

## 野球投手における投球フォームの違いによるストレートの特徴

### The characteristics of fastball for different pitching form in baseball pitchers

畑 島 一 翔\*, 岩 城 翔 平\*\*, 田 中 重 陽\*\*\*

Kazuto HATASHIMA\*, Shohei IWAKI\*\* and Shigeharu TANAKA\*\*\*

#### I. は じ め に

本報告では、令和4年度国士舘大学体育学部附属体育研究所の、“球技スポーツ選手を対象とした専門動作の運動学的解析”プロジェクトで実施した研究について報告する。

近年では、「Rapsodo Baseball」や「TRACKMAN」などのトラッキングデータを用いた客観的な指標により、投手の特徴を把握している。これらのシステムの特徴として、装置さえあれば誰にでもデータ処理を行うことができ、即時フィードバックを可能にするという大きな利点が存在する。従来のボールの回転とそれに伴う飛翔軌道については、高速度カメラを用いた映像分析や空洞実験などの手法を用いて研究されてきた。しかしながらそれらの分析は、データ処理に多くの時間を費やすだけでなく、その過程において専門的な解析能力を必要とするなどのハードルが存在する。スポーツ現場において即時フィードバックができるということは、日々のトレーニング成果を数値として定期的に確認できるだけでなく、フォームの修正や改善の指標になるなど、得られるものは非常に多い。

本研究では、ボールトラッキングシステムデー

タ計測から得られるパラメータについて、先行研究とのデータを比較しながら、現場における投球指導への有効性について検証することにより、有益な情報を提供することを目的とする。

#### II. 方 法

##### 1. 被験者

東都準硬式野球連盟の1部に所属する9名の投手を被験者とした。被験者の年齢（平均±標準偏差、以下同じ）は $20.1 \pm 0.8$ 歳、身長は $178.3 \pm 6.2$ cm、体重は $72.2 \pm 6.8$ kg、右投げ7名、左投げ2名であった。各被験者には測定に先立ち、本研究の目的及び測定方法の安全性について十分に説明し、任意による測定参加の同意を得た。

##### 2. 測定項目及び測定方法

被験者には通常練習時と同様の十分なウォーミングアップを行わせた後、投球マウンドから18.44mの距離でストレートを10回投球させた。各試技の直後に5段階評価の内省をとり、5段階の内省評価で4以上の内省が得られた5球を分析対象とした。

\* 国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科 (Graduate School of Sport System, Kokushikan University)

\*\* 群馬パース大学 (Gunma Paz University)

\*\*\* 国士舘大学政経学部 (Faculty of Political Science and Economics, Kokushikan University)

### 3. 分析項目

図1のように、ボールを投げだす瞬間（リリース）のマウンド上からリリースポイントまでの高さをRh（Release high）、キャリブレーション時に設定した投手の中心線をCl（Center line）、ClからリリースポイントまでのX方向の距離をRw（Release width）とした。座標系は右投手の場合は投球方向に対して右方向を、左投手の場合は左方向をX軸、投球方向をY軸、鉛直方向をZ軸とした。測定項目は以下の通りとした。

- 1) 移動スピード
- 2) 回転スピード
- 3) Rh（Release high）
- 4) Rw（Release width）

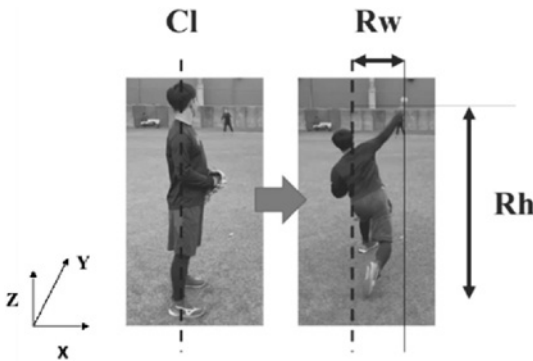


図1. 座標系と測定項目

### 5) 縦の変化

無回転（重力のみでの落下）であったときと比較した縦の変化量を示す。上昇の変化（以下、ホップ成分）はプラス、下降の変化（以下、ドロップ成分）はマイナスの値で示した。

### 6) 横の変化

無回転であったときと比較した横の変化量を示す。X軸に対して、プラスの変化（以下、シュート成分）とマイナスの変化（以下、スライド成分）で示した。

### 4. 投球フォームの分類

野球の投球フォームは大きく分けて①オーバースロー（Over throw：OT）②スリークォータースロー（Three quarter throw：TQT）③サイドスロー（Side throw：ST）④アンダースロー（Under throw：UT）に分けられる。これらの投球フォームを厳密に区分けすることは難しいが、一般的にリリース時の投球腕の姿勢（肩を基点とした肘の位置）によって類別される<sup>2)</sup>。本研究では、リリース時の投球腕の姿勢が、肩関節を中心とした地面と平行な線と、それに直交する線から成す角度を4等分し、①1/4～2/4の位置をOT、②2/4～3/4の位置をTQT、③3/4～4/4の位置をSTと定義した（図2）。また、UTについては、

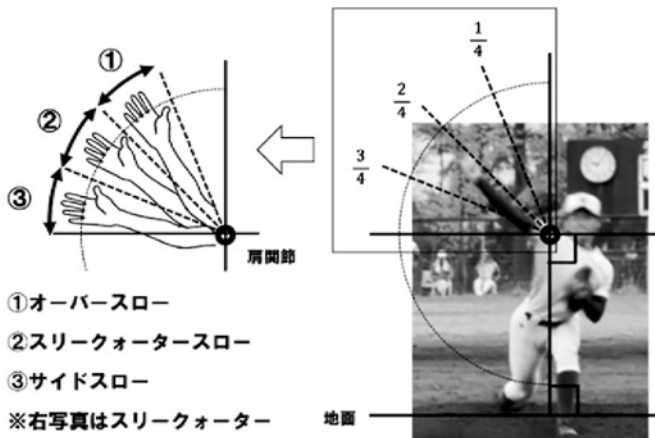


図2. 各投球フォームの定義

肘の位置を肩よりも大きく下げてリリースする投球フォームとされているが<sup>2)</sup>、今回の実験では該当する選手はいなかった。

### Ⅲ. 結果および考察

表1に全被験者のストレートの特徴を示した。今回の被験者のストレートの平均移動スピードは129.6±7.5km/hであった。各投手の平均移動スピードで見ると、最大移動スピードが137.4±1.2km/hで最小が119.1km/hであった。投球フォーム別によるストレートの特徴を表2に示した。投球フォーム別でみるとOT（4名）が132.4±7.8km/hでTQT（3名）が132.2±5.9km/h、ST（2名）が119.5±0.7km/hであった。OTとTQTに移動スピードの差はあまり見られなかったが、

STの投手における移動スピードは、他の2つの投球フォームと比べて小さい値を示す結果となった。回転スピードについては、平均回転スピードが1982.7±202.9rpmであった。回転スピードにおいては投球フォーム間で大きな差は見られなかった。

次にリリースポイントで見ると、Rhの平均は179.2±23.3cmであり、投球フォーム別では、OTが203.4-193.8cm、TQTが188.0-167.8cm、STが156.8-131.2cmの範囲であった。Rwの平均は73.4±27.7cmであり、OTで58.6-35.0cm、TQTで87.8-66.4cm、STで131.4-89.4cmの範囲であった。これらの結果は、ST、TQT、OTの順でより地面から高い位置でリリースしており、OT、TQT、STの順でより身体の中心から遠い位置でリリースしていることを示し、それぞれの

表1 各投手におけるストレートの特徴

No.	Pitching form	Speed		Spin rate		Rh		Rw		縦の変化		横の変化	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
1	Over throw	120.9	1.0	1640.2	65.9	193.8	0.7	56.0	1.1	40.4	5.8	15.6	4.0
2	Three quarter throw	125.4	0.4	1822.8	37.0	188.0	1.2	87.8	4.0	35.9	5.1	19.3	8.7
3	Over throw	137.4	1.2	2026.0	59.2	195.6	1.7	35.0	2.8	46.5	2.7	26.4	4.6
4	Side throw	119.1	0.8	1942.2	47.2	156.8	2.4	131.4	3.5	30.0	4.8	44.5	5.3
5	Three quarter throw	135.0	0.6	2243.2	11.2	181.4	5.1	66.4	4.8	30.1	1.8	36.9	5.4
6	Side throw	120.0	0.4	2007.4	36.7	131.2	1.9	89.4	2.4	27.1	5.0	54.3	3.9
7	Over throw	137.2	0.7	1582.8	86.7	194.8	1.3	57.5	6.0	43.2	3.2	14.6	6.2
8	Over throw	134.2	1.3	2122.4	59.6	203.4	1.4	58.6	4.2	46.0	1.8	10.4	6.3
9	Three quarter throw	136.3	0.6	2022.2	39.6	167.8	3.5	78.2	5.6	37.5	9.0	29.9	5.0

表2 各投球フォームにおけるストレートの特徴

Pitching form	n	Speed		Spin rate		Rh		Rw		縦の変化		横の変化	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Over throw	4	132.4	7.8	1842.8	271.1	196.9	4.4	51.8	11.2	44.0	2.8	16.7	6.8
Three quarter throw	3	132.2	5.9	2029.4	210.3	179.1	10.3	77.5	10.7	34.5	3.9	28.7	8.9
Side throw	2	119.5	0.7	1974.8	46.1	144.0	18.1	110.4	29.7	28.6	2.1	49.4	6.9

投球フォームの特徴を捉えるものであった。また、これらの位置は、身長によるものではなく投球フォームによって分けられるものであることがわかった。

縦および横の変化量では、ホップ成分が $37.4 \pm 7.2\text{cm}$ 、シュート成分が $28.0 \pm 14.9\text{cm}$ であった。先行研究においても、ストレートは右打者方向への変位量（シュート成分）が大きかった<sup>4)</sup>ことが示されており、先行研究を支持する結果となった。これらの要因については、ストレートにおける回転軸の向きが純粋なバックスピンは異なっていることが挙げられる。これは、日本におけるトップレベルの投手<sup>3)</sup>だけでなく、中学生投手<sup>1)</sup>を対象としたものでも、ストレートにおける回転軸の向きが同様の方向に傾いていることが報告されていることから、ホップ成分だけでなくシュート成分の値が大きいくことは、ストレートの1つの特徴として捉えることができると考えられる。投球フォーム別でみると、縦の変化量においては、OTが $44.0 \pm 2.8\text{cm}$ 、TQTが $34.5 \pm 3.9\text{cm}$ 、STが $28.6 \pm 2.1\text{cm}$ となり、OT、TQT、STの順にホップ成分が大きき値を示した。横の変化量においては、OTが $16.7 \pm 6.8\text{cm}$ 、TQTが $28.7 \pm 8.9\text{cm}$ 、STが $49.4 \pm 6.9\text{cm}$ となり、ST、TQT、OTの順でシュート成分が大きき値を示す結果となった。一般的に、多くの投手がホップ成分を大きくし「浮き上がる」と表現されるようなストレートを投げようとしているが、ボールのホップ成分を大きくするためには、ボールの回転軸の向きが重要とされている。ボールの回転軸の向きは、ボールに働く揚力の大きさと向きの双方に影響を与えるとされており、回転軸の向きを極座標系における方位角と仰俯角を用いて表すとき、これらの角度を0に近づけることで上方向への変位（ホップ成分）を大きくできる可能性が示唆されている<sup>5)</sup>。しかしながら、実際の回転軸の傾きにはリリース直前の手掌の向きにより決定され、その調節には制限や限界がある<sup>1)</sup>ことから、OTは他と比較してホップ成分が大きき、TQT、STと投球

腕の位置が低くなるにつれてシュート成分が大きくなるといった、投球フォームによるストレートの特徴があったことが考えられる。

これらの結果は、全ての投手が「伸びる」、「キレのある」と表現されるようなホップ成分が大ききストレートを投げようとする必要がないことを示唆するものであった。むしろSTのようなリリース位置が身体を中心から遠い特徴を持つ投手は、ボールに対して適切な回転を与えることで、よりシュート成分が大きくなり、右投手であれば右打者へ向かっていくようなストレートになることが考えられる。これまで移動スピードについては、スピードガンによる即時フィードバックが可能となってきたが、これらのようなリリース位置やボールの変化の方向や大きさを投球毎に知ることができることは、選手自身の特徴を掴むだけでなく、これまで感覚的であったボールの「キレ」を数値化することを可能にするため、現場の指導にとって有益な情報となる可能性が考えられる。

#### IV. ま と め

本研究では、ボールトラッキングシステムデータ計測から得られるパラメータについて、先行研究とのデータを比較しながら、現場における投球指導への有効性について検討した。その結果、以下の知見が得られた

投球フォーム別によるストレートの比較では、移動速度においてはOT、TQTがSTより高い傾向を示した。しかしながら、回転スピードでは各投球フォーム間に差はみられなかった。

各投球フォームにおけるストレートの特徴として、ホップ成分においてはOTが大きき、TQT、STの順に低値を示す傾向がみられた。また、シュート成分においてはSTが大きき、TQT、OTの順に低値を示す傾向がみられた。

以上のことから、投球フォームの違いによるストレートの特徴が明らかとなった。また、ボールトラッキングシステムデータ計測から得られるパラメータによって、これまで感覚的であったストレートの特徴を数値化することが可能になることから、現場における投球指導への有効性が示唆された。

本研究は、令和4年度国士舘大学体育学部附属体育研究所研究助成を受けて実施した。

## 参考文献

- 1) 神事努, 桜井伸二, 清水卓也, 鈴木康博 (2008) 発育期の野球投手におけるボールスピンの特徴. 中京大学体育学論叢, 49 : 21-27.
- 2) 宮西智久, 森本吉謙 (2017) 大学生野球投手におけるピッチング動作の改善事例: 投球技術指導前後のトレーニング効果, 体育学研究, 52 : 361-381.
- 3) Nagami, T., Morohoshi, J., Higuchi, T., Nakata, H., Naito, S., and Kanosue, K. (2011) The spin on fastballs thrown by elite baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc.*, 43 (12) : 2321-2327.
- 4) 永見智行, 木村康宏, 彼末一之, 矢内 利政 (2016) 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, 61 : 589-605.
- 5) Nagami, T., Higuchi, T., Nakata, H., Yanai, T., and Kanosue, K. (2016) Relation between lift force and ball spin for different baseball pitches. *J Appl Biomech.*, 32 (2) : 196-204.