

投法別にみた加速期における踏込脚の膝関節運動

伊藤博一, 渡會公治

帝京平成大学

キーワード: 投法別, 踏込脚, 膝関節運動, 投能力向上, 上肢投球障害予防

【要旨】

本研究では, 加速期における踏込脚の膝関節運動を投法別に分析した. 投法の分類に関しては, ハイスピードカメラで撮影した投動作の映像を3名の野球指導者で観察し, 前期および後期コッキング期における体幹部の動作や, 加速期における頭部と手部との位置関係などから総合的に判断した.

その結果, オーバースローとスリークォーターでは, 加速期に足関節を底屈しながら膝関節を伸展していることがわかり, これらの動作によって体幹部の下端(踏込脚側の股関節)を押し上げ, 体幹部の回旋運動を含む屈曲運動を効率よく遂行していると考えられた. 一方, サイドスローでは, 加速期に足関節と膝関節をほぼ固定していることがわかり, これらの動作によっていわゆる「左の壁」を作り, 体幹部の回旋運動を効率よく遂行していると考えられた.

以上から, 加速期における踏込脚の膝関節運動は投法によって異なるため, 指導の際には各投法の特성에応じた適切なアプローチが必要であると考えられる.

スポーツパフォーマンス研究, 6, 253-262, 2014年, 受付日:2014年6月12日, 受理日:2014年12月9日

責任著者: 伊藤博一 〒164-8530 東京都中野区中野 4-21-2 帝京平成大学 hirokazu.ito@thu.ac.jp

The knee joint movements of the landing leg during the acceleration phase vary among pitching styles

Hirokazu Ito, Koji Watarai

Teikyo Heisei University

Key words: pitching styles, landing leg, knee joint movements, improvement of throwing ability, prevention of throwing injuries of the upper extremity

[Abstract]

In this study, the knee joint movements of the landing leg during the acceleration phase were analyzed using a pitching motion. Pitching styles were classified based on a comprehensive evaluation of trunk movements during the early and late cocking

phases and the positional relationship between the head and hand during the acceleration phase by 3 baseball coaches after observation of pitching motions filmed with a high-speed camera.

When using the overhand and three-quarter styles, the knee joint was extended with ankle plantar flexion during the acceleration phase. These movements presumably made it possible to elevate the lower part of the trunk (the hip joint of the landing leg) and to efficiently execute trunk flexion, including rotation. In contrast, when using the sidearm style, the ankle and knee joints were mostly fixed during the acceleration phase, which presumably was to make a secure base to efficiently execute trunk rotation.

In conclusion, the knee joint movements of the landing leg during the acceleration phase vary among pitching styles. Therefore, it may be necessary for coaches to train players in consideration of the characteristics of each pitching style.

I. 緒言

野球の投動作は、大きな仕事のできる下肢によって生み出された力、エネルギー、速度などがタイミングよく順次に加算され、もしくは伝達されて末端へ伝わり、末端のエネルギーや速度を大きくするという運動連鎖の原則が成り立つ(阿江・藤井,2002)。つまり、野球の投能力向上と上肢投球障害予防には、投動作の起点である下肢の動作が重要となる。特に、踏込脚の動作を重要視する先行研究は多い(伊藤ほか,2000,2011,2012;MacWilliams et al.,1998;Matsuo et al.,2001;宮下ほか,1998,1999;島田ほか,2000;高橋ほか,2005;高橋,2006)。

宮下ほか(1998)は、ハイスピードカメラを用いて投動作中の股関節運動を分析している。その結果、踏込脚の接地後に骨盤と大腿は同方向に回旋し、その直後に大腿の動きを止めて骨盤の回旋をより速めることで、上肢の振り動作に至る運動連鎖の効率を高めていることを報告している。一方、骨盤と大腿が加速期まで同方向に回旋してしまうと有効な股関節運動は生じず、股関節より上位の体幹運動や上肢の振り動作に依存した投動作となり、上肢投球障害を誘発する可能性があることを指摘している。加速期における踏込脚のこのような動作は、指導の現場において「膝の横割れ」などと表現されている。

宮下ほか(1999)は、投動作中の下肢関節運動についても分析している。その結果、踏込脚の接地時から始まる後期コッキング期では足関節の背屈運動と膝関節の屈曲運動によって体幹の並進運動が行われ、加速期に入るとこれらの関節運動を急停止し、体幹の並進運動を効率よく回旋運動へと転換していることを報告している。一方、加速期においてこれらの関節運動の停止が明確でないと、体幹運動や上肢の振り動作に依存した投動作となり、上肢投球障害を誘発する可能性があることを指摘している。加速期における踏込脚のこのような動作は、指導の現場において「膝の縦割れ」などと表現されている。

先行研究から総合的に判断すると、加速期には踏込脚で地面を強く蹴り、それまで屈曲運動をしていた膝関節を「固定」もしくは「伸展」することが運動連鎖の観点から重要であると言える。ただし、これはオーバースローの特性であり、他の投法(スリークォーター、サイドスロー、アンダースロー)の特性は現在のところ明らかになっていない。このような現状を反映してか、指導の現場においてもオーバースロー以外の投法については積極的な指導がなされていない。スリークォーター、サイドスロー、アンダースローといった投法は、「オーバースローで成功しなかった選手が取り組むべき投法」という根拠のない位置づけもなされている。

仮に、加速期における踏込脚の膝関節運動が投法によって異なるとすれば、指導の際には各投法の特性に応じた適切なアプローチが必要になってくる。また、各投法の特性が明らかになれば、選手にとって最適な投法の習得に早い段階から積極的に取り組むことができる。そこで本研究では、加速期における踏込脚の膝関節運動を投法別に分析した。

II. 対象と方法

1. 対象

対象は、2006年から2010年までの4年間に定期的に行われた野球教室の参加者2,105名であった。肩・肘関節に痛みを有する選手や、痛みが無くとも医師から投球禁止の診断を受けている選手については対象外とした。年代の内訳は、小学生低学年269名、小学生高学年562名、中学生793名、高校生481名であった(表1)。

この野球教室は、都道府県の野球連盟が主催しているものであり、全力投球を専門家に評価・指導してもらおうことを主たる目的としている。使用球は、対象者が普段の練習時に用いているものとした。尚、

対象者全員に対して事前に本研究の主旨, 安全性について十分な説明を行い参加の同意を得た.

表 1 対象者の身体特性

年代	人数 (名)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)	年齢 (歳)	野球歴 (年)	ボール初速度 (km/h)
小学生 (低)	269	129.7±7.6	28.0±6.4	16.4±2.3	8.2±0.9	1.8±1.1	63.1±10.7
小学生 (高)	562	143.8±7.8	36.7±7.5	17.6±2.5	10.8±0.7	3.1±1.6	79.6±11.8
中学生	793	161.8±8.8	50.7±10.0	19.2±2.5	13.2±0.9	4.9±2.1	97.9±12.7
高校生	481	172.6±5.3	65.5±7.3	22.0±2.1	16.1±0.8	7.9±2.0	110.3±12.7

2. 投法の分類基準

十分な準備運動と投球練習後, セットポジションから 18.44m 先の捕球者(立位姿勢)に向けて通常の投球を全力で行わせ, ハイスピードカメラ VFC-2000(朋栄社製)を用いて対象者の側方 10m から 500fps で撮影した. レンズ高は 95cm であった. 得られた映像を 3 名の野球指導者で観察し, 前期および後期コッキング期における体幹部の動作や, 加速期における頭部と手部との位置関係などから総合的に判断し, 以下の 4 投法に分類した(図 1). 尚, グラブからボールが離れて踏込脚が地面に接地するまでを前期コッキング期, そこから肩関節が最大に外旋するまでを後期コッキング期, そこからボールリリースまでを加速期とする(Jobe and Kvitne,1990).



図 1 投法の分類基準

- ① オーバースロー: 前期コッキング期では体幹部の屈曲・伸展はあまりみられない。後期コッキング期では体幹部がグラブ側に大きく側屈しながら回旋を始める。加速期では手部が頭部よりも上を通過する。
- ② スリークォーター: 前期コッキング期では体幹部の屈曲・伸展はあまりみられない。後期コッキング期では体幹部がグラブ側にやや側屈しながら回旋を始める。加速期では手部が頭部と同等の高さを通過する。
- ③ サイドスロー: 前期コッキング期では体幹部の屈曲がみられる。後期コッキング期では体幹部が利き手側にやや側屈しながら回旋を始める。加速期では手部が肩関節よりも下を通過する。
- ④ アンダースロー: 前期コッキング期では体幹部の大きな屈曲がみられる。後期コッキング期では体幹部が利き手側に大きく側屈しながら回旋を始める。加速期では手部が膝関節よりも下を通過する。

3. 分析方法

得られた映像を基に、映像解析ソフト Frame-DIAS II (DKH 社製) を用いて、大腿矢状面角度、下腿矢状面角度、膝関節矢状面角度を算出し、それぞれの角度を肩関節最大外旋位 (以下, MER) とボールリリース (以下, BR) とで比較した。角度の算出方法は、大腿矢状面角度 ($^{\circ}$) = 大腿前面 (F) と水平線 (H1) とのなす角度 (D1)、下腿矢状面角度 ($^{\circ}$) = 下腿前面 (L) と水平線 (H2) とのなす角度 (D2)、膝関節矢状面角度 ($^{\circ}$) = 大腿矢状面角度 (D1) + 下腿矢状面角度 (D2)、であった (図 2)。本研究は、ハイスピードカメラ 1 台での二次元動作分析であった。

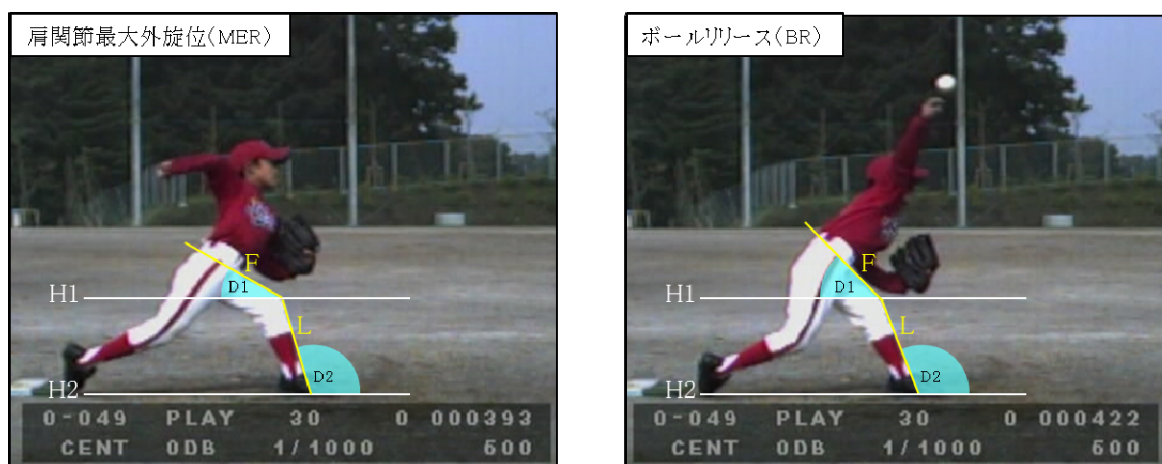


図 2 分析項目 (加速期における矢状面での膝関節運動)

4. 統計処理

MER と BR における平均値間の統計的有意差検定には、対応のある差の検定 (t-test) を行った。尚、危険率を 5% に設定した。

III. 結果

以下、得られた結果を箇条書きにして述べていく。

1. 投法の内訳

小学生低学年では、オーバースローが 246 名 (91.4%), スリークォーターが 23 名 (8.6%) であった。小学生高学年では、オーバースローが 515 名 (91.6%), スリークォーターが 47 名 (8.4%) であった。中学生では、オーバースローが 704 名 (88.8%), スリークォーターが 81 名 (10.2%), サイドスローが 8 名 (1.0%) であった。高校生では、オーバースローが 454 名 (94.4%), スリークォーターが 15 名 (3.1%), サイドスローが 9 名 (1.9%), アンダースローが 3 名 (0.6%) であった (表 2) (表 3)。

表 2 投法別にみた加速期における大腿矢状面角度, 下腿矢状面角度, 膝関節矢状面角度

年代	投法・人数	大腿矢状面角度(°)	下腿矢状面角度(°)	膝関節矢状面角度(°)
小学生(低)	①オーバースロー・246名(91.4%)	MER: 36.5±12.1 BR: 43.5±14.4]***	MER: 90.2±7.8 BR: 93.5±8.2]***	MER: 126.7±14.3 BR: 137.1±18.3]***
	②スリークォーター・23名(8.6%)	MER: 37.4±8.8 BR: 44.9±12.6]***	MER: 92.6±9.7 BR: 94.6±11.7]p=0.05	MER: 130.0±13.1 BR: 139.6±20.8]***
小学生(高)	①オーバースロー・515名(91.6%)	MER: 30.9±12.4 BR: 37.5±14.5]***	MER: 91.4±7.2 BR: 93.5±8.1]***	MER: 122.3±14.3 BR: 131.0±18.5]***
	②スリークォーター・47名(8.4%)	MER: 30.6±9.0 BR: 37.8±11.7]***	MER: 93.6±6.7 BR: 96.0±8.8]***	MER: 124.2±11.5 BR: 133.8±17.6]***
中学生	①オーバースロー・704名(88.8%)	MER: 28.0±9.5 BR: 34.5±11.3]***	MER: 91.4±7.0 BR: 93.3±7.8]***	MER: 119.4±11.3 BR: 127.8±15.3]***
	②スリークォーター・81名(10.2%)	MER: 28.5±8.9 BR: 34.1±10.5]***	MER: 90.6±7.0 BR: 91.2±8.1]p=0.09	MER: 119.1±10.6 BR: 126.3±14.6]***
	③サイドスロー・8名(1.0%)	MER: 27.7±7.1 BR: 31.2±9.4]**	MER: 87.2±8.2 BR: 86.0±7.4]N.S.	MER: 115.0±8.3 BR: 117.2±10.2]N.S.
高校生	①オーバースロー・454名(94.4%)	MER: 25.3±8.6 BR: 32.4±10.5]***	MER: 94.3±7.4 BR: 96.3±8.0]***	MER: 119.5±10.8 BR: 128.7±14.3]***
	②スリークォーター・15名(3.1%)	MER: 25.9±9.8 BR: 33.0±9.8]***	MER: 92.5±6.0 BR: 94.0±6.4]**	MER: 118.4±9.5 BR: 127.1±11.5]***
	③サイドスロー・9名(1.9%)	MER: 22.4±10.5 BR: 27.1±12.2]**	MER: 95.2±6.2 BR: 96.0±8.3]N.S.	MER: 117.6±13.6 BR: 122.2±18.1]*

***: p<0.001
** : p<0.01
* : p<0.05
N.S.: not significant

表 3 アンダースローにおける加速期の大腿矢状面角度, 下腿矢状面角度, 膝関節矢状面角度

年代	対象者	大腿矢状面角度(°)	下腿矢状面角度(°)	膝関節矢状面角度(°)	ボール初速度(km/h)
高校生	A	MER: 16.8 BR: 22.5	MER: 86.1 BR: 88.1	MER: 102.9 BR: 110.6	111.3
	B	MER: 9.7 BR: 6.4	MER: 103.3 BR: 97.6	MER: 107.0 BR: 104.0	96.9
	C	MER: 10.9 BR: 11.6	MER: 93.7 BR: 89.0	MER: 104.6 BR: 100.6	88.9

2. 投法別にみた加速期における大腿矢状面角度

小学生低学年と小学生高学年では、オーバースロー、スリークォーターともに、MER から BR にかけて大腿矢状面角度は有意(p<0.001)に増大した。中学生と高校生では、オーバースロー、スリークォーター、サイドスローともに、MER から BR にかけて大腿矢状面角度は有意(p<0.001~p<0.01)に増大し

た(表 2).

3. 投法別にみた加速期における下腿矢状面角度

小学生低学年のオーバースローでは, MER から BR にかけて下腿矢状面角度は有意 ($p < 0.001$) に増大し, スリークォーターでは有意差はみられなかったものの増大する傾向 ($p = 0.06$) があつた. 小学生高学年では, オーバースロー, スリークォーターともに, MER から BR にかけて下腿矢状面角度は有意 ($p < 0.001$) に増大した. 中学生のオーバースローでは, MER から BR にかけて下腿矢状面角度は有意 ($p < 0.001$) に増大し, スリークォーターでは有意差はみられなかったものの増大する傾向 ($p = 0.09$) があり, サイドスローでは有意差はみられなかった. 高校生のオーバースローとスリークォーターでは, MER から BR にかけて下腿矢状面角度は有意 ($p < 0.001 \sim p < 0.01$) に増大し, サイドスローでは有意差はみられなかった(表 2).

4. 投法別にみた加速期における膝関節矢状面角度

小学生低学年と小学生高学年では, オーバースロー, スリークォーターともに, MER から BR にかけて膝関節矢状面角度は有意 ($p < 0.001$) に増大した. 中学生のオーバースローとスリークォーターでは, MER から BR にかけて膝関節矢状面角度は有意 ($p < 0.001$) に増大し, サイドスローでは有意差はみられなかった. 高校生では, オーバースロー, スリークォーター, サイドスローともに, MER から BR にかけて膝関節矢状面角度は有意 ($p < 0.001 \sim p < 0.05$) に増大した(表 2).

5. アンダースローにおける加速期の大腿矢状面角度, 下腿矢状面角度, 膝関節矢状面角度

アンダースローは高校生の 3 名のみであつたため平均値間の統計的有意差検定は行わず, データをすべて表示した. ボール初速度が高校生の平均値(表 1)と同等であつた対象者 A は, MER から BR にかけて大腿矢状面角度, 下腿矢状面角度, 膝関節矢状面角度がともに増大した. ボール初速度が高校生の平均値を大きく下回つた対象者 B と対象者 C は, MER から BR にかけて大腿矢状面角度は増大し, 下腿矢状面角度と膝関節矢状面角度は減少した(表 3).

IV. 考察

本研究では, 加速期における踏込脚の膝関節運動を投法別に分析した.

オーバースローとスリークォーターでは, MER から BR にかけて膝関節矢状面角度は有意に増大した(表 2). つまり, これらの投動作では加速期に膝関節は伸展すると考えられ, その程度はオーバースローで平均 9.2° , スリークォーターで平均 8.5° であつた.

オーバースローにおける膝関節伸展運動をみると, MER から BR にかけて下腿矢状面角度は有意に増大し, 大腿矢状面角度も有意に増大することから, 足関節を底屈しながら膝関節を伸展していると考えられる(表 2)(図 3). また, 年代が上がるにつれて MER における下腿矢状面角度は徐々に増大し, 大腿矢状面角度は徐々に減少することから(表 2), 下肢全体を反投球方向へ傾けた状態で膝関節を伸展するのが熟練者のオーバースローの特徴であると考えられる. この下肢全体の傾きに影響を及ぼす一因としてはステップ幅が考えられる. 伊藤ほか(2011)は, ステップ幅と MER における下腿矢

状面角度との間には正の相関関係が、MER における大腿矢状面角度との間には負の相関関係があることを報告している。

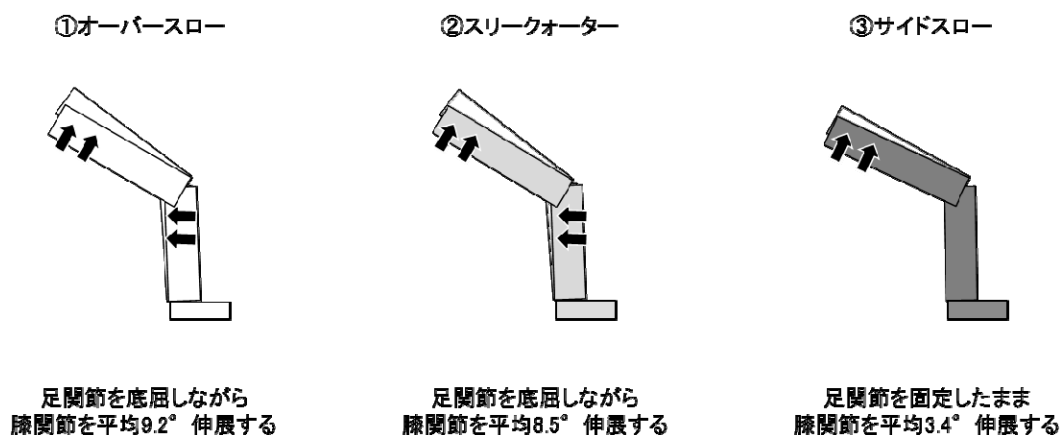


図3 投法別にみた加速期における膝関節運動の模式図

本研究の結果と宮下ほか(1999)の先行研究とを照らし合わせてみると、踏込脚の接地時から始まる後期コッキング期では足関節の背屈運動と膝関節の屈曲運動によって体幹部の並進運動が行われ、加速期に入るとこれらの関節運動を急停止し、体幹部の並進運動は回旋運動を含む屈曲運動へと転換する。その際、足関節の底屈運動と膝関節の伸展運動によって体幹部の下端(踏込脚側の股関節)を押し上げ、体幹部の回旋運動を含む屈曲運動を効率よく遂行していると考えられる。スリークォーターにおいても、MERからBRにかけて下腿矢状面角度は有意に増大もしくは増大する傾向があり、大腿矢状面角度も有意に増大することから、オーバースローと同様に足関節を底屈しながら膝関節を伸展し、体幹部の回旋運動を含む屈曲運動を効率よく遂行していると考えられる(表2)(図3)。一方、加速期以降も足関節の背屈運動と膝関節の屈曲運動が続く状態がいわゆる「膝の縦割れ」であり、投能力の低下や上肢投球障害を誘発する一因であると考えられる。

加速期に体幹部を屈曲しながら回旋するオーバースローやスリークォーターとは異なり、サイドスローでは前期コッキング期の時点で既に体幹部を屈曲しているため(図1)、加速期では体幹部の回旋運動が主体になると考えられる。本研究の対象者においても、加速期において体幹部(ここでは腋窩中心を通過する体幹中心線)が屈曲した角度は、オーバースローで平均 21.5°、スリークォーターで平均 15.1°であったのに対し、サイドスローでは平均 9.9°と小さかった。サイドスローにおける膝関節伸展運動をみてみると、MERからBRにかけて下腿矢状面角度に有意差はみられず、大腿矢状面角度は有意に増大し、膝関節矢状面角度は高校生のみ有意に増大した(表2)。また、オーバースロー(平均 9.2°)やスリークォーター(平均 8.5°)と比較して、サイドスローにおける膝関節の伸展角度は平均 3.4°と非常に小さい。つまり、加速期に体幹部の屈曲運動があまりみられないサイドスローでは、足関節の底屈運動や膝関節の伸展運動をそれほど積極的に行う必要はなく、むしろ体幹部の回旋運動を効率よく遂行するために下肢全体を固定する必要があると考えられる(図3)。いわゆる「左の壁」であるが、これが崩壊した状態が「膝の横割れ」であり、投能力の低下や上肢投球障害を誘発する一因であると考えられる。

筆者は、長年に渡るフィールドでの調査・研究を通じ、スリークォーターとサイドスローでは後期コッキング期の延長で加速期以降も膝関節を「屈曲」するというイメージを持った指導者が多いことを実感してきた。また、野球選手を数多く診察しているスポーツドクターでさえも、同様のイメージを持っているケースがあった。間違ったイメージに基づいた投球指導は、投能力の低下や上肢投球障害の誘発を加速させ、結果として選手生命を奪うことになる。

さて、本研究の対象者においてアンダースローは高校生の3名のみであったため、平均値間の統計的有意差検定は行わず、データをすべて表示した(表3)。3名のアンダースローに共通する点は、前期コッキング期の時点でサイドスローよりも体幹部が大きく屈曲していること(図1)、加速期における踏込脚の膝関節運動がサイドスローよりも屈曲した状態で行われていることである。これらの動作によって、ボールリリースの位置を膝関節よりも低く保っているものと考えられる。ただし、加速期における踏込脚の膝関節運動は伸展型と屈曲型に分かれた。ボール初速度が高校生の平均値(表1)と同等であった対象者Aは伸展型、ボール初速度が高校生の平均値を大きく下回った対象者Bと対象者Cは屈曲型であった。この結果から、アンダースローにおいても「膝の縦割れ」は投能力の低下や上肢投球障害を誘発する一因であると推測される。また、あるプロ野球投手は、自身のアンダースローを「体を傾けただけのオーバースロー」と感覚的に表現していることも大変興味深い。今後、サンプル数を増やしてさらに詳しく分析する必要がある。

以上から、加速期における踏込脚の膝関節運動は投法によって異なるため、指導の際には各投法の特性に応じた適切なアプローチが必要であると考えられる。特に、オーバースローとスリークォーターでは加速期における膝関節の伸展と体幹部の屈曲を、サイドスローでは加速期における膝関節の固定と体幹部の回旋を意識した筋力トレーニングや投動作トレーニングが必要であると考えられる。我々は、その一つの手段として、各投法の膝関節運動(図3)を模倣したレッグランジやスクワットと、体幹部の屈曲・回旋運動を改善する投動作トレーニングである真下投げ(伊藤ほか,2009; 蔭山ほか,2013; 本嶋ほか,2014)とを組み合わせたアプローチが効果的であると考えている。

V. 結語

1. 本研究では、加速期における踏込脚の膝関節運動を投法別に分析した。
2. オーバースローでは、加速期に足関節を底屈しながら膝関節を平均 9.2° 伸展していた。
3. スリークォーターでは、加速期に足関節を底屈しながら膝関節を平均 8.5° 伸展していた。
4. サイドスローでは、加速期に下腿を固定したまま膝関節を平均 3.4° 伸展していた。
5. オーバースローとスリークォーターでは、加速期に足関節を底屈しながら膝関節を伸展し、体幹部の回旋運動を含む屈曲運動を効率よく遂行していると考えられた。
6. サイドスローでは、加速期に下肢全体を固定し、体幹部の回旋運動を効率よく遂行していると考えられた。

VI. 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. 初版. 朝倉書店. 第 16 講.
- ・ 伊藤博一, 中里浩一, 平野裕一, 渡會公治, 中嶋寛之(2000)投動作中の荷重中心の分析. トレー

ニング科学. 12(2):121-130.

- ・ 伊藤博一, 眞瀬垣啓, 河崎尚史, 小野大輔, 中嶋寛之, 渡会公治(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.
- ・ 伊藤博一, 河崎尚史, 井尻哲也, 眞瀬垣啓, 中嶋寛之, 渡会公治(2011)年代別にみた投動作の特徴(第二部)～加速期における下肢・股関節運動～. 日本臨床スポーツ医学会誌. 19(3):489-497.
- ・ 伊藤博一, 河崎尚史, 井尻哲也, 眞瀬垣啓, 中嶋寛之, 渡会公治(2012)ポジション別にみた投動作の特徴(第二部)～加速期における矢状面での下肢・股関節運動～. 日本臨床スポーツ医学会誌. 20(2):326-335.
- ・ Jobe,F.W. & Kvitne,R.S.(1990)全米プロ野球選手の肩関節と肘関節の障害～Shoulder and Elbow Injuries among Professional Baseball Players～. Japanese Journal of Sports Sciences. 9:429-442.
- ・ 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.
- ・ MacWilliams,B.A., Choi,T., Perezous,M.K., Chao,E.Y., McFarland,E.G.(1998)Characteristic Ground-Reaction Forces in Baseball Pitching. American Journal of Sports Medicine. 26(1):66-71.
- ・ Matsuo,T., Escamilla,R.F., Fleising,G.S., Barrentine,S.W., Andrews,J.R.(2001)Comparison of Kinematic and Temporal Parameters Between Different Pitch Velocity Groups. Journal of Applied Biomechanics. 17:1-13.
- ・ 宮下浩二, 小林寛和, 横江清司(1998)投球動作における股関節の運動に関する一考察. Journal of Athletic Rehabilitation. 1:53-56.
- ・ 宮下浩二, 小林寛和, 横江清司(1999)投球動作で要求される下肢関節機能に関する検討. Journal of Athletic Rehabilitation. 2:65-72.
- ・ 本嶋佐恵, 藤田英二(2014)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. スポーツパフォーマンス研究. 6:1-10.
- ・ 島田一志, 阿江通良, 藤井範久(2000)野球のピッチング動作における体幹および下肢の役割に関するバイオメカニクス的研究. バイオメカニクス研究. 4(1):47-60.
- ・ 高橋佳三, 阿江通良, 藤井範久(2005)球速の異なる野球投手の動作のキネマティクスの比較. バイオメカニクス研究. 9(2):36-52.
- ・ 高橋佳三(2006)投動作を助ける脚のはたらき. 体育の科学. 56(3):174-180.