/h (5.4 %) 増大した. またトレーニング後の投球動作は, コッキング期におけるボール最低位時から踏込脚接地前において, トレーニング前より, 体幹の後方への回旋動作が大きくなり, 加速局面 (踏込脚接地時からリリース時) にかけては, 体幹の可動範囲が大きくなった. そして, リリース時の体幹の前傾動作は大きく, 上肢の振り動作は, リリース時に肘関節が伸展し, 肩関節の内旋動作が小さくなった. これらの結果より, 本事例で行ったトレーニングプログラムは, 投球速度の変化は小さいものの, 踏込脚接地前における肩の後方への回旋や加速局面の体幹回旋の可動範囲, リリース時の体幹の前傾動作および上肢の振り動作が改善されると考えられる.

以上のことから, 本トレーニングプログラムは, 体幹の回旋動作が小さい (テイクバックの際に後方への回旋ができていない) 選手, リリース時において体幹の前傾が小さく, 肩の内旋動作 (肘関節の伸展動作ができていないことによる代償運動) が大きくなる特徴がみられる選手に対して, 即時的に動作を改善するための有効な手段であることが示唆された.

スポーツパフォーマンス研究, 7, 10-21, 2015 年, 受付日:2014 年 3 月 7 日, 受理日:2015 年 1 月 13 日

責任著者: 前田明 〒891-2393 鹿児島県鹿屋市白水町 1 番地 amaeda@nifs-k.ac.jp

Training to get a quick increase in the speed of balls pitched by an elementary school baseball player

Masahiro Kageyama¹⁾, Akira Maeda²⁾

¹⁾ Graduate School, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

2) National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key words: elementary school baseball player, pitching motion, *Mashitanage*,
body trunk

[Abstract]

The present study developed a training program for Player A, an elementary school student, whose pitching motion had problems such as too small a rotation of the trunk of his body (no turning backwards on take-back), too small a bend of the trunk of his body when releasing the ball, and too big an internal turning of his shoulder (compensation motion due to lack of an extension motion of his elbow joint). The present study evaluated effects of a training program aimed at increasing ball speed and preventing pitching-related injuries for Player A. The program included training that utilized the rotation of the trunk of his body (pitching exercise from a sitting position) and training connecting the motion of his lower leg and the trunk of his body (*Mashitanage* training). After this training, Player A's maximum ball speed increased by 1.7 km/h (1.7%), and the average speed of 5 pitched balls increased by 3 km/h (5.4%). After the training, Player A's pitching motion changed as follows: the extent of his turning the trunk of his body backwards before landing on the step-in foot from the lowest position of the ball during the cocking period became larger than before the training, and the movable range of the trunk of his body during the acceleration period (from the landing of the step-in foot to releasing the ball) also became larger. The bending motion of the trunk of his body when releasing the ball became larger, and the swinging motion of his upper arm became smaller because of his extending his elbow joint on releasing the ball and having a smaller internal turning of his shoulder joint. These results suggest that this training program may be effective for improving the backward turning of a pitcher's shoulder before landing on the step-in foot, the turning of the trunk of the body in the acceleration period, the bending motion of the trunk of the body on releasing the ball, and the swinging motion of the upper arm. The results with Player A suggest that this training program may well be a useful method for quickly improving the movements of baseball players who have problems because the turning motion of the trunk of their body is too small, the bending of the trunk of their body is too small, and the internal turning motion of their shoulder is too large.

I. 緒言

野球の動作には投げる, 打つ, 走る, 捕るなどがみられるが, その中でも「投げる」動作は野球を構成する上で, もっとも重要な要素である. 本事例の A 選手は, 野球部に入部し, 野球経験 1 ヶ月の選手であり, 身体特性は年齢が 11.4 歳, 身長が 142.5 cm, 体重が 42.0 kg, 投球速度の最大速度は 58.0 km/h, 5 球中の平均速度は 55.4 ± 2.1 km/h であった. 本事例の A 選手は, 勝亦ほか (2009) が報告している同年齢の野球選手 (身長: 141.1 cm, 体重: 38.8 kg, 投球速度: 77.4 km/h) および未経験者 (身長: 141.6 cm, 体重: 35.6 kg, 投球速度: 61.6 km/h) と比較すると, 身長と体重は同等ではあるが, 投球速度は両者よりも低値であった. また投球動作 (加工なし [動画 1](#), 加工あり [動画 2](#)) は, 体幹の回旋動作が小さい (テイクバックの際に後方への回旋ができていない) こと, リリース時において体幹の前傾動作が小さく, 肩の内旋動作 (肘関節の伸展動作ができていないことによる代償運動) が大きいことがあげられる. このように, 本事例の A 選手は, 同年齢と比べて投球速度が小さく, 上肢の動作が主体となる手投げになっていたと考えられる.

「投げる」という動作は, 「手に持っている物体に, 持っている手によって速度を与えて空中に放す動作である」と定義されている (桜井, 1992). 投球動作は, 右投げの場合, 左脚の速度が増加し, その脚が接地した後, 腰, 肩, 肘, 手首そしてボールの順に, 各部位の水平速度のピークが時間的にずれながら増加する (豊島ほか, 1976; 桜井, 1992; 阿江・藤井 2002), いわゆる運動連鎖 (Kreighbaum and Barthels, 1985) によって成り立つ. そのため, 最終的に手の速度をどれだけ高くできるかが, 投球速度を決定する要因になると考えられる. しかしながら, 投球速度はボールへ伝えられる手関節の関節パワーによって生み出されているものの, それらの多くは体幹や肩関節の運動によって生み出されるエネルギーに起因している (宮西ほか, 1997). さらに, 投球速度を高めるには, 投球動作中の下肢 (Mac Williams et al., 1998; Matsuo et al., 2001) や体幹の回旋動作 (Fleisig et al., 1999; Escamilla et al., 2001; Matsuo et al., 2001; Stodden et al., 2001), 捻転動作 (宮西・櫻井, 2009; 蔭山ほか 2014) を改善することが有効であると考えられる.

また成長期にある野球選手は, 肘関節や肩関節の投球障害の発生率が高いことが報告されており (越智, 1996; 信原, 2001), 成長期の野球選手の指導には十分な配慮が必要となる. 投球障害が発生する要因は, 主として投げ過ぎによるものと未熟な投動作によるものとに大別されることが知られている (伊藤, 2007). このうち, 少年野球での投球数や試合数, 練習量などといった制限は見直されており, “投げ過ぎ” は改善されている. しかし, 未熟な投球動作の改善に関しては検討されているものの, 指導現場では未熟な投球動作を改善した実証例が少ないのが現状である. 投球障害の発生の原因は, 投球動作中の体幹回旋運動の不足を代償して肩甲骨面の軸より後方での過度の肩関節内旋運動が主体になることで, 肩・肘関節へのストレスが大きくなること (伊藤ほか, 2001) が述べられている. そのため, 上肢の痛みの軽減には, 下肢や体幹にアプローチをした真下投げトレーニングが有効である (伊藤, 2007; 伊藤ほか, 2003; 2009) とされている. 以上のことから, 投球速度の改善および投球障害の予防には, 上肢が主体となる投動作を改善する必要があり, そのためには下肢や体幹部の改善に焦点をあてることが有効であると考えられる.

そこで本事例では, A 選手の投球動作の改善方法として, 体幹の回旋動作を利用したトレーニング (正座姿勢からの投球練習, 後述), 下肢と体幹の連動を伴ったトレーニング (真下投げトレーニング,

後述)に着目し、投球速度の改善および投球障害の予防を目的としたトレーニングプログラムの即時的な効果を検証することとした。

II. 方法

1. 測定手順

本事例の測定は、以下の手順で行った(図1)。測定に先立ち、被検者にはストレッチを含むウォーミングアップを十分に行わせた後、投球練習を行わせた。投球練習終了後、休息を挟み、被検者の疲労感がないことを確認した後に、被検者には15 m先のネットに対して、直球5球の全力投球を行わせた。ボールは、軟式球(質量: 126.2 - 129.8 g, 直径: 67.5 - 68.5 mm)を使用した。

撮影映像は、トレーニング前後における投球動作を測定した。投球動作は、側方に設置したデジタルビデオカメラ(EXILIM EX-F1, CASIO社製)を用いて毎秒300コマで撮影した。投球速度は、スピードガン(2ZM-1035, Mizuno社製)を用いて計測した。スピードガンは測定誤差が少ない投球方向に配置(宮西ほか, 2000)し、照準を被検者のボールリリース位置に向けて測定を行った。トレーニング前後における投球動作の比較は、全力投球5球の中から、投球速度が最も高い値を示した試技の映像をそれぞれ採用した。

本研究におけるトレーニングの指導および投球動作の評価は、投球指導に関して6年間の経験を有する者であった。さらに、本事例では、トレーニングの効果および投球動作の変化を明確に検討するため、野球を専門とする大学野球選手(指導経験のない)6名(年齢 21.0 ± 1.4 歳, 野球歴 11.2 ± 2.9 年, 指導歴 0 年)および野球の指導経験を有する5名(年齢 31.8 ± 6.8 歳, 野球歴 11.4 ± 4.8 年, 指導歴 9.8 ± 6.8 年)を対象に、アンケートを行った。アンケートは、評価者にトレーニング前後の映像を(評価者には、どちらがトレーニング前後かを知らせないように)提示し、映像を見ながら、投球動作の改善点について自由に記述するものであった。評価者には、モニターに映し出されたトレーニング前後の映像を見ながら、投球動作の改善点をあげ、その項目について、10段階(1悪い, 5普通, 10良い)の評価を行うように指示をした。そして、評価者がトレーニング前後の投球動作に関して判断できたかを検討するため、どちらの映像がトレーニング後であることを質問した。

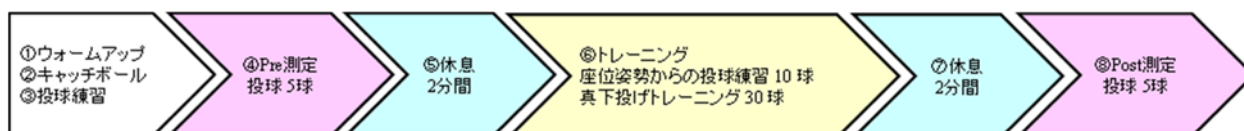


図1. 実験の手順

2. トレーニング方法とその留意点

本研究では、正座姿勢からの投球練習10球と段階的な真下投げトレーニング30球を行った。トレーニングの方法および留意点は、以下の通りである。

(1) 正座姿勢からの投球練習

正座姿勢からの投球練習は、土橋ほか(2009)の方法にならい行った(動画3)。本研究では、5m

先のネットに対し、正座姿勢からの投球練習を 10 球行った。このドリルは、下肢の動きを使わずに、体幹上部（肩）の回転（体幹の捻じれ）を利用し、その中で自然と胸を張った状態になる感覚を得ることが重要である。そのため、ドリルを行う際は、投球方向に正対した構えから投球方向とは逆向きの回旋動作を利用し、投球方向に体幹を回旋させることが有効となる。また未熟な投動作の場合は、テイクバックが大きくなることや肘の位置が低くなることもある。そのような場合は、テイクバックの際の肘の位置を肩よりも高くし投球することで、体幹の回旋動作を主体となる投動作を習得することにつながるかとされている。

このドリルの注意点として、土橋ほか（2009）は、胸を張ろうとして、投球腕の肩や腕を引いてしまい、肩甲骨が内側（背骨側）による運動を起こすために、腕が背中側に残る可能性を述べている。このような動作は腕の加速のリズムが破たんし、せっかく胸を張った場合でも、それが逆効果になって腕が出てこないということにもつながる。つまり、肩や腕を引いて胸を張るのではなく、胸が自然と張った状態になるためにも、まず力を抜くこと、そして体幹、胸郭の柔軟性を高めていくことが自然な胸の張り、しなやかな動きを獲得することにつながるといえよう。したがって、自然な胸の張りを習得するためにも、体幹の捻じれを利用する必要がある。正座姿勢からの投球練習は、体幹の回旋動作が小さい（テイクバックの際に後方への回旋ができていない）動作を改善するための有効な手段であると考えた。

(2) 段階的な真下投げトレーニング

真下投げトレーニングの指導は、先行研究（伊藤, 2007; 伊藤ほか, 2008; 蔭山・前田, 2013）の手順にもとづき、3 段階に分けて行った。真下投げトレーニングの導入にあたり、第 1 段階は基本動作の習得とし、ZERO 真下投げトレーニング（伊藤ほか, 2008）を導入した（[動画 4](#)）。第 2 段階は、伊藤（2007）の手順にならい、真下投げトレーニング（[動画 5](#)）を導入した。真下投げトレーニングは、着脚のステップ動作と利き手のテイクバック動作から、着足に全体重を乗せ、体幹の素早い回旋と前傾を行いながら、真下（リリースポイントの真下）に向かってボールを叩きつけるように指示をした。そして第 3 段階は、蔭山・前田（2013）にならい、6m, 12m 前方の地面に向かって真下投げトレーニングを行わせた。トレーニングで行った投球数は、第 1 段階が 10 球、第 2 段階が 10 球、第 3 段階が各距離で 5 球ずつ、合計 30 球を行った。

ZERO 真下投げを行う際の留意点（伊藤, 2007; 伊藤ほか, 2008）として、正しい体重移動が確実にできるよう、軸足の母指球と投球方向とを結ぶ線上にあらかじめ着足を着地しておくこと、ステップ幅を通常の投球時の約半分にするのが重要である。そして、①両手を頭の後ろでリラックスして組む（両肩甲上腕関節のゼロポジションを保持）。②非利き手だけを水平に伸ばす。この時、利き手はそのまま動かさない（利き手側の肩甲上腕関節のゼロポジションを保持）。③伸ばした非利き手が真下（リリースポイントの真下）の地面ポイントを指すまで体幹を着足側に大きく側屈させる。④着足に全体重を乗せて真下投げを行う。また真下投げは、ZERO 真下投げよりも着足のステップ動作の難しさや利き手のテイクバック動作の難しさがある。そのため、指導者は、選手が着地した際に着足がぶれる際などは、真下投げトレーニングよりも ZERO 真下投げの習得を優先させることが正しいフォームを習得するために重要である。そして真下投げは、投球や遠投といった投動作よりも踏込脚に作用する最大着足荷重が有意に高い（伊藤 2000b）ことや投球速度を大きくするために重要な体幹の回旋動作および上肢の腕振り

(肘関節の伸展動作が主体となる) 動作を習得するトレーニング (伊藤, 2000c; 伊藤, 2007) であることが報告されている。したがって, 踏込脚に荷重を大きく, 体幹の回旋と前傾しながらボールをリリースするような真下投げトレーニングは, リリース時において体幹の前傾動作が小さく, 上肢が主体となった動作を改善するための有効な手段であると考えた。

3. 投球動作の局面分け

本研究では, 投球動作を 3 つの局面に分けた (図 2)。コッキング期は, 踏込脚の膝関節膝関節最高位時 (図 2-①) 時から踏込脚接地 (図 2-③) の時まで, 加速局面は踏込脚接地時からボールリリース (図 2-④) の時まで, フォロースルー期はボールリリース時から手の最低位時 (図 2-⑤) の時点までとした。

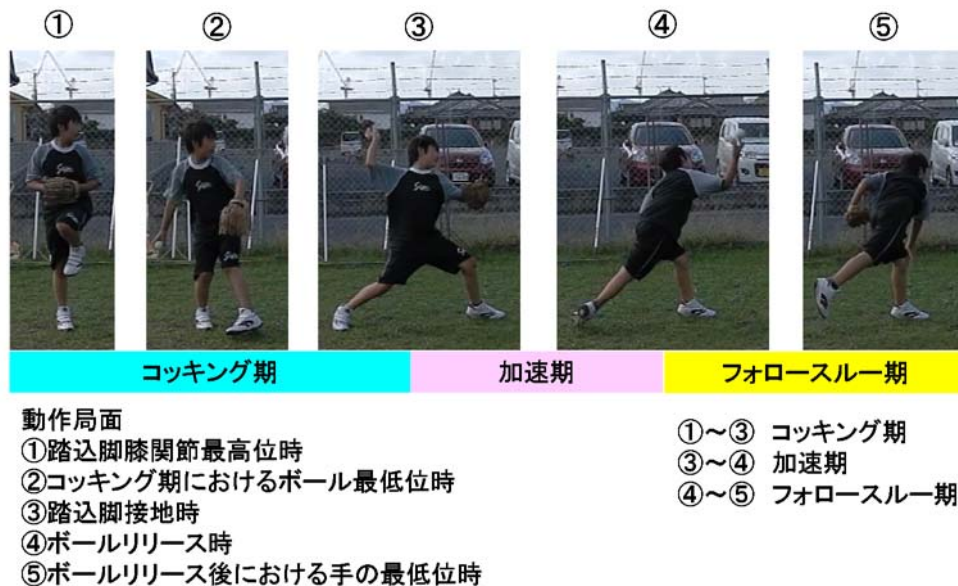


図 2. 投球動作の局面分け

III. 結果

1. 投球速度の変化

表 1 は, A 選手の投球速度の変化を示したものである。トレーニング後の最大速度は, 59.0 km/h であり, トレーニング前 (58.0 km/h) に比べ, 1.0 km/h (1.7 %) 増大した。またトレーニング後における 5 球中の平均速度は, 58.4 ± 0.8 km/h であり, トレーニング前 (55.4 ± 2.1 km/h) よりも, 3.0 km/h (5.4 %) 増大した。

表 1. トレーニング前後における投球速度の変化

	トレーニング前	トレーニング後	変化率 (%)
最大速度 (km/h)	58.0	59.0	1.7
平均速度 (km/h) (5球中)	55.4 ± 2.1	58.4 ± 0.8	5.4

2. トレーニング前後における投球動作の変化

図 3 は、トレーニング前後における投球動作を比較したものである。トレーニング前の投球動作（加工なし [動画 1](#)，加工あり [動画 2](#)）は、踏込脚接地（図 3 上-③）前において体幹の回旋動作が小さい（テイクバックの際に後方への回旋ができていない）こと，リリース時（図 3 上④）において体幹の前傾が小さく，肘関節は屈曲していた。そして上肢の振り動作は，肩の内旋動作が大きいことがみられた。

トレーニング前後の投球動作を比較すると，トレーニング後の投球動作（加工なし [動画 6](#)，加工あり [動画 7](#)）は，コッキング期におけるボール最低位時から踏込脚接地前において，体幹の後方への回旋動作が大きくなり，踏込脚接地時では体幹が後方へ回旋された（図 3 下-③，図 4）。そして，この動作の改善によって，踏込脚接地時（図 3 下-③）からリリース時（図 3 下-④）までの体幹回旋の可動範囲が大きくなった。トレーニング後におけるリリース時（図 3 下-④）の投球動作は，体幹の前傾動作が大きくなった（図 5）。また上肢の振り動作は，リリース時の肘関節が伸展し（図 5），肩関節の内旋動作が小さくなった。

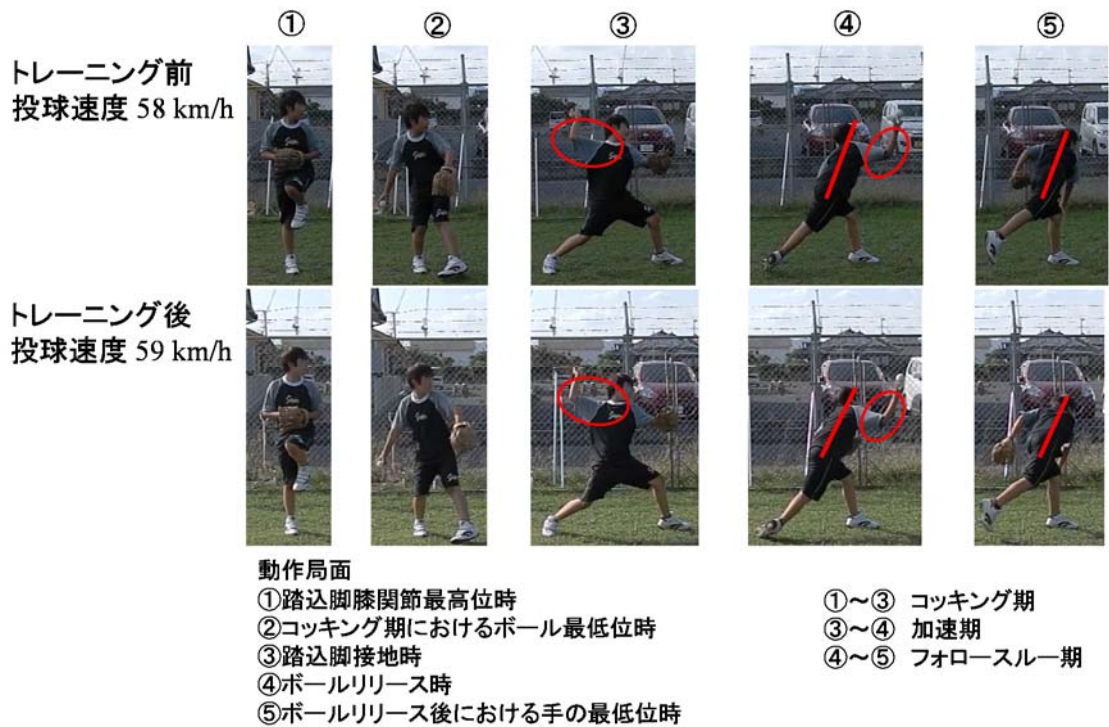


図 3. トレーニング前後における投球動作

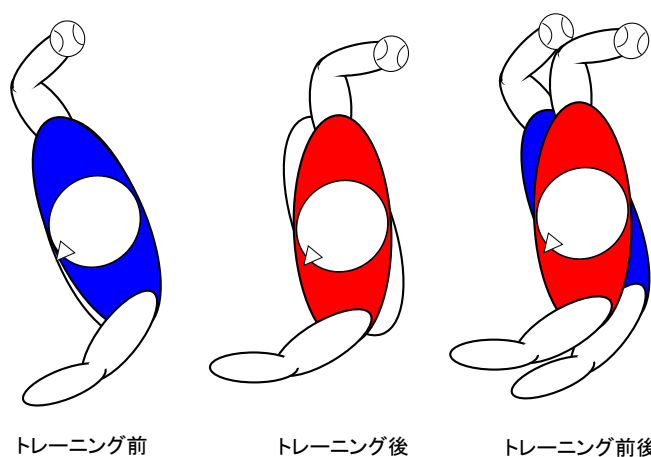
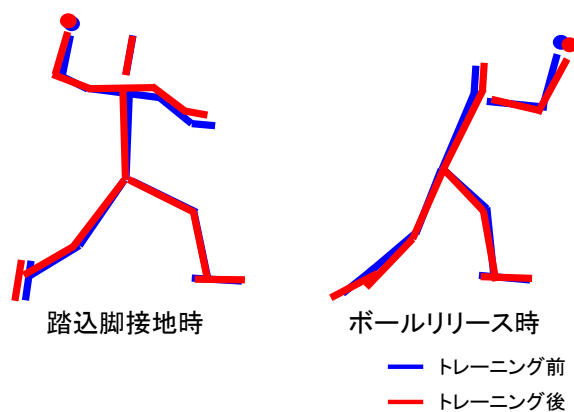


図 4. 踏込脚接地時における体幹の動作 (頭上から見た模式図)



※上図は、撮影した映像から各局面の画像をそれぞれ抽出し、トレーニング前後のスティックピクチャを重ねたものである。スティックピクチャは、各関節の中心、体幹およびボールの位置を目視でプロットし、それらの点を線で結んだ。体幹は、左右の肩を結ぶ中点と左右の腰を結ぶ中点とした。

図 5. 踏込脚接地時およびボールリリース時における投球動作の比較

3. アンケートによる評価

表 2 は、トレーニング前後における投球動作の評価を示したものである。野球の経験者および指導者 11 名にアンケートを行った結果、アンケート実施者のすべてがトレーニング後の投球動作を答えることができた。またアンケートによって得られた項目は、テイクバック時における体幹の後方への回旋動作および手・肘の位置 (高さ)、踏込脚への荷重・体重ののせ、体重移動、上肢の振り・肘の伸展動作、加速期における胸の張り、肘の位置・肘下がり (加速局面における肩関節角度の減少) の項目があげられた。トレーニング後の評価点は、全ての項目において、トレーニング前よりも高い点数であった。

表 2. 野球の経験者および指導者から見たトレーニング前後における投球動作の評価の変化

	人数 (11名中)	トレーニング前	トレーニング後
A. 体重移動	7	4.1 ± 1.0	6.6 ± 1.5
B. 肘の位置, 肘下がり	3	4.3 ± 0.5	5.0 ± 1.4
C. テイクバック時の手・肘の位置(高さ)	8	3.0 ± 0.5	5.3 ± 1.5
D. テイクバック時の体幹の後方への回旋動作	7	3.4 ± 1.8	5.9 ± 2.0
E. 胸の張り	4	3.3 ± 1.5	4.5 ± 1.8
F. 踏込脚への荷重、体重ののせ	9	3.7 ± 1.4	6.7 ± 2.0
G. 上肢の振り, 肘の伸展動作	5	4.4 ± 2.3	6.6 ± 2.5

* 重複回答あり

10段階評価: 1 悪い, 5 ふつう, 10 良い

IV. 考察

(1) トレーニングプログラムにおける投球速度および投球動作の即時的な効果

最大および 5 球中の平均速度の変化は小さいものの、即時的に増大したことは、小学野球選手にとって、有効なトレーニングプログラムであると考えられる。以下では、本トレーニングプログラムによる投球動作の変容について議論する。

トレーニング後の A 選手は、踏込脚接地前において、肩の後方への回旋動作が大きくなり（図 3, 図 4）、加速局面の体幹回旋の可動範囲が大きくなった（図 3）。体幹は、身体の中で質量が大きい（阿江, 1996）ことに加え、筋量の占める比率が高い（Abe et al., 2003）。そして身体運動発現のためのエネルギーの発生源であるとともに、下肢のエネルギーを上肢に伝達する重要な役割をもつ（阿江・藤井, 2002a）。体幹の動作に着目した研究では、加速局面における体幹の回旋動作（Fleisig et al., 1999; Escamilla et al, 2001; Matsuo et al., 2001; Stodden et al., 2001）や捻転動作（宮西・櫻井, 2009; 蔭山ほか, 2014）の速度が大きいことは、投球速度を高めるために重要であると指摘されている。Toyoshima et al. (1974) によると、投動作における投球速度の約 50%は、ステップと身体の回転が貢献していると指摘されている。これらのことより、踏込脚接地前のテイクバックの際に、肩の後方への回旋動作が大きくなったことは、加速局面の体幹の可動範囲を大きくさせるため、このことが投球速度の増大に影響を与えたと考えられる。これらの効果は、本トレーニングプログラムで行った正座姿勢からの投球練習が大きく影響しており、体幹の捻じれを利用した投動作を習得したことを示唆するものである。

また A 選手は、トレーニングによって、リリース時の体幹の前傾動作が大きくなった（図 3, 図 5）。体幹の前傾動作は、踏込脚が接地した後からリリースにかけて行われる。野球投手における投球速度の高速群と低速群の投球動作を比較した研究（Matsuo et al., 2001）では、リリース時の体幹の前傾角度は、高速群が低速群よりも有意に大きいこと（投球方向に前傾している）が報告されている。これらのことより、投球動作中における体幹の大きな回旋動作および前傾動作は、投球速度を増大させるための重要な動作要因であると考えられる。よって、リリース時に体幹が前傾したことは、投球速度の増大に影響を与えると考えられる。また真下投げは、18.44 m 先への投球や遠投といった投動作よりも踏込脚に作用する最大着足荷重が有意に高い（伊藤 2000b）ことが報告されている。真下投げトレーニングは、踏込脚接地した後、体幹の回旋と前傾を行いながら、ボールをリリースする投動作であることから、踏込脚への荷重を大きくさせたことが、体幹の前傾動作に大きく影響したと示唆される。

トレーニング後の上肢の動作は、リリース時の肘関節が伸展し（図 5）、肩関節の内旋動作が小さくな

った(図 3)。真下投げトレーニングは、上肢投球障害を有する患者のリハビリテーション動作として有効であり、投球速度の高速者の体幹回旋運動および上肢の振り動作を習得するための投動作トレーニングとしても有効である(伊藤, 2000c)とされている。伊藤ほか(2003)によると、通常の投球動作において骨盤と体幹の回旋運動が不十分である場合、その不足を代償して上肢の振り動作は肩甲骨面より後方での過度の肩関節内旋運動が主体になるが、真下投げトレーニングによって骨盤と体幹の回旋運動を改善させた場合、上肢の振り動作は肩甲骨面上での肘関節伸展運動が主体になることが報告されている。さらに真下投げトレーニングは、体幹の回旋運動の改善によって、肩関節や肘関節へのストレスが小さくなる(伊藤ほか, 2003; 伊藤, 2007)とされている。これらの先行知見より、リリース時に肘関節が伸展したことと肩関節の内旋動作が小さくなったことは、真下投げトレーニングによる体幹の回旋運動の改善が影響しており、これらの即時的な効果は段階的な真下投げトレーニングが有効に働いたことを示唆するものである。

また野球経験者および指導者によるアンケートの結果、テイクバック時における体幹の後方への回旋動作および手・肘の高さ、踏込脚への荷重・体重のせ、上肢の振り・肘の伸展動作は、トレーニング前よりも評価が高かった(表 2)。このことは、複数の野球経験者や指導者が見た場合でも、投球動作が変化しており、本事例のトレーニングプログラムによる効果が投球動作の変化をもたらしたと考えられる。

以上のことから、本事例で行ったトレーニングプログラムは、投球速度の変化は小さいものの、踏込脚接地前における肩の後方への回旋や加速局面の体幹回旋の可動範囲、リリース時の体幹の前傾動作および肘関節の伸展動作が主体となる上肢の振り動作が改善されることが示唆される。

(2) トレーニング現場への示唆

本事例の知見により、本トレーニングプログラムは、体幹の回旋動作が小さい(テイクバックの際に後方への回旋ができていない)選手、リリース時において体幹の前傾が小さく、肩の内旋動作(肘関節の伸展動作ができていないことによる代償運動)が大きくなる特徴がみられる選手に対して、動作を改善するための有効な手段であると示唆された。

本事例の A 選手は、トレーニングにおける動作の目的、ポイントが理解することができたため、投球動作が改善されたと考えられるが、小学生の低学年などを指導する場合は、より詳細なドリルの開発が必要となるであろう。例えば、テイクバックの際に肘が下がる選手は、(右投手の場合)左に傾きながら、回旋を行い、上肢を中心とした投球動作を行う場合がある。その際は、体幹の回旋がスムーズに行われずに上肢が加速されないことがあるため、肘を高く上げることで、体幹の回旋動作の際に、自然な胸の張りを習得することにつながると考えられる。

また本事例で行った指導者によれば、正座から投球練習は体幹の回旋動作を習得するとともに、リリースの際に指への掛かりが良くなると述べている。このことから、指導者は、肘の位置を確認し、体幹の後方への回旋動作を強調することで、投球方向への大きな体幹の回旋および捻転の動作を習得することにつながると言えよう。土橋ほか(2009)は、体幹上部の回転(体幹のねじれ)を使ってボールを投げるドリルとして、今回行った正座姿勢での投球練習の他に、椅子に座って行う投球練習や片膝立ち姿勢での投球練習といったドリルを紹介している。このように、体幹上部の回旋(体幹の捻じれ)を利用して投げる練習方法はいくつかあり、このようなドリルを行った後は、自然で胸を張った状態になる感

覚が得られる可能性が述べられている。そのため、指導者はこれらのトレーニングを取り入れることで、体幹の回旋を利用した投動作の習得につながると考えられる。

一方、真下投げトレーニングは、投球障害の予防（伊藤, 2000b; 2007; 伊藤ほか 2003; 2009）や投球速度の向上（伊藤, 2000a; 2000c; 蔭山・前田, 2013）の観点から、有効性が報告されている。蔭山・前田（2013）によると、傾斜台を用いた段階的な真下投げトレーニングは、投球速度が向上すると報告されている。これらのことから、傾斜台を使用し、段階的な指導を行うことや本トレーニングプログラムを長期的に指導することで、さらなる効果が得られると考えられる。そして真下投げトレーニングは、時間帯や人数に関係なく簡便に実施することができ、さまざまな環境の選手に対応可能な汎用性の高いトレーニングであると言える。注意点としては、軟式ボールはボールを叩きつけると勢いよく弾むため、顔に当たらないように、ボールを叩きつける位置を明確に指示することで、けがの予防や正しい真下投げトレーニングの動作習得につながると考えられる。

さらに投動作の発達に着目した研究では、発育期の男子における投動作の改善を目的とした練習効果は、12歳以下において大きく、特に7, 8歳において顕著であるとされている（奥野ほか, 1989）。このように、本事例のような小学生の投球動作は、小学生期に改善することが望ましいと考えられる。したがって、小学生期の男子を受け持つ指導者は、今回のようなトレーニングを実践しながら、未熟な投球動作の改善を計ることが重要であると言える。

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, 東京. pp. 13-14.
- ・ Escamilla, R., Fleisig, G., Zheng, N., Barrentine, S., and Andrews, J. (2001) Kinematic comparisons of 1996 Olympic baseball pitchers. *J. Sports Sci.*, 19 (9): 665-76.
- ・ Fleisig, G.S., Barrentine, S.W., Zheng, N., Escamilla, R.F., and Andrews, J.R. (1999) Kinematic and kinetic comparison of baseball pitching among various levels of development. *J. Biomech.* 32 (12) : 1371-1375.
- ・ 伊藤博一 (2000a) 特集/理想な“体重移動”とは. 日本体育大学スポーツトレーニングセンター bulletin (9): 59-64.
- ・ 伊藤博一 (2000b) 特集/“真下投げ”は熟練者の“体重移動”に類似している. 日本体育大学スポーツトレーニングセンター bulletin (9): 65-71.
- ・ 伊藤博一 (2000c) 特集/投動作トレーニングとしての“真下投げ”の有効性. 日本体育大学スポーツトレーニングセンター bulletin (9): 72-78.
- ・ 伊藤博一, 中里浩一, 新垣善之, 渡曾公治, 中嶋寛之 (2003) 真下投げにおける体幹回旋運動の特徴—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 (2007) 野球 真下投げの有効性. 臨床スポーツ医学. 24 (5): 529-535.
- ・ 伊藤博一, 中里浩一, 眞瀬垣啓, 中嶋寛之, 渡曾公治 (2008) 上肢投球障害者への対策—ZERO 真下投げの有効性—, 日本臨床スポーツ医学会誌. 16 (1): 49-58.
- ・ 伊藤博一, 眞瀬垣啓, 河崎尚史, 小野大輔, 中嶋寛之, 渡曾公治 (2009) 年代別肩・肘有痛部位と真下投げ VAS 評価の詳細—野球選手 10,957 名のフィールド調査から—, 日本臨床スポーツ医

学会誌. 17 (2): 362-372.

- ・ 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.
- ・ 蔭山雅洋, 岩本峰明, 杉山敬, 水谷未来, 金久博昭, 前田明 (2014) 大学野球投手における体幹の伸張-短縮サイクル運動および動作が投球速度に与える影響, 体育学研究, 59 (1): 189-201.
- ・ Kreighbaum, E., Barthels, K.M. (1985) Biomechanics : A qualitative approach for studying human movement 2nd ed . Allyn and Bacon. pp. 585-616.
- ・ MacWilliams, B.A., Choi, T., Perezous, M.K., Chao, E.Y., and McFarland, E.G. (1988) Characteristic ground-reaction force in baseball pitching. Am. J. Sports Med., 26: 66-70.
- ・ Matsuo, T., Escamilla R.F., Fleisig, G.S., Barrentine S.W., and Andrews, J.R (2001) Comparison of kinematic and temporal parameters between different pitch velocity groups. J. Appl. Biomech., 17: 1-13.
- ・ 宮西智久, 向井正剛, 川口鉄二, 関岡康雄 (2000) スピードガンと画像計測によるボールスピードの比較, 仙台大学紀要, 31: 72-77.
- ・ 宮西智久, 藤井範久, 阿江通良, 功力靖雄, 岡田守彦 (1997) 野球の投球動作における体幹および投球腕の力学的エネルギー, フローに関する3次元解析, 体力科学, 46 (1): 55-68.
- ・ 宮西智久, 櫻井直樹 (2009) 野球の投, 打動作の体幹捻転研究—SSC 理論に着目して—. バイオメカニクス研究, 13: 149-169.
- ・ 信原克哉 (2001) 肩 その機能と臨床 第3版, 医学書院, pp. 372-424.
- ・ 越智隆弘 (1996) 野球人のための障害予防, メディカルレビュー社, pp.15-25.
- ・ 奥野暢通, 後藤幸弘, 辻野昭 (1989) 投運動学習の適時期に関する研究-小, 中学生のオーバーハンドスローの練習効果から-, スポーツ教育学研究, 9 (1): 23-35.
- ・ 桜井伸二 (1992) 投げる科学. 大修館, 東京. pp. 2-20, 60-104.
- ・ Stodden, D., Fleisig, G., McLean, S., Lyman, S., and Andrews, J. (2001) Relationship of Pelvis and Upper Torso Kinematics to Pitched Baseball Velocity. J. Appl. Biomech., 17: 164-172.
- ・ 豊島進太郎, 三浦望慶, 池上康男 (1976) 種々の投てき物を投げたときの投動作の分析, 昭和51年度日本体育協会スポーツ科学研究報告, No.1投能力の向上に関する研究, 34-47.
- ・ 土橋恵秀, 小山田良治, 小田伸午 (2009) 野球選手なら知っておきたい「からだ」のこと—投球, 送球編, 大修館, 東京. pp. 50-65.