

[原著論文]

野球投手のスプリント能力と投球速度の関係

長谷川 伸*, 久保 誠司*

Relationship between sprint ability and ball speed in baseball pitchers

Shin HASEGAWA*, Seiji KUBO*

Abstract

The purpose of this study was to clarify the relationship between sprinting ability and ball speed in college baseball pitchers, and to examine the evaluation method of sprinting ability considering body weight and lean body mass. Thirty-one college baseball pitchers participated in this study. Height, weight, lean body mass, body fat mass, muscle mass, and skeletal muscle mass were measured, and body fat percentage, body mass index (BMI), and skeletal muscle index (SMI) were calculated. Ball speed was measured using Rapsodo pitching 2.0. The baseball pitcher was asked to throw 10 full pitches from the pitcher's mound toward the catcher. Maximum ball speed was used as an index of ball speed. To evaluate sprint ability, sprint times of 10m, 30m, 50m, 100m, 200m, and 400m were measured, and running speed, momentum, and kinetic energy were calculated. Pearson's product-moment correlation coefficient was calculated to investigate the relationship between the measured indices. Ball speed was significantly correlated with body weight, BMI, lean body mass, muscle mass, and SMI. In addition, ball speed showed a significant negative correlation with running speed in 200m and 400m sprints, and showed a significant positive correlation with momentum and kinetic energy in 10m, 30m, 50m, and 100m sprints. The results of this study suggest the importance of considering body weight when evaluating the sprinting ability of baseball pitchers.

KEY WORDS : ball speed, sprinting ability, lean body mass, kinetic energy

緒言

野球投手の投球速度を決定する要因については、体格や体力に関する多くの研究が行われてきた。小学生から大学生までの成長期を含む広い年齢層を対象とした場合、身長や除脂肪量など体格や身体組成が投球速度に影響することが報告されている¹⁻³⁾。これらの研究は身長や除脂肪量が大きいほど投球速度が高いことを示すものであり、身長1cmあたりの投球速度の増加量は、11-22歳では0.75km/h、7-24歳では1.16km/h、除脂肪量1kgあたりの投球速度の増加量は10-19歳では0.33m/s (≒1.2km/h) とされている。このように10年以上の長い期間で見た場合、身長が高いことや、除脂肪量が大きいことは高い投球速度を得るための重要な条件と考えられる。しかし、投球速度を決定する要因は、成長の段階によっても異なる。小学生と中学生の野球選手では、年齢、BMI、握力、立ち幅跳び、10mスプリントが投球速度の予測因子とされており⁴⁾、中学生野球選手では、ポジションに関係なく年齢、身長、体重、握力、背筋力、垂直跳び、メディシンボール投げが投球速度と相関関係を示すことが報告されている⁵⁾。このように小学生や中学生の時期には年齢や身長、体重などの体格に加え、握力や背筋力などの筋力、さらには投・跳・走能力(運動能力)など多くの指標が投球速度との関連を示す。しかし、第二次成長期(思春期)といわれる時期が過ぎ、身長の伸び率が低下し始めると、投球速度を決定する要因にも変化が現れる。大学野球選手を対象とした先行研究では、年齢や身長は投球速度の決定要因ではなく、体重、除脂肪量、筋量(筋横断面積、筋厚を含む)など筋力に影響を与える組織量や⁶⁻⁸⁾、メディシンボール投げ、両足立三段跳び、30m走など瞬発力やパワーを反映する投・跳・走能力が投球速度の決定要因として示されている^{9,10)}。

スプリント能力については、大学野球選手(投手と野手)を対象とした研究において30m走のタイムが投球速度と相関関係を示すことが報告されており¹⁰⁾、スプリント能力は投球速度を決定する体力要因の1つと考えられる。しかし、成人期の投手だけを対象とした研究では、30m走や50m走のタイムは投球速度との関係を示していない^{11,12)}。この理由として、成人期の投手が高い投球速度を実現するためには、体重や除脂肪量を高めることが必要となるが、大きな身体質量が走速度の低下をもたらす、スプリント能力の高いものほど投球速度が高いという関係が成立しなくなることが

考えられる。野球投手の場合、体重や除脂肪量を維持したまま速く走ることが重要であり、体重を軽量化して速く走れるようになっても、投球パフォーマンスが低下しては意味がない。このためには、野球投手のスプリントトレーニングではタイムを測定するだけではなく、身体の質量を考慮した評価を行う必要があると考えられる。そこで、本研究では大学生野球投手におけるスプリント能力と投球速度の関係を明らかにするとともに、体重や除脂肪量などを考慮したスプリント能力の評価法を検討することを目的とした。

方法

1. 被験者

対象は硬式野球部に所属する大学野球投手の中から、オーバースローまたはスリークォーターの投手であり、全力でのピッチングと体力測定の実施が可能な31名(年齢:19.0±0.8歳、身長:177.2±4.8cm、体重:73.8±7.0kg)を抽出した。測定に先立ち、対象者には本研究の内容を説明し、研究参加の同意を得た。

2. 形態計測

身長測定には身長計(ハンドル身長計、ヤガミ社製)、体重、除脂肪量、筋量、骨格筋量の測定には体成分分析装置(InBody770、インボディジャパン社製)を使用した。測定は朝食後2時間以上の時間をあけ、午前中に実施した。身長は0.1cm単位、体重、除脂肪量、筋量、骨格筋量は0.1kg単位で記録し、体重と身長から体格指数(BMI:Body mass index;体重/身長²)、四肢の骨格筋量と身長の関係から骨格筋指数(SMI:skeletal muscle mass Index;四肢骨格筋量/身長²)を算出した。

3. スプリント能力の測定

スプリント能力の測定は、陸上競技場のタータントラックで実施した。10m、30m、50mのタイム測定にはワイヤレス光電管システム(スピードトラップ、フィットネスアポロ社製)を使用した。光電管はスタートラインとスタートラインから10m、30m、50mの位置に設置し、被験者はスタートラインにつま先を揃え、スタンディングスタートを用いて任意のタイミングでスタートする50m走を2回行わせた。記録は1/100秒単位で測定し、50m通過タイムのよい試技における10m、30m、50mの通過タイムを採用した。また、100m、200m、400mの測定には手動式のストップ

ウォッチを使用した。いずれもスタートはスタンディングスタートとし、検者のスタートの合図に合わせてスタートし、ゴールまで全力疾走を行わせた。ゴール通過タイムは1/10秒未満を切り捨てて測定した。それぞれの測定における走行距離とゴールタイムから平均走速度（以下、走速度）を求め、走速度と身体質量より、走者の運動量[=質量(kg)×走速度(m/s)]（以下、運動量）、走者の運動エネルギー[=1/2×身体質量(kg)×走速度(m/s)²]（以下、運動エネルギー）を算出した。

4. 投球速度の測定

投球速度の測定は、室内練習場のブルペンを用いて実施した。投手には18.44m先のホームベース後方に座る捕手に向かって、全力で投球を行うよう指示した。投球速度の測定には投球トラッキングシステム(Rapsodo pitching 2.0, Rapsodo社製)を使用した。同システムは投球を撮影するモニターとRCE (Rapsodo Compute Engine : USB接続されたモニターを通して得られたデータを分析する小型コンピュータ)で構成され、無線によりタブレットにデータを送信し、専用アプリケーションを用いて表示するものである。モニターとRCEは専用の保護シールドに固定し、ホームベースとピッチャープレートの中央を結ぶライン上で、ホームベース前縁（投手側）から472.44cmの位置に設置した。被験者に十分なウォーミングアップと捕手へのピッチング練習を行わせた後、ストライクゾーン中央に構えた捕手に対して全力でストレートを投げるよう指示を与え、測定を実施した。投球速度の測定は投球トラッキングシステムによりストライクと判定された投球のデータが10球分取得できるまで継続した。取得した10球のデータから、投球速度の最高値、平均値を算出した。最高投球速度と平均投球速度の間には高い相関関係 ($r=0.955, p<0.01$) が見られたことから、本研究においては最高投球速度を投球パフォーマンスの指標とした（以下、投球速度）。

5. データ分析

データはいずれも平均値±標準偏差で示した。形態計測、スプリント能力、投球速度の測定により得られた指標の関係については、ピアソンの積率相関係数を算出した。さらに投球速度を目的変数、スプリント能力を説明変数とする回帰分析を行った。統計処理の有意水準はいずれも5%未満とした。すべての統計は統計解析ソフト (SPSS Statistics 26, IBM) を使用した。

結果

1. 身体組成と投球速度の関係

本研究における体格・身体組成、スプリント能力、投球速度の測定値を表1に示した。これらのデータから体格・身体組成の8項目と投球速度の関係を表2に示した。投球速度は体重、BMI、除脂肪量、筋量、SMIと有意な相関関係を示した。

表1 各測定項目の平均値および標準偏差

測定項目	平均値	±標準偏差
身体組成		
身長(cm)	177.2 ±	4.8
体重(kg)	73.8 ±	7.0
BMI(kg/m ²)	23.5 ±	1.8
体脂肪率(%)	12.6 ±	3.3
体脂肪量(kg)	9.4 ±	2.9
除脂肪量(kg)	64.3 ±	5.3
筋量(kg)	60.7 ±	4.9
SMI(kg/m ²)	8.6 ±	0.5
スプリント能力		
10m(sec)	1.8 ±	0.1
30m(sec)	4.2 ±	0.1
50m(sec)	6.5 ±	0.2
100m(sec)	12.9 ±	0.6
200m(sec)	28.5 ±	1.5
400m(sec)	68.4 ±	3.5
投球パフォーマンス		
最高投球速度(km/h)	135.9 ±	5.3
平均投球速度(km/h)	134.1 ±	5.4

表2 体格、身体組成と投球速度の関係

	投球速度
身長	0.187
体重	0.440 *
BMI	0.414 *
体脂肪率	0.040
体脂肪量	0.166
除脂肪量	0.497 **
筋量	0.499 **
SMI	0.520 **

* : $p<0.05$, ** : $p<0.01$

2. スプリント能力と身体組成との関係

6種目のスプリントタイムと身体組成の関係を表3に示した. 10m, 30m, 50mのスプリントタイムは体重との間に正の相関関係を示し, 10m, 30m, 50m, 100mのスプリントタイムは体脂肪量との間に正の相関関係を示した.

表3 スプリントタイムと身体組成の関係

	体重	除脂肪量	体脂肪量
10m	0.422 *	0.255	0.565 **
30m	0.417 *	0.224	0.611 **
50m	0.374 *	0.180	0.585 **
100m	0.325	0.207	0.414 *
200m	0.290	0.318	0.126
400m	0.194	0.193	0.124

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

3. スプリント能力と投球速度の関係

6種目のスプリントタイムと投球速度の関係を表4に示した. 投球速度は200m, 400mの走速度との間に有意な負の相関関係を示し, 10m, 30m, 50m, 100mの運動量や運動エネルギーとの間に有意な正の相関関係を示した. 運動エネルギーと投球速度について, 投球速度を従属変数, 運動エネルギーを説明変数とした回帰分析を行ったところ, 投球速度と運動エネルギーの間には, 10m走では投球速度 = $0.0246 \times$ 運動エネルギー + 107.8 ($R^2 = 0.242, p < 0.01$), 30m走では投球速度 = $0.0183 \times$ 運動エネルギー + 101.8 ($R^2 = 0.325, p < 0.01$), 50m走では, 投球速度

= $0.0151 \times$ 運動エネルギー + 103.18 ($R^2 = 0.328, p < 0.01$), 100mでは投球速度 = $0.009 \times$ 運動エネルギー + 115.82 ($R^2 = 0.176, p < 0.05$) の関係式が得られた (図1).

表4 スプリント能力と投球速度の関係

	走速度	運動量	運動エネルギー
10m	0.068	0.508 **	0.492 **
30m	0.160	0.530 **	0.570 **
50m	0.185	0.535 **	0.573 **
100m	0.033	0.475 **	0.421 *
200m	-0.393 *	0.225	0.008
400m	-0.414 *	0.208	-0.011

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

考察

1. 身体組成と投球パフォーマンスの関係

大学野球投手の投球速度が体重や除脂肪量と相関関係を示すとした報告は多い^{2,7,11}). 特に除脂肪量は身長の変化の少ない成人期においては, 骨格筋量の変化を反映しやすく, 筋力やパワーの大きさと関連する指標と考えられる. 本研究に使用した体成分分析装置では, 人体を体水分量, タンパク質量, ミネラル量, 体脂肪量の4つに分類し, 体水分量とタンパク質量を併せたものが筋量として示される. このため, 筋量には骨格筋量だけでなく, 心筋や内臓の平滑筋なども含まれる¹³). また, 本研究において投球速度と最も高い相関関係が示されたのはSMI (骨格筋指数) であった. この指標は四肢骨格筋量/身長²として算出され, サルコペ

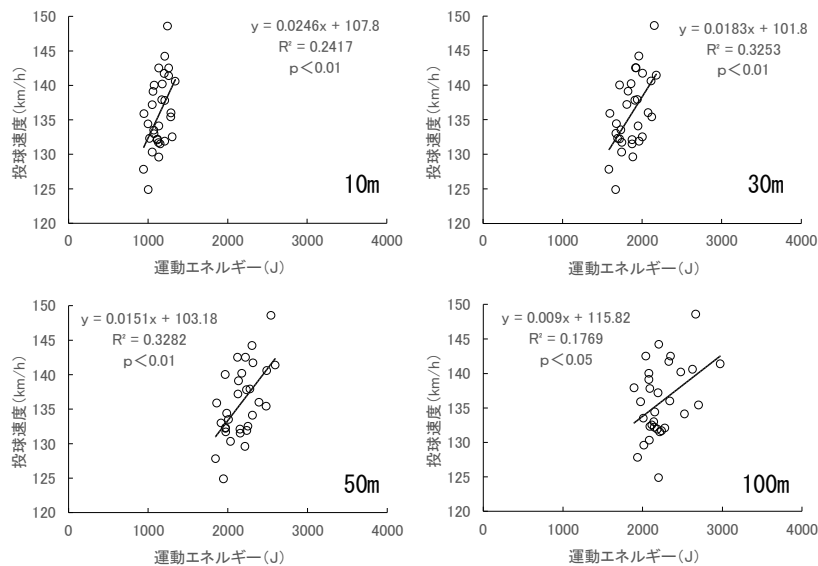


図1 スプリント時の運動エネルギーと投球速度の関係

ニア（老化に伴う骨格筋減少）の評価に用いられることの多い指標である。投球速度との相関関係が示された指標は、いずれも筋量の絶対値や相対値を反映した指標であった。一方、体脂肪量では投球速度との関係が示されなかったことを考えると、除脂肪量の大きさにより体重が重く、身長あたりの筋量が大きいことが、大学生の時期における投球速度の高い投手の形態的特徴であると考えられる。

2. スプリント能力と身体組成の関係

ランニングは野球投手が行う代表的なトレーニング種目である。短距離のダッシュや外野のウォーニングゾーン（Waring Zone）を使ってレフトとライトの間を走るポール間走（約180m）、ポール間の往復走（約360m）などは、多くのチームにおいて実施されているものである。陸上競技の種目区分では100m、200m、400mは短距離種目であり、200m以下はスプリント、400mはロングスプリントとも呼ばれる。こうした観点から見ると野球投手がトレーニングに用いるランニングの多くは短距離走に属するものと考えられる。本研究において測定を実施した10mから400mまで6種目の短距離走のタイムと身体組成の関係では、10m-50mの3種目のタイムは体重と、10m-100mの4種目のタイムは体脂肪量との間に正の相関関係を示した。これらの結果は、体重や体脂肪量が大きくなるほどスプリント能力（ゴールタイム）が低下することを意味している。身体質量が大きなものほど、加速により大きな力発揮が必要となることから、特に走行距離の短い種目では負の影響が示されやすかったものと考えられる。

除脂肪量については大学生陸上競技選手を対象とした研究では、60mの最高疾走速度と有意な正の相関関係を示すことが報告されており¹⁴⁾、除脂肪量の増加はスプリント能力を向上させるものと考えられる。しかし、本研究では同様の結果は示されなかった。このような相違がなぜ生じるのかについては明らかではないが、競技力向上のために体脂肪量をコントロールしている陸上短距離選手に比べて、体脂肪量がそれほどパフォーマンス発揮に不利に働かない野球投手では、除脂肪量の増加とともに体脂肪量も大きくなっていった可能性が考えられる。特に成人期の野球選手の場合、スプリント能力に負の影響をもたらす体脂肪量が増加しやすくなるため、除脂肪量が大きくなることでスプリント能力は向上するが、体脂肪量の増加がそれを打ち消している可能性がある。

3. スプリント能力と投球パフォーマンスの関係

野球選手のスプリントタイムと投球速度の関係についてはこれまでもいくつかの報告がみられる。小学生や中学生を対象とした研究では国内外において10mスプリントと投球速度に有意な相関関係が示されたことが報告されている^{4,15)}。また、U15（15歳以下）のカテゴリーに属する選手では、10mスプリントが投球速度との間に有意な相関関係を示すが、U18（18歳以下）やU21（21歳以下）のカテゴリーの選手では同様の関係が示されないことも報告されている¹⁵⁾。大学野球選手を対象とした研究では、投手と野手を含む野球選手の30m走のタイムと投球速度には相関関係が示されるが¹⁰⁾、投手だけを対象とした場合には30mおよび50m走のタイムは投球速度との相関関係が示されないことが報告されている¹¹⁾。このように若年期には短距離のスプリント能力と投球速度の関係が強く示されるものの、成長とともにその関係が弱くなることが考えられる。この原因として成人期の野球選手の体脂肪量が増え、体重が増加するとスプリントタイムが低下することが示された。成人期の野球投手が投球速度を向上させるためには、除脂肪量や筋量を増加させることが必要となるが、これらは同時に体重の増加にもつながる。さらにスプリント能力に負の影響を与える体脂肪量が増加するとより一層の体重増加が生じ、短距離走における走速度の低下をもたらすことが予想される。除脂肪量や筋量を含む体重の増加は投球速度の向上に役立つ一方で、スプリント能力の低下をもたらす。若年期にみられるスプリント能力と投球速度の関係に変化をもたらす可能性がある。

そこで、身体を質量を考慮したスプリント能力の評価指標として、運動量や運動エネルギーを算出し、投球速度との関係を見たところ、10m、30m、50m、100mにおける運動量や運動エネルギーはいずれも投球速度と有意な相関関係を示した。この結果は、身体質量が大きな選手が小さな選手と同じタイムで10m-100mを走ることができれば、運動量や運動エネルギーで評価されるスプリント能力は上回っていることを示しており、より高い投球速度での投球が可能であることを示唆している。同様にトレーニングにより身体質量が増加した場合に、以前と同じタイムで走ることができれば、運動量や運動エネルギーで評価されるスプリント能力は向上したことになり、より高い投球速度で投球することができる可能性があると考えられる。

本研究で示された運動エネルギーと投球速度の回帰

式から考えられる目標とする投球速度に必要な体重別の30mと50mのスプリントタイムを表5に示した。スプリントトレーニングは日々繰り返されるものである。単調になりやすい「走る」トレーニングにおいて投球パフォーマンスとの関連づけられた目標を設定することができれば、より効果的なトレーニングを行うことできるのではないだろうか。

表5 目標投球速度に必要な体重別のスプリント能力

	投球速度 (km/h)	体重(kg)					
		65	70	75	80	85	90
50m(sec)	130	6.8	7.0	7.3	7.5	7.7	8.0
	135	6.2	6.4	6.7	6.9	7.1	7.3
	140	5.8	6.0	6.2	6.4	6.6	6.8
	145	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4
	150	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.0
30m(sec)	130	4.4	4.5	4.7	4.8	5.0	5.1
	135	4.0	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7
	140	3.7	3.9	4.0	4.2	4.3	4.4
	145	3.5	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1
	150	3.3	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9

結論

本研究では大学生野球投手におけるスプリント能力と投球速度の関係を明らかにするため、身体組成の測定と10m, 30m, 50m, 100m, 200m, 400mのタイム測定を行い、以下のような結論を得た。

- 1) 体格や身体組成では、体重、BMI、除脂肪量、筋量、骨格筋指数が投球速度と有意な正の相関関係を示した。
- 2) スプリント能力と身体組成の関係では、体重や体脂肪量が10m, 30m, 50mのスプリントタイムと有意な正の相関関係を示し、体重や体脂肪率の増加がタイムの低下を招くことが示唆された。
- 3) スプリント能力と投球速度の関係では、10m, 30m, 50m, 100mの疾走時の運動量、運動エネルギーが投球速度と有意な正の相関関係を示した。

以上のことから、野球投手のスプリント能力を評価する場合、体重を考慮した評価が重要性であることが示唆された。

引用文献

- 1) Sgroi, T., Chalmers, P.N., Riff A.J., Lesniak, M., Sayegh, E.T., Wimmer, M.A., Verma, N.N., Cole, B. J., Romeo, A.A. (2015) : Predictors of throwing velocity in youth and adolescent pitchers. J Shoulder Elbow Surg, 24(9), 1339-1345.
- 2) 勝亦陽一 (2019) : 成長期野球選手における投球障害と身体発育因子の関係. トレーニング科学, 30(4), 213-220.
- 3) 角田直也, 田中重陽, 石塚信之, 青山利春, 岡田雅次, 西山一行 (2003) : 投動作パフォーマンスに及ぼす筋形態及び機能的特性. 国士舘大学体育研究所報, 21, 135-140.
- 4) Nakata, H., Nagami, T., Higuchi, T., Sakamoto, K., Kanosue, K. (2013) : Relationship between performance variables and baseball ability in youth baseball players. J Strength Condition Res. 27, 2887-2897.
- 5) 蔭山雅洋, 鈴木智晴, 前田明 (2020) : 発育期の野球選手における投手と野手の投球速度に及ぼす体力要因の検討. 体育学研究, 65, 401-413.
- 6) 勝亦陽一, 長谷川伸, 川上泰雄, 福永哲夫 (2006) : 投球速度と筋力および筋量の関係. スポーツ科学研究, 3, 1-7.
- 7) 長谷川伸, 小野高志 (2012) : 野球投手の筋厚の非対称性とボールスピードの関係. 体力科学, 61, 227-235.
- 8) 長谷川伸 (2020) : 大学野球投手における全身の筋厚と投球速度の関係. トレーニング科学, 32(3), 119-128.
- 9) 比留間浩介, 尾縣貢 (2011) : 各種パワー発揮能力からみた野球選手における投手と野手の体力特性～フィールドテストのデータをもとに～. 体育学研究, 56(1), 201-213.
- 10) 澤村省逸, 鎌田安久, 栗林徹, 清水茂幸, 上濱龍也, 黒川國児, 福士宏紀 (2006) : 野球の投球速度・バットスイング速度に影響をもたらす体力因子. 岩手大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要, 5, 53-62.
- 11) 長谷川伸 (2022) : 大学生期の野球選手の体格や体力は投球, 打撃, 走塁のパフォーマンスに影響するのか? 九州共立大学研究紀要, 12(2), 81-90.
- 12) Huang, J.H., Chen, S.H., Chlu, C.H. (2022) : Correlation of pitching velocity with anthropometric measurements for adult male baseball pitchers in tryout settings. Plos one, 17(3), e0265525.
- 13) InBody測定案内ガイドブック. <https://inbody.co.jp/wp-content/uploads/2020/04/guidebook1.pdf>
- 14) 吉本隆哉, 大沼勇人, 千葉佳裕 (2019) : 形態および身体組成とスプリント能力との関係. 皇學館大学教育学部学術研究論集, 2, 137-143.
- 15) Mathieu, T., Charles, T., Laurie-Ann, C.B., Martin, D. (2022) : Anthropometrics, athletic abilities and perceptual-cognitive skills associated with baseball pitching velocity in young athletes aged between 10 and 22 years old. Front Sports Act Living, 29(4), 822454.

Received date 2023年1月6日

Accepted date 2023年1月6日