

# 学童野球公式戦のスローボール における投動作の特徴

原 著

## Characteristics of Pitching Movements for Slow Balls during Official Baseball Games by School-age Children

伊藤博一\*, 園部 豊\*, 砂川憲彦\*, 増島 篤\*

キー・ワード : baseball, slow ball, pitching movements  
野球, スローボール, 投動作

〔要旨〕 学童野球の投手にとって、直球の握り方のままで極端に球速を抑えた山なりのボール、いわゆるスローボール（以下、SB）を投げることは決して難しいことではない。軽いキャッチボールのような感覚で投げれば誰にでも実現可能である。しかし、直球とは明らかに異なる投動作でSBを投げてしまえば、打者に容易にタイミングを合わせられ、力強く打ち返されてしまう。そのため、SBをより効果的なボールにするためには、可能な限り直球に近い投動作で投げるのが理想である。そこで本研究では、学童野球公式戦のSBにおける投動作の特徴を分析した。

その結果、特に加速期の下肢動作において直球との明らかな違いがみられた。具体的には、直球では下腿を反投球方向へ傾けた状態で固定したまま膝関節を素早く伸展しているのに対し、SBでは膝関節角度を一定に保ったまま下腿を投球方向へ緩やかに倒していることがわかった。その他の部位の動作では、直球との明らかな違いはみられなかった。

### 1. 緒言

全日本軟式野球連盟<sup>1)</sup>は、上肢投球障害予防の観点から、学童野球公式戦において投手が変化球<sup>2)</sup>を投げることを禁止している。一方、直球の握り方のままで極端に球速を抑えた山なりのボール、いわゆるスローボール（以下、SB）に関しては、学童野球公式戦においてその使用が認められている。城所<sup>3)</sup>は、高校野球選手のマシン打撃において、スイングのタイミング誤差はカーブよりもSBの方が大きいことを明らかにし、SBは打者に対して球種の判別を遅らせる有効なボールであることを報告している。高校野球の投手と比較すると、学童野球の投手における直球の平均ボール初速度は約30km/h遅い<sup>4,5)</sup>が、捕手までの距離が近いこと、結果的に打者は高校野球選手と同等の時間的制約下で打撃を行っていることになる<sup>6,7)</sup>。そのた

め、SBは学童野球においても打者のタイミングを外す有効な手段となる。

学童野球の投手にとって、直球の握り方のままで極端に球速を抑えた山なりのボールを投げることは決して難しいことではない。軽いキャッチボールのような感覚で投げれば誰にでも実現可能である。しかし、直球とは明らかに異なる投動作でSBを投げてしまえば、打者に容易にタイミングを合わせられ、力強く打ち返されてしまう。そのため、SBをより効果的なボールにするためには、可能な限り直球に近い投動作で投げるのが理想である。

桜井ほか<sup>8)</sup>や中村・林<sup>9)</sup>は、大学生・社会人・プロ野球の投手を対象に直球とカーブにおける投動作の比較を行い、前腕部と手関節の動作以外には顕著な差がみられないことを報告している。また、永見ほか<sup>2)</sup>は、大学生・社会人・プロ野球の投手になると、直球を含めて平均4.3種類のボールを投げるようになることを報告している。つまり、高

\* 帝京平成大学

いレベルの投手になると、大きくて目につきやすい部位の動作は変化させずに、前腕部や手関節の動作だけを変化させて様々な球種を投げ分けているといえる。

上記の先行研究<sup>2,8,9)</sup>における直球とカーブとの緩急差は17~22%程度である。また、カーブ以外の球種(スライダー、チェンジアップ、フォークボールなど9種類)における直球との緩急差は3~13%程度である<sup>2)</sup>。直球との緩急差が小さい球種であれば、前腕部や手関節の動作、もしくはボールの握り方だけを変化させて投げることが可能であると思われるが、直球との緩急差が大きいSBでは他の部位の動作にも変化がみられることが予想される。SBにおける投動作の特徴が明らかになれば、その習得に積極的に取り組むことが可能となり、戦術的に有効な投球スタイルを確立することができる。

また、投球の強度を下げる(球速を抑えること)は上肢投球障害予防に有用とも考えられており<sup>10)</sup>、今後、学童野球公式戦においてSBの投球頻度が一層高まる可能性がある。そのため、SBにおける投動作の特徴や直球との差などを明らかにしておくことは、上肢投球障害予防の観点からも重要であると思われる。

そこで本研究では、学童野球公式戦のSBにおける投動作の特徴を分析した。

## 2. 対象と方法

### 1. 対象

2014・2015年度に、都内の学童野球公式戦(7大会、61試合)に登板した投手は延べ192名、実人数122名であった。そのうち、1試合で50球以上投げた投手は延べ118名、実人数78名であった。本研究では、この78名の投手(身長:150.4±6.3cm、体重:41.0±6.3kg、年齢:11.2±0.4歳、野球歴:5.5±0.8年)を対象とした。

対象者78名のうち、登板試合数が1試合の投手は49名、2試合は20名、3試合は7名、4試合は2名であった。登板試合数が2試合以上ある投手においては、SBの投球数が最も多かった試合を本研究の対象とした。

尚、対象者全員とその保護者、および監督・コーチ・大会役員・審判員に対し、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。



図1 撮影方法

投手板の中心から1塁側へ25mの地点(フェンスの外側)にハイスピードカメラを設置した。都内の学童野球公式戦で使用されているこのグラウンドは、ファウルグラウンドが狭いという特徴がある。

詳細は【2. 対象と方法】の項を参照。

### 2. 方法

対象者78名の公式戦における全投球(6,666球)を、側方25mからハイスピードカメラEX-FH25(CASIO社製)を用いて240fpsで撮影した(図1)。尚、天候や撮影場所などの条件に応じ、カメラの絞り値、シャッタースピード、ISO感度、および画角を変更した。レンズ高は105cmであった。

得られた映像を野球指導者2名とスコアラー1名とで観察し、放たれたボールの速さや軌道などから判断して、全投球を直球とSBとに分類した。また、映像解析ソフトToMoCo-Lite(東総システム社製)を用いて全投球の投動作(図2)とボール特性(図3)を分析した。つまり、本研究はハイスピードカメラ1台での2次元動作分析であった。さらに、対象者を、直球におけるボール初速度の平均値によって、低速群26名(81.0±3.2km/h)、中速群26名(89.1±1.7km/h)、高速群26名(94.7±3.6km/h)の3群に分け、そのうちSBを投げた投手(低速群13名、中速群21名、高速群21名)のみを抽出して比較を行った。その際、SBの投球数が1球のみの投手も多かったため、本研究では1球目のSBとその直前の直球(1球のみ)を抽出し、各投手の値とした。

投動作の分析項目は、ステップ幅(身長比%)、下腿角度(°)、膝関節角度(°)、股関節角度(°)、加速期所要時間(秒)、ボールリリース位置(身長比%)、ボールリリース高(身長比%)、であった(図2)。尚、下腿角度と膝関節角度については、加



図2 投動作の分析方法

ステップ幅 (身長比 %) = 投手板に接している脚の踵 (左投手の場合は爪先) の中心を通過する垂線 (V1) から踏込脚の踵までの直線距離 (SL1) ÷ 身長 × 100  
 下腿角度 (°) = 下腿後面 (L) と水平線 (H1) とのなす角度 (D1)  
 膝関節角度 (°) = 大腿後面 (F) と水平線 (H2) とのなす角度 (D2) に D1 を合わせた角度  
 股関節角度 (°) = 体幹後面 (T) と水平線 (H3) とのなす角度 (D3) に D2 を合わせた角度  
 ボールリリース位置 (身長比 %) = 垂線 (V1) からボールリリース位置までの直線距離 (SL2) ÷ 身長 × 100  
 ボールリリース高 (身長比 %) = 地面からボールリリース高までの直線距離 (SL3) ÷ 身長 × 100  
 詳細は【2. 対象と方法】の項を参照.

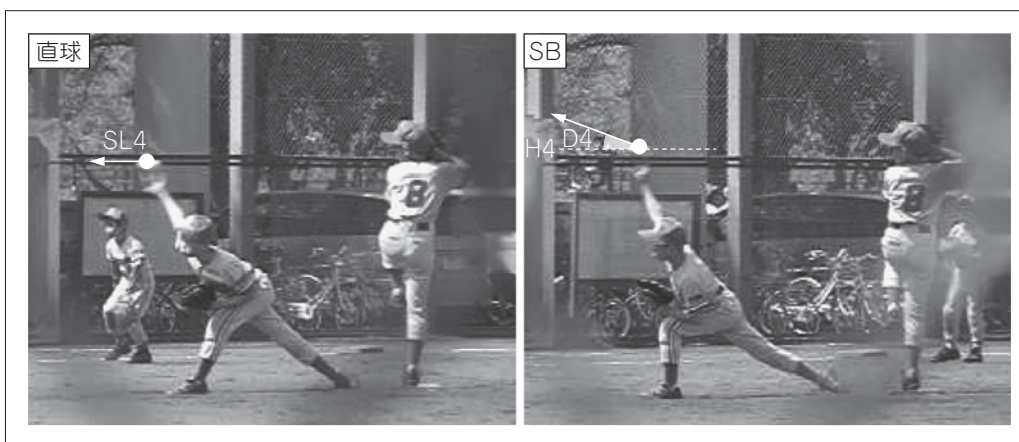


図3 ボール特性の分析方法

ボール初速度 (km/h) = ボールリリース直後から3フレーム分の移動距離 (SL4) ÷ 所要時間  
 ボール投射角度 (°) = 水平線 (H4) に対するボール投射角度 (D4)  
 詳細は【2. 対象と方法】の項を参照.

速期の下肢動作を分析するため、肩関節最大外旋位 (MER) での角度とボールリリース時 (BR) での角度を分析した。その際、後期コッキング期の終盤において、映像上での前腕の動きが時計回り (肩関節外旋運動) から反時計回り (肩関節内旋運動) へと切り替わる時点を肩関節最大外旋位 (MER) とした。股関節角度については、ボールリリース時 (BR) での角度のみを分析した。加速期

所要時間については、MER から BR までの所要時間を分析した。

ボール特性の分析項目は、ボール初速度 (km/h)、ボール投射角度 (°)、であった (図3)。

### 3. 統計処理

直球とSBの平均値間における差の検定、およびMERとBRの平均値間における差の検定には対応のあるt検定を用いた。尚、危険率を5%に設

表 1 直球と SB における投動作の比較

群分け	分析項目	直球	SB
低速群 (13 名)	ステップ幅 (身長比 %)	77.5±6.2	77.2±5.7
	MER-下腿角度 (°)	102.6±7.3	97.7±6.8*
	BR-下腿角度 (°)	101.9±8.6	92.7±7.6**
	MER-膝関節角度 (°)	112.9±14.9	103.1±10.9**
	BR-膝関節角度 (°)	118.1±19.4	101.4±13.0**
	BR-股関節角度 (°)	62.8±18.0	61.9±18.3
	加速期所要時間 (秒)	0.058±0.002	0.074±0.008***
	ボールリリース位置 (身長比 %)	100.3±5.6	99.0±7.4
	ボールリリース高 (身長比 %)	78.9±6.9	80.9±8.3*
中速群 (21 名)	ステップ幅 (身長比 %)	80.2±5.0	81.3±5.7
	MER-下腿角度 (°)	100.9±5.4	99.2±8.1
	BR-下腿角度 (°)	101.7±6.1	93.4±9.7***
	MER-膝関節角度 (°)	112.4±1.0	105.5±13.9*
	BR-膝関節角度 (°)	121.5±14.8	102.9±19.3***
	BR-股関節角度 (°)	62.2±14.1	59.1±13.5
	加速期所要時間 (秒)	0.058±0.003	0.074±0.008***
	ボールリリース位置 (身長比 %)	105.1±7.9	103.1±7.9
	ボールリリース高 (身長比 %)	84.1±5.7	83.3±6.9
高速群 (21 名)	ステップ幅 (身長比 %)	78.8±6.7	79.5±7.2
	MER-下腿角度 (°)	103.4±9.1	96.5±8.1***
	BR-下腿角度 (°)	104.0±9.8	91.5±8.5***
	MER-膝関節角度 (°)	116.3±15.1	104.4±12.2***
	BR-膝関節角度 (°)	123.6±19.8	101.8±16.1***
	BR-股関節角度 (°)	62.6±13.7	60.3±14.2
	加速期所要時間 (秒)	0.057±0.003	0.073±0.007***
	ボールリリース位置 (身長比 %)	102.2±8.4	102.0±8.9
	ボールリリース高 (身長比 %)	84.0±3.9	83.5±5.7

(平均±標準偏差)

\*\*\* : p&lt;0.001

\*\* : p&lt;0.01

\* : p&lt;0.05

詳細は【3. 結果】および【4. 考察】の項を参照。

定した。

### 3. 結果

#### 1. 直球と SB における投動作の比較

ステップ幅では、全ての群において直球と SB との間に有意差はみられなかった (表 1)。

MER の下腿角度では、低速群と高速群において直球よりも SB が有意 (p<0.05, p<0.001) に小さかった。また、BR の下腿角度では、全ての群において直球よりも SB が有意 (p<0.01, p<0.001, p<0.001) に小さかった (表 1)。

MER の膝関節角度では、全ての群において直球よりも SB が有意 (p<0.01, p<0.05, p<0.001) に小さかった。また、BR の膝関節角度では、全ての群において直球よりも SB が有意 (p<0.01, p<0.001, p<0.001) に小さかった (表 1)。

BR の股関節角度では、全ての群において直球と SB との間に有意差はみられなかった (表 1)。

加速期所要時間では、全ての群において直球よりも SB が有意 (p<0.001, p<0.001, p<0.001) に長かった (表 1)。

ボールリリース位置では、全ての群において直球と SB との間に有意差はみられなかった (表 1)。

ボールリリース高では、低速群において直球よりも SB が有意 (p<0.05) に高かった (表 1)。

#### 2. MER と BR における下腿角度の比較

直球では、全ての群において MER と BR の下腿角度に有意差はみられなかった。一方、SB では、全ての群において MER よりも BR の下腿角度が有意 (p<0.001, p<0.001, p<0.001) に小さかった (図 4)。

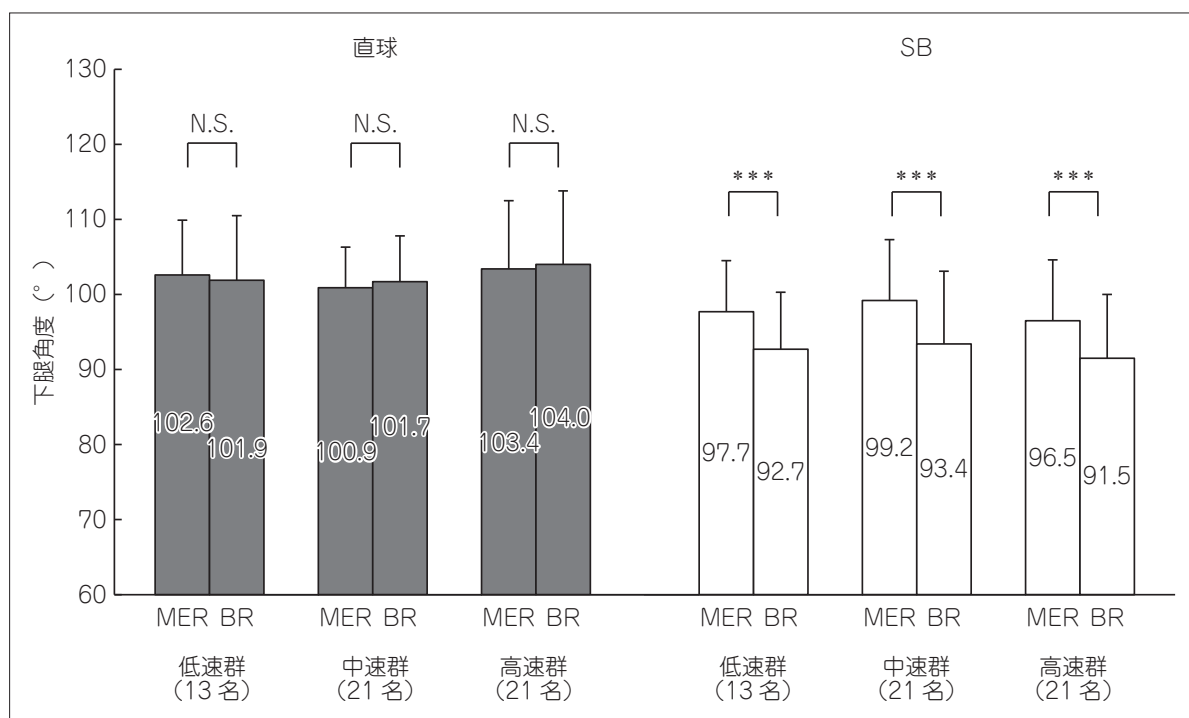


図4 MERとBRにおける下腿角度の比較

\*\*\* :  $p < 0.001$

N.S. : not significant

詳細は【3. 結果】および【4. 考察】の項を参照。

### 3. MERとBRにおける膝関節角度の比較

直球では、全ての群においてMERよりもBRの膝関節角度が有意 ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.001$ ,  $p < 0.01$ ) に大きかった。一方、SBでは、全ての群においてMERとBRの下腿角度に有意差はみられなかった(図5)。

### 4. 直球とSBにおけるボール特性の比較

ボール初速度では、全ての群において直球よりもSBが有意 ( $p < 0.001$ ,  $p < 0.001$ ,  $p < 0.001$ ) に小さかった(表2)。

ボール投射角度では、全ての群において直球よりもSBが有意 ( $p < 0.001$ ,  $p < 0.001$ ,  $p < 0.001$ ) に大きかった(表2)。

## 4. 考察

本研究では、学童野球公式戦のSBにおける投動作の特徴を分析した。

ステップ幅、BRの股関節角度、ボールリリース位置、ボールリリース高の4項目においては、低速群のボールリリース高においてのみ有意な差がみられたものの、それ以外は、全ての群において直球とSBとの間に明らかな違いはみられなかつ

た(表1)。一方、MERの下腿角度、BRの下腿角度、MERの膝関節角度、BRの膝関節角度、加速期所要時間の5項目においては、中速群におけるMERの下腿角度においてのみ有意差はみられなかったものの、それ以外は、全ての群において直球とSBとの間に明らかな違いがみられた(表1)。つまり、平均値の大小はあるものの、SBにおける投動作の特徴は全ての群においてほぼ共通しており、特に加速期の下肢動作において直球との明らかな違いがみられると考えられる。

高速群の平均値(表1)を基に、直球とSBにおける加速期の下肢動作を模式図にしたものが図6である。以下、この模式図を用いて考察を加える。直球では、後期コッキング期に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される<sup>11)</sup>。この際、下腿を反投球方向へ傾けた状態で固定したまま(図4)、膝関節を素早く伸展する(図5)ことで、体幹部の下端(踏込脚側の股関節)は押し上げられ、体幹部の回旋運動を含む屈曲運動は効率よく遂行される<sup>12)</sup>。

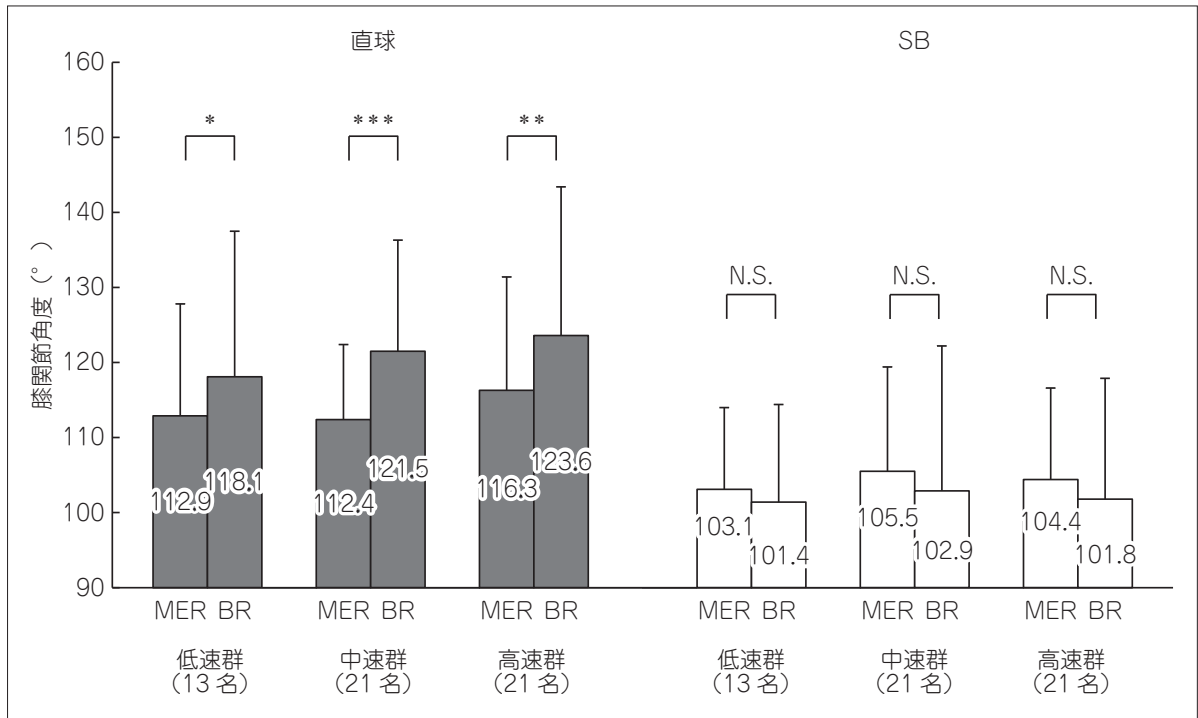


図5 MERとBRにおける膝関節角度の比較

\*\*\* : p<0.001

\*\* : p<0.001

\* : p<0.05

N.S. : not significant

詳細は【3. 結果】および【4. 考察】の項を参照。

表2 直球とSBにおけるボール特性の比較

群分け	分析項目	直球	SB
低速群 (13名)	ボール初速度 (km/h)	82.0±4.7	63.5±6.7***
	ボール投射角度 (°)	4.3±2.0	9.9±3.4***
中速群 (21名)	ボール初速度 (km/h)	91.1±3.6	69.6±6.8***
	ボール投射角度 (°)	2.0±1.9	8.9±4.6***
高速群 (21名)	ボール初速度 (km/h)	95.3±5.1	70.3±9.2***
	ボール投射角度 (°)	0.8±1.4	6.5±5.5***

(平均±標準偏差)

\*\*\* : p<0.001

詳細は【3. 結果】および【4. 考察】の項を参照。

一方、SBでは、加速期に入ると膝関節の屈曲運動だけを停止し、膝関節角度を一定に保ったまま(図5)、下腿を投球方向へ緩やかに倒していく(図4)。これにより、ステップ動作で発生した大きなエネルギーを故意に逃がし、下肢→体幹→上肢への運動連鎖の効率を低下させて、ボール初速度の大幅な減速につなげていると考えられる。実際、SBは、直球より19~25km/h(23~26%)程度遅く、直球より6~7°程度上方へ向かって投げる

ボールであることがわかった(表2)。

直球以外の球種をより効果的なボールにするためには、可能な限り直球に近い投動作で投げることが理想である。先行研究<sup>2,8,9)</sup>にあるような直球との緩急差が小さい球種(カーブ:17~22%程度、カーブ以外の9種類:3~13%程度)では、大きくて目につきやすい部位の動作は変化させずに、前腕部や手関節の動作、もしくはボールの握り方だけを変化させて投げることが可能であると考えら

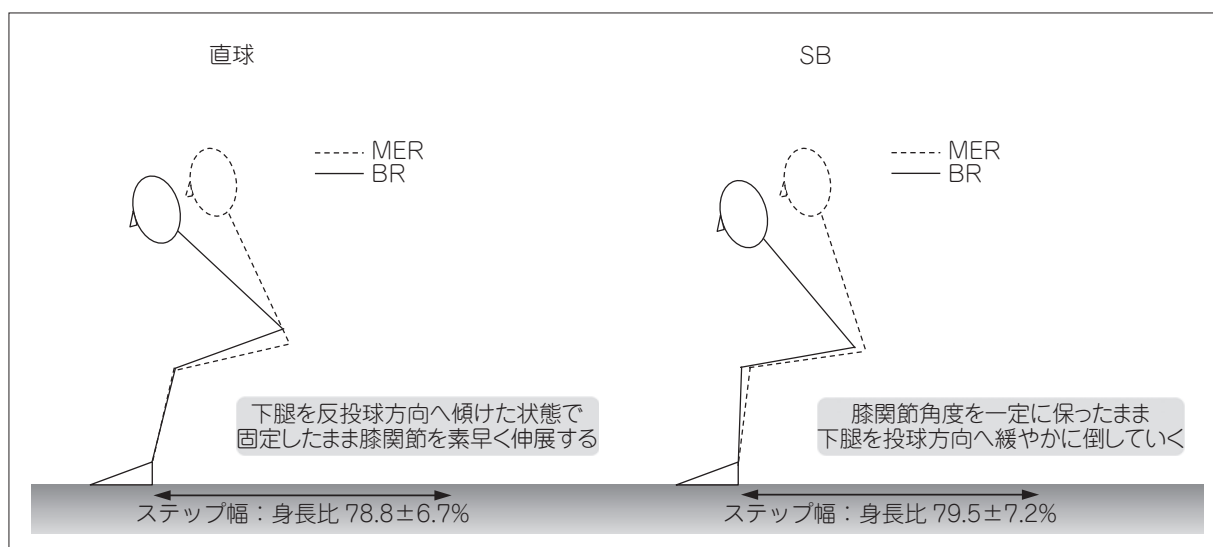


図6 直球とSBにおける加速期の下肢動作(高速群)  
詳細は【4. 考察】の項を参照。

れる。これに対し、直球との緩急差が23~26%程度と大きいSBでは、ボールの握り方、ボールリリース位置、ボールリリース高などは変化させずに、主に加速期の下肢動作を変化させて投げていると考えられる。

## 5. 結語

本研究では、学童野球公式戦のSBにおける投動作の特徴を分析した。本研究で得られた知見は以下の通りである。

SBにおける投動作の特徴は全ての群においてほぼ共通しており、特に加速期の下肢動作において直球との明らかな違いがみられた。具体的には、直球では下腿を反投球方向へ傾けた状態で固定したまま膝関節を素早く伸展しているのに対し、SBでは膝関節角度を一定に保ったまま下腿を投球方向へ緩やかに倒していることがわかった。その他の部位の動作では、直球との明らかな違いはみられなかった。

また、SBは、直球の握り方のままで極端に球速を抑えた山なりのボールとされているが、本研究結果から、直球より19~25km/h(23~26%)程度遅く、直球より6~7°程度上方へ向かって投げるボールであることがわかった。

### 利益相反

本論文に関連し、開示すべき利益相反はなし。

## 文 献

- 1) 公益財団法人 全日本軟式野球連盟 HP. 入手先：  
<http://jsbb.or.jp/> [参照日 2021年6月7日].
- 2) 永見智行, 木村康宏, 彼末一之, 他. 野球投手が投じる様々な球種の運動学的特徴. 体育学研究. 2016; 61: 589-605 doi: <https://doi.org/10.5432/jjpehss.16021>
- 3) 城所取二. 野球打撃における球種の組み合わせが打者のタイミング制御に及ぼす影響. 日本体育学会第69回大会予稿集. 2018; 69: 136\_3 doi: [https://doi.org/10.20693/jspehss.69.136\\_3](https://doi.org/10.20693/jspehss.69.136_3)
- 4) 伊藤博一, 河崎尚史, 井尻哲也, 他. ポジション別にみた投動作の特徴(第一部)~加速期における矢状面での体幹運動とボールリリース~. 日本臨床スポーツ医学会誌. 2012; 20: 316-325.
- 5) 勝亦陽一, 金久博昭, 川上泰雄, 他. 野球選手における投球スピードと年齢との関係. スポーツ科学研究. 2008; 5: 224-234. <http://waseda-sport.jp/paper/818/818.pdf>
- 6) Kobayashi H, Shinya M, Obata H, et al. Development of visuo-motor processing required to hit the fast ball over 150km/h in baseball batting. In Society for Neuroscience 2016 Annual Meeting Conference Abstract. 2016.
- 7) 井尻哲也, 中澤公孝. 野球のバッティングにおけるタイミング制御. 日本神経回路学会誌. 2017; 24: 124-131 doi: <https://doi.org/10.3902/jnns.24.124>
- 8) 桜井伸二, 池上康男, 山賀 寛. 発育期にある野球

- 投手の上肢関節障害をいかに防ぐか～直球とカーブの投球動作の比較. *デサントスポーツ科学*. 1991; 12: 63-72. [http://www.shinshu-u.ac.jp/faculty/textiles/db/seeds/descente12\\_05\\_sakurai.pdf](http://www.shinshu-u.ac.jp/faculty/textiles/db/seeds/descente12_05_sakurai.pdf)
- 9) 中村康雄, 林 豊彦. ストレートとカーブの投球動作の運動学・動力学解析. *同志社スポーツ健康科学*. 2010; 2: 38-46 doi: <http://doi.org/10.14988/pa.2017.0000012078>
- 10) 馬見塚尚孝, 金堀哲也. 野球選手の育成と野球障害予防の両立を目指して～ジュニア期は「楽しい野球」「全力投球なし」「指導のない素振りなし」「力に頼らないスキルアップ中心」～. *Sportsmedicine. ブックハウス HD*. 2014; 26: 6-12.
- 11) 宮下浩二, 小林寛和, 横江清司. 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*. 1999; 2: 65-72.
- 12) 伊藤博一, 渡會公治. 投法別にみた加速期における踏込脚の膝関節運動. *スポーツパフォーマンス研究*. 2014; 6: 253-262. <http://sports-performance.jp/paper/1420/1420.pdf>
- 
- (受付：2020年7月2日, 受理：2021年6月15日)

## Characteristics of Pitching Movements for Slow Balls during Official Baseball Games by School-age Children

Ito, H.\* , Sonobe, Y.\* , Sunagawa, N.\* , Masujima, A.\*

\* Teikyo Heisei University

**Key words:** baseball, slow ball, pitching movements

**[Abstract]** It is not so difficult for school-age baseball pitchers to throw slow balls (SBs), pitched with an extremely slow speed while maintaining a pitching grip for straight balls, resulting in a semicircular trajectory. It is feasible for everyone by throwing balls in an easy manner as if playing catch. However, if they pitch SBs, which involve clearly different movements from those for straight balls, batters can easily find the timing, and strongly hit the balls back. Therefore, to make SBs more effective, it is ideal for the movements involved to be as similar as possible to those for straight balls. With this investigation, we analyzed the characteristics of SB pitching movements in official baseball games for school-age children.

The results revealed clear differences between SBs and straight balls, particularly in leg movements during the acceleration phase of pitching. Specifically, the lower leg was slowly tilted in the direction of pitching while maintaining a certain knee joint angle with SBs, whereas the knee joint was rapidly extended, with the lower leg tilted in the opposite direction of pitching and fixed in case of straight balls. There were no marked differences between these two pitching forms in the movements of other body parts.