

2011年11月30日

博士学位論文審査報告書

大学名	早稲田大学
研究科名	スポーツ科学研究科
申請者氏名	永見智行
学位の種類	博士（スポーツ科学）
論文題目	Analysis of spin on fastballs in baseball 野球投手の投じる直球の回転の解析
論文審査員	主査 早稲田大学教授 彼末一之 医学博士・工学博士（大阪大学） 副査 早稲田大学教授 矢内利政 Ph.D. (University of Iowa) 副査 早稲田大学教授 土屋 純 博士（人間科学）（早稲田大学）

野球の投手は様々な方策を用いて打者を打ち取ろうとする。特に最も基本的な球種である直球（ストレート, fastball）は移動速度が速く、打者が動作にかけられる時間が短くなることから非常に効果的であるとされる。ただし現実には、比較的遅い直球でも打者を打ち取ることのできる投手や、時速 160km を超えるような速い直球を簡単に打ち返されてしまう投手も存在する。これらは一般に「伸び」、「キレ」等と言われるボールの飛翔軌道の違いによるものだと考えられている。移動速度以外に飛翔軌道に影響するのは、ボールの回転だと推察できるが、実際に投手が投じるボールの回転を明らかにした研究はほとんど無い。そのためどのような回転が有効なのか、またどのようにして回転が生じるかは明らかでなく、投手の指導やトレーニングへの活用には至っていない。そこで本博士論文の目的は、より良い直球を投じるための指導、トレーニング法の構築に向け、一流投手が投じる直球の回転の特徴やメカニズムを明らかにすることである。

先ず、一流投手の投じる直球の回転の特徴を明らかにした。被験者は大学野球投手、プロ野球投手各 11 名とし、直球を 5 球ずつ投球させた。高速度ビデオカメラ（1000Hz）で撮影したリリース前後のボールの動きから、特製の測定器を用いてボール回転速度と回転軸角度を算出した。一般に「直球」の回転軸は水平かつ進行方向に対して直交すると考えられていたが、実際には全ての投球の回転軸角度が水平方向、垂直方向ともに傾いていた。しかし「伸び」が大きいと評される被験者 C3 の投じる直球は、一般に考えられる「直球」の回転軸角度に最も近く、高い回転速度であった。この研究は以下の学術論文として発表された。

T. Nagami, J. Morohoshi, T. Higuchi, H. Nakata, S. Naito, and K. Kanosue (2011) The Spin on Fastballs Thrown by Elite Baseball Pitchers. Medicine Science Sports Exercise, in press.

次に、回転の違いが飛翔軌道に及ぼす影響を明らかにした。被験者は大学野球右投げ投手 7 名とし、直球を 3 球ずつ投球させた。リリース直後のボールの回転の様子と、リリースから捕球までのボールの飛翔の様子を 4 台の高速度ビデオカメラで撮影し、ボール回転速度、回転軸角度、3 次元飛翔軌道を測定した。その結果、ボールが自由落下すると仮定した場合の到達位置に比べ、全て右、かつ上方に到達していた。またこの水平、垂直方向の変位量 (ΔX , ΔZ) は、スピンパラメータ (移動速度に対する回転速度の比) の水平、垂直方向成分をそれぞれ独立変数とした回帰式で表された。このことから、移動速度を変えずに回転速度を高めることや、回転軸角度を水平、かつ進行方向と直交するように近づけることで、 ΔZ を高められることが明らかになった。被験者 C14 と C15 の直球は同程度の ΔZ であったが、それぞれの回転の特徴から、C14 は回転軸を 11° 水平に近づけることで、C15 は回転速度を 5 rps 速めることで、それぞれ ΔZ を約 70mm 大きくできると推察された。また第 2 章と同じ被験者 C3 の直球は移動速度が速く、全被験者中で最も大きい ΔZ であったことから、これらが「伸び」の実体であると考えられた。

上記の結果から、飛翔軌道に強く影響する直球の回転速度を決定する因子を明らかにするため、投球時の手指の動作解析を行った。プロ野球投手 5 名、大学野球投手 3 名に直球を 3 球ずつ投球させ、リリース前後の手指の動作を 3 台の高速度ビデオカメラで撮影し、手背部に貼付したマーカーとボール中心の 3 次元座標値を算出した。その結果、ボールはリリースの 6.3 ± 1.0 ms 前から回転を始めており、移動スピードを獲得する期間の長さ約 30 ms に比べて非常に短い時間であった。またこの瞬間からリリースまでに指先がボールに対して下方へと動く量 (バックスピン角度) とボール回転速度は強く相関した。このことから、リリース直前に指先がボールの上前方まで大きく覆い被さるほど、回転速度が高くなることが示唆された。

本研究結果より、より良い直球を投げようとする際の方策を、個々の回転特性に合わせて設定できることが示唆された。本研究結果に加え手指より近位の動作とボール回転の関係を明らかにすることで、より効率的な練習法、指導法の開発につながるに違いない。

以上のように本論文は博士 (スポーツ科学) の学位を授与するに十分値するものと認める。