

大学野球選手におけるスイング速度に影響を及ぼす体力要素の検討

Investigating the effects of physical fitness on bat swing velocity of college baseball players

畑 島 一 翔*, 田 中 重 陽**, 岩 城 翔 平***
磯 貝 貴 広****, 角 田 直 也*

Kazuto HATASHIMA*, Shigeharu TANAKA**, Shohei IWAKI***
Takahiro ISOGAI**** and Naoya TSUNODA*

ABSTRACT

The purpose of the study was to investigate the physical characteristics of bat swing velocity at the impact of the ball (BSV) in 30 college baseball players. The players were classified based on the different types of BSV relative to body weight. BSV was measured using a swing measurement system (inertial sensor attached to the bat grip end).

Players who excelled BSV relative to body weight (Skilled) showed that BSV was positively correlated with body height, body weight, body muscle, bench press deadlift and clean high pull ($p < 0.05$). On the other hand player with inferior BSV relative to body weight (Non-Skilled) showed that BSV was only positively correlated with body weight and bench press ($p < 0.05$).

These results suggest that classified based on the different types of BSV relative to body weight may become more effective for giving appropriate advice to individual, as compared with performs the same training contents to all subjects.

Key words; baseball, batting, swing measurement system

I. 緒 言

野球における打撃において、打者は投手からリリースされたボールを打ち返す能力が求められる。特に打球速度を高めることは、大きな飛距離を生むだけでなく、守備が打球に反応する時間が

短くなることや捕球が難しくなるため、より多くの出塁や進塁につながる事が予想される。高い打球速度を獲得するためには、ボールに作用する力積を大きくすることが重要であり、打者はインパクトまでにスイング速度を大きくすることが求められる²⁾。野球を統計学から分析するセイバー

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

** 国士館大学政経学部 (Faculty of Political Science and Economics, Kokushikan University)

*** 群馬パース大学 (Gunma Paz University)

**** 高崎健康福祉大学高崎高等学校 (Takasaki University of Health and Welfare High School)

メトリクスにおいても、長打率と得点との間に強い相関関係が示されている¹⁰⁾ことから、スイング速度を高め、より大きな打球速度を獲得することは、すべての野球選手にとって重要な要素であると考えられる。

これまでのスイング速度に着目した先行研究では、トップレベルの選手とアマチュア選手を比較したものや、同一チーム内においてスイング速度を基準に上位群と下位群に分類し比較したものが多く、スイング速度が高い選手の傾向を探るものがほとんどである。選手によって競技パフォーマンスと体力的要素との関係は異なることから⁹⁾、スイング速度に影響する体力要素を選手の特性に応じて検討することは、個人のトレーニング課題をより明確にし、打撃パフォーマンスの向上に有益な知見になると考えた。そこで本研究では、これまで多くの研究においてスイング速度と関係があるとされている体重に着目し、選手を2つのタイプに分類することで、タイプに応じたトレーニング課題を明らかにすることを目的とした。

II. 方 法

1. 被験者

被験者は、東都準硬式野球連盟の1部に所属するK大学の男子学生30名とした。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をし、任意による測定参加の同意を得た、また、本研究は国土舘大学大学院スポーツ・システム研究科研究倫理評価委員の承認を受けた後に実施した。

2. 測定項目及び測定方法

(1) 身体特性

身体特性として身長 (cm)、体重 (kg)、除脂肪体重 (kg)、脂肪量 (kg) の測定を実施した。身長はアナログ身長計を用いて測定し、体重、除脂肪体重、脂肪量は身体組成測定装置 (TNITA Body Composition Analyzer MC-190、TANITA 社製) を用いて測定した (表1)。

(2) 最大筋力の測定

最大筋力の評価として、デッドリフト (kg) 及びベンチプレス (kg) の1RMを採用した。デッドリフトは臀部とハムストリングスの筋群を特に動員するエクササイズである。スイングスピードが速い打者ほど、膝関節や股関節のトルク発揮に関与する臀部や大腿部の筋が肥大している¹¹⁾という報告からも、打撃動作中に大きな力を生み出すために重要な下肢の筋力を評価する指標としてデッドリフトを採用した。また、上肢では肩関節のトルクや関節間に作用する力によって体幹から上肢へ大きなエネルギーを伝達させていることが報告されており⁴⁾、下肢から生み出された力をバットに加えるために重要な役割を担っている。一般的に行われるベンチプレスは、大胸筋、三角筋、上腕三頭筋を主働筋としており¹⁾、腕の伸展を主動作としているベンチプレスを上肢の筋力を評価する指標として採用した。

(3) 最大パワーの測定

最大パワーの評価としては、クリーン・ハイプル (W) 及び立ち幅跳び (cm) を採用した。野

表1 被験者の身体的特徴

N	身長(cm)	体重(kg)	除脂肪量(kg)	脂肪量(kg)
30	172.17 ± 4.95	69.54 ± 5.76	60.54 ± 4.45	9.00 ± 2.27

平均値±標準偏差

球のスイング時間は0.22-0.31秒という限られた時間⁵⁾でのパワー発揮が求められる。パワークリーンは、打撃動作において重要とされている股関節を伸展に寄与する筋を鍛えることができるパワーエクササイズであるが、バーベルをキャッチする動作が、下肢関節のフルエクステンションを阻害する可能性が指摘されている⁸⁾ことから、本研究においては、キャッチ動作のないクリーン・ハイプルをトレーニング種目として採用した。体力測定としてパワーの測定のためにクイックリフトを実施する際には、キャッチを含む種目であれば、挙上の成功の規定を定めることが可能であるため、1RM (One Repetition Maximum) による測定が可能であるが、ハイプルの場合はキャッチを含まない種目のため、1RMの測定項目として適さないと考えられる。そこで本研究では、3つの異なる負荷における最大努力での挙上速度をリニアポジショントランスデューサー (GymAware Power Tool, Kinetic Performance Technologies, Canberra, Australia) を用いて測定し、3つの負荷と得られた挙上速度から直線回帰式を求めた。それぞれの負荷におけるパワーは以下の式によって算出した。

$$\text{パワー}(W) = \text{負荷}(kg) \times \text{挙上速度}(m.s^{-1}) \times 9.8$$

さらに、負荷とパワーの関係を二次回帰することで、クリーン・ハイプルの最大パワーを推定した。

(4) スイング速度の測定

本研究では、置きティーによる打撃 (ティー打撃) を採用した。スイング速度の計測は、バットスイング解析装置 (MIZUNO Swing Tracer, ミズノ社製) を用いて測定をした。この装置は、バットスイング時における慣性センサの加速度及び角速度をサンプリング周波数1000Hzで計測し、Bluetoothを用いた無線通信によってスマートフォン内の専用分析アプリケーション (Swing Tracer,

ミズノ社製) に取り込むことによって、バット挙動を算出するシステムである⁷⁾。また、本研究では分析の対象として、全力によるティー打撃を5回実施し、スイング速度が最も大きい値を採用した。

(5) タイプの分類

本研究によって得られた、体重 (x) とスイング速度 (y) の関係の回帰式 ($y = 0.7529x + 82.287$) より、正の値を示す場合には、体重に対してスイング速度が優れた値を示すタイプ (Skilled, n=17)、負の値を示す場合を体重に対してスイング速度が劣る値を示すタイプ (Non-Skilled, n=13) と2群に対象選手を分類した (図1)。

(6) 統計処理

全ての測定値は、平均値及び標準偏差値で示した。クリーン・ハイプルの最大パワー (W) を被験者の体重 (kg) 除した値を%クリーン・ハイプル (W/kg) として示した。SkilledとNon-Skilledの比較には対応のないt検定を用いた。また、測定から得られた値とスイング速度との関係性については、ピアソンの積率相関係数を用いた。有意水準はいずれも5%未満とした。

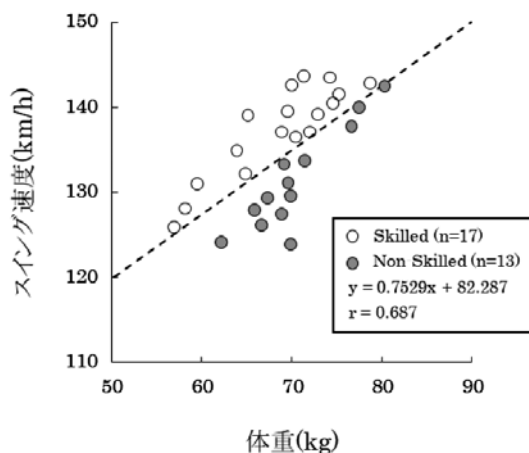


図1 スイング速度と体重によるタイプの分類

Ⅲ. 結 果

(1) 各項目とスイング速度との関連

本研究におけるスイング速度は 134.6 ± 6.3 km/hであり、被験者の身長は 172.2 ± 5.0 cm、体重は 69.5 ± 5.8 kg、除脂肪量は 60.5 ± 4.5 kgであり、身長を除く体重 ($r=0.687, p<0.05$)、除脂肪量 ($r=0.685$) において、スイング速度との間に有意な正の相関関係が認められた (図2)。

また、最大筋力として測定したデッドリフトは

147.1 ± 19.6 kg、ベンチプレスは 86.2 ± 12.8 kgであり、デッドリフト ($r=0.538, p<0.05$)、ベンチプレス ($r=0.549, p<0.05$) それぞれにおいて、スイング速度との間に有意な正の相関関係が認められた (図3)。

次に最大筋力として測定したクリーン・ハイプルは 1321.4 ± 163.8 W、立ち幅跳びは 239.0 ± 18.1 cmであり、クリーン・ハイプル ($r=0.589, p<0.05$) はスイング速度との間に有意な正の相関関係が認められたが、立ち幅跳びには認められなかつ

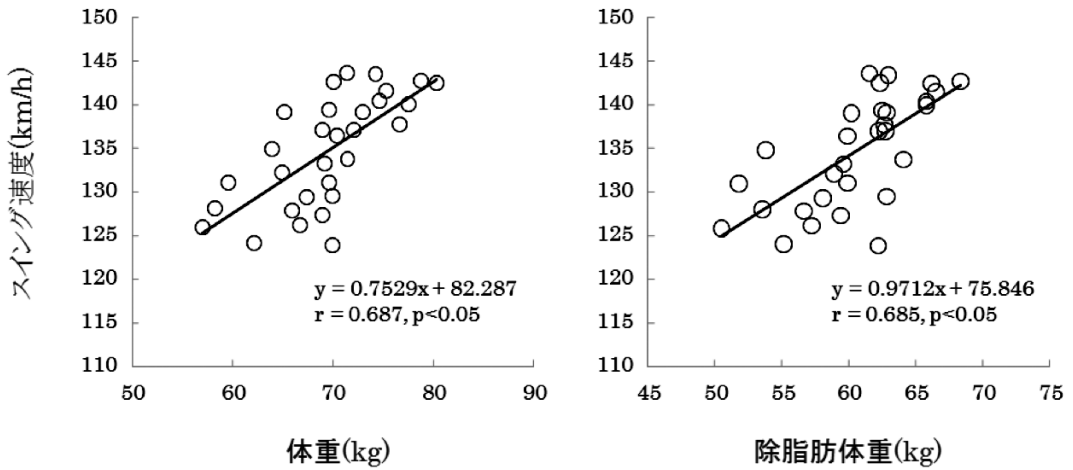


図2 身体特性とスイング速度の関係

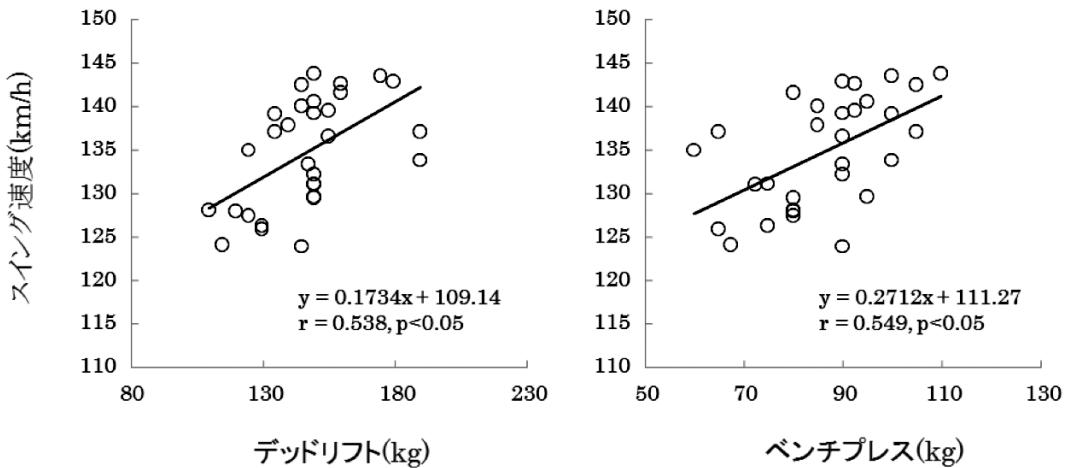


図3 最大筋力とスイング速度の関係

た (図4)。

(2) SkilledとNon-Skilledの比較

SkilledとNon-Skilledにおける各項目とスイング速度の関係を表2に示した。Skilledは6項目にスイング速度との間に有意な正の相関関係が認め

られた。その内訳は、身長、体重、除脂肪量、デッドリフト、ベンチプレス、クリーン・ハイプルであった。また、Non-Skilledでは2項目にスイング速度との間に有意な正の相関関係が認められ、その内訳は体重とベンチプレスであった。このうち、体重とベンチプレスは両群においてスイング

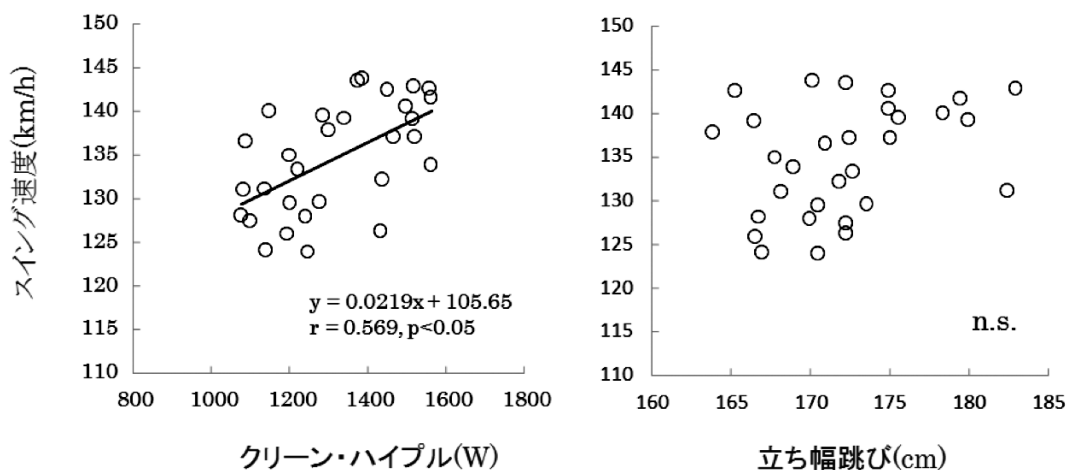


図4 最大パワーとスイング速度の関係

表2 タイプ別における各項目とスイング速度の関係

	Skilled (n=17)	r	Non-Skilled (n=13)	r
スイング速度(km/h)	137.3 ± 5.4 ^{††}	—	131.2 ± 5.9	—
身長(cm)	172.8 ± 5.0	0.618 ^{**}	171.4 ± 5.0	0.081
体重(kg)	68.8 ± 6.3	0.888 ^{**}	70.6 ± 5.0	0.904 ^{**}
除脂肪量(kg)	60.4 ± 5.2	0.861 ^{**}	60.8 ± 3.5	0.768
デッドリフト(kg)	150.6 ± 20.1	0.605 [*]	142.5 ± 18.7	0.393
ベンチプレス(kg)	86.9 ± 14.5	0.612 ^{**}	85.2 ± 10.6	0.587 [*]
クリーン・ハイプル(W)	1361.7 ± 173.7	0.666 ^{**}	1268.8 ± 139.1	0.298
%クリーン・ハイプル(W/kg)	19.8 ± 1.9 [†]	0.279	18.0 ± 2.0	-0.279
立ち幅跳び(cm)	245.2 ± 15.5 [†]	0.316	230.9 ± 18.6	0.316

スイング速度との相関関係：*：p<0.05，**：p<0.01

SkilledとNon-Skilledの比較：†：p<0.05，††：p<0.01

速度との間に有意な相関関係が認められた。

また、SkilledとNon-Skilledの比較において、スイング速度、%クリーン・ハイプル、立ち幅跳びにおいてSkilledがNon-Skilledより有意の高値を示した。特に身体特性においては、SkilledとNon-Skilledに有意差は認められなかった。

IV. 考 察

小学生から、大学生の各カテゴリにおけるスイング速度に影響する身体特性（年齢、身長、体重）を検討したものによれば、すべてのカテゴリにおいてスイング速度は体重と有意な正の相関関係にあったと報告している。また、スイング速度に対する身体特性の寄与率をステップワイズ法による重回帰分析した結果、年齢経過により次第に小さくなり、大学生では体重のみが選択されたと報告している⁹⁾。本研究における対象が大学生だったことから、スイング速度と体重に高い相関関係が認められたことは、先行研究を支持するものであった。また、これまで数多くの研究において、全身の筋量とスイング速度との関係が明らかにされてきた。本研究においても、デッドリフト、ベンチプレス及びクリーン・ハイプルにおいてスイング速度との間に有意な正の相関関係が認められたことから、スイング速度には全身の筋量が大きく影響を及ぼすという、従来の考えを支持するものであった。

今回の測定では、立ち幅跳びにおいて、スイング速度との直接的な関係性は認められなかった。しかしながら、立ち幅跳びの踏切動作中の下肢関節パワーと等速性最大筋力との関係を検討した報告によると、下肢の等速性筋力の大小は踏切動作中のパワー発揮に直結せず、効果的に発生エネルギーの総量すなわちパワー発揮を大きくするための技術が存在することを示唆している¹²⁾。本研究においても、SkilledとNon-Skilledを比較した結果、身体特性や最大筋力に有意な差がないにも関わらず、スイング速度に大きな差が存在し、立ち

幅跳びにも2群間に有意な差が認められた。これらの結果から、Non-Skilledは効果的にパワー発揮を大きくするための技術に課題があることが考えられた。野球の打撃動作における力学的エネルギーの流れとして、体感関節及び左右の股関節はエネルギーの発生源であり、体幹は上肢への伝達経路としての役割を果たしていると考えられている³⁾。特に、各項目とスイング速度との関係を検討した結果、Non-Skilledにおいて体重とベンチプレスの2項目だけにしか有意な関係性が認められなかったことから、打撃動作中に下肢から生み出された力をバットへ伝達していくことができずに、上肢の力に依存したパワー発揮になってしまっている可能性が推察された。これは、全身パワーの評価であるクリーン・ハイプルでも同様のことが起こっていると考えられる。クリーン・ハイプルでは有意な差が認められなかったものの、%クリーン・ハイプルに有意な差が認められたことから、Non-Skilledは持っている力（身体特性、最大筋力）を発揮し切れていないものと考えられた。一方Skilledでは、最大筋力の強化に課題があると考えられた。上述にもあるように、小学生から高校生までのカテゴリでスイング速度を説明する因子として年齢と身長が選択される理由として、発育過程には一般的に年齢を重ねるにつれ、身長、体重、骨格筋量が増加し、それに伴いスイング速度も変化していることが考えられる。しかしながら、発育の変化が小さくなる高校生以降では、打撃動作に必要とされる筋力やパワーをトレーニングによって増大させ、パフォーマンスの向上を図ることが重要となる。Skilledでは大学生のカテゴリに当たるにも関わらず、身長とスイング速度に高い相関係数が示されていることから、トレーニングによる更なる体重（除脂肪量）の上積みが必要であり、最大筋力の増加によるパフォーマンス向上の可能性が考えられた。しかしながら、本研究では、1回での測定であったため、個々によって異なる発達段階やトレーニング効果を考慮できていない。今後、個々の特性をより詳

細に検討するためには、スイング速度と併せて身体特性や筋力及びパワーを縦断的に分析していくことが重要になると考えられる。

V. ま と め

本研究では、体重に対するスイング速度を評価の基準として選手を2つのタイプに分類し、スイング速度に影響する体力要素をそれぞれの特性に応じて検討した。その結果、以下の知見が得られた。

- 1) Skilledでは、6項目（身長、体重、除脂肪量、デッドリフト、ベンチプレス、クリーン・ハイプル）にスイング速度との間に有意な正の相関関係が認められ、自身が有する力を効果的にパワー発揮へとつなげる技術をもっている可能性が示唆された。
- 2) Non-Skilledでは、スイング速度との間に有意な正の相関関係が認められた項目は、体重及びベンチプレスの2項目であったこと、%クリーンバイブル及び立ち幅跳びにSkilledと有意な差があったことから、動きによって自身のパワー発揮を増大させる能力が劣っていることが示唆された。

これらの結果より、タイプによってトレーニング課題が異なることが明らかとなった。現場の指導において、選手自身に必要な課題が明らかになることは、個々に応じた適切なアドバイスを行うことを可能性にし、競技力向上に有益な知見となることが示唆された。

参考文献

- 1) 有賀誠司：競技スポーツのためのウェイトトレーニング，体育とスポーツ出版社，48-51，2001
- 2) 平野裕一：バットによる打の動作，Jpn. J.Sports Sci, 3 (3)：199-208, 1984
- 3) 堀内元，中島大貴，桜井伸二：野球のバッティングにおける下肢および体幹の力学的エネルギーの流れ，体育学研究，62：575-586, 2017
- 4) 川村卓，小池関也，阿江数通：野球の打撃における上肢のエネルギーフロー：バット・ヘッドスピードの上位群と下位群のスイング局面の比較，体育学研究，64：37-48, 2019.
- 5) Koenig K, Mitchell ND, Thomas HE, Clutter JK. The influence of moment of inertia of baseball/softball bat swing speed. Sports Eng7：105-117, 2004.
- 6) 蔭山雅洋，中島一，中本浩揮，藤井雅文，前田明：野球選手におけるバットスイング速度変化に関する横断的研究，トレーニング科学，32 (3)：529-533, 2020
- 7) 清水雄一，鳴尾丈司，柴田翔平，矢内利政：慣性センサを用いた野球スイングにおけるバット挙動の計測，スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス講演論文集，A-21, 1-9, 2015.
- 8) Suchomel, T.J., Comfort, P., Lake, J.P.：Enhancing the force- velocity profile of athletes using weightlifting derivatives, Strength Cond.J., 39：10-20, 2017
- 9) 谷川聡，内藤景：スプリントハードルトレーニングのためのバイオメカニクス知見の活かし方，バイオメカニクス研究，18 (3)：157168, 2014
- 10) 鳥越規央：勝てる野球の統計学セイバーメトリクス，初版，岩波書店，東京，21-42, 2014.
- 11) 谷中拓哉，森下義隆：野球打者の下肢および体幹部の筋横断面積とスイングスピードとの関係，トレーニング科学，32 (4)：223-232, 2020
- 12) 横澤俊治，熊川大介，荒川裕志，勝亦陽一，赤木亮太：立幅跳踏切動作中の下肢関節パワーと等速性最大筋力との関係に関するバイオメカニクスの研究．体育学研究，61：173-184, 2016