

中学生及び大学生野球選手における打撃動作の左右差

Differences of hitting performances in Junior high school student and university student baseball players

伊原 佑樹 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
田中 重陽 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
宮崎 光次 (桜美林大学健康福祉学群)

高橋 佑輔 (国士舘大学体育学部)
熊川 大介 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)
角田 直也 (国士舘大学大学院スポーツ・システム研究科)

I 研究目的

これまでの先行研究によれば、野球の打動作のように、打具を使用する競技のほとんどは、打球速度やスイング速度、インパクト速度の増大が競技力を高める要因として考えられている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁸⁾¹⁰⁾¹²⁾¹⁵⁾¹⁶⁾。このうち、平野は⁴⁾、バットの動きを水平面内の並進運動と回転運動に分け、熟練者と非熟練者のスイング速度を比較した。その結果、熟練者はインパクト付近において急激に並進速度や回転速度を増していることを明らかにしている。一方、高速度カメラを用いてスイング動作を分析した報告も多くみられる⁶⁾⁷⁾⁹⁾¹¹⁾¹⁵⁾¹⁶⁾。McIntyreら¹⁰⁾は、インパクト時のバット速度及び上肢の動きについて検討している。それによると、バット先端の最高速度はインパクト、約0.015秒前に出現しており、上肢の動きについては、体幹部から近い部位より最高速度が出現し、末端の部位ほどインパクトに近い時点で最高速度がみられるという。また、その最高速度は、身体の末端ほど大きくなることを明らかにしている。また、峯村ら¹²⁾は、熟練者と未熟練者でのバッティング技術の相違について検討した結果、未熟練者はバットを体から離し、遠心力を利用して振っているが、熟練者はバットを体の近く通すことで、慣性モーメントを小さくしていることを明らかにしている。これらのことから、インパクトでより大きなバットの速度を得るために、急激に並進速度や回転速度を増し、身体の末端部の速度をより加速させることの重要性がうかがえる。

このように野球の打動作に関する研究は数多く報告されているが、その対象者は、投打両方において利き手である右投げ右打ちの選手であり、右投げ左打ちの選手を対象とした研究は極めて少ない。野球では投打の動作がありボール、バットといった手で使う道具を用いる動作が主である。また他の競技と異なり、右投げの選手でも右打ち、左打ち、両打ちと打ち方が異なる。中山ら¹⁴⁾によるとこの50年間で我が国のプロ野球選手は全選手のうち右投げ左

打ちが全体の1.4%から現在では13.5%まで上昇していると報告しており、近年、右投げ左打ちの選手が増加傾向にあり、利き打ちの相違により、打撃動作が異なることが考えられる。また、身体の発達に伴ってスポーツの競技力は著しく発達することが明らかになっており、身体の発育の著しい中学生を対象とした打撃動作の相違を明らかにすること、さらには、野球の競技年数が豊富である大学生を対象にし、打撃動作の相違を明らかにすることは、選手の競技力向上に役立つだけでなく、指導の実戦の場において貴重な資料を提供することが可能であると思われる。

そこで本研究では、中学生と大学生の右投げで右打者と左打者の選手を対象に打撃動作の特徴を左右差の観点からそれぞれ検討することを目的とした。

II 研究方法

1. 被検者

被検者は、中学シニアリーグに所属する右投げの野球選手41名 (Junior high school student groups: JG) 及び大学準硬式野球部に所属する野球選手21名 (University student groups: UG) とした。これらの被検者を、右打者 (Right-Hitting groups: RH) 及び左打者 (Left-Hitting groups: LH) の2群ずつに群分けした (表1)。なお、全て

表1 被検者の身体的特性

グループ	人数	年齢	身長	体重	野球歴	左打ち転向歴
		(歳)	(cm)	(kg)	(年)	(年)
JGRH	26	13.3±1.1	163.4±7.4	52.3±9.0	5.9±1.9	—
JGLH	10	13.4±1.1	163.6±7.0	48.5±5.4	6.4±2.1	5.0±2.4
UGRH	10	19.2±0.9	172.7±4.0	70.9±7.9	11.8±1.7	—
UGLH	11	20.3±2.5	174.8±6.7	71.3±7.2	11.3±1.8	9.6±2.2

平均値±標準偏差

JGRH: 中学生右打ち	UGRH: 大学生右打ち
JGLH: 中学生左打ち	UGLH: 大学生左打ち

の被検者及びその保護者には測定に先立って、測定内容を説明し、書面にて実験参加の同意を得た。また、本研究は国士舘大学研究倫理委員会の承認を受けて実施した。

2. 動作解析

1) 打球速度及び打撃動作の測定

打撃動作の測定は、2台の高速度カメラ(デジモ社製 VCC-H1000)を同期させて、フィルムスピード毎秒250コマ、シャッタースピード1/2000secで打者の打撃方向に対し後方と打者の正面から撮影した。打撃はティー台に置かれたボールを打撃させた。ティー台は、先端部がゴムになっており、受軸部分が回転することで打者は実際に投球されたボールを打撃するのと同様なスイングを行うことが可能である。また、ティー台上のボールは構えた時の腰の高さに設定し、前方のネットを目掛けて最大努力による打撃を利き打ち方向と非利き打ち方向で2回ずつ実施した。2回の打撃動作のうち、最も速い打球速度を示した左右両打席の試技を分析試技とした。本研究における打席は普段打撃トレーニングをし、打席に入る側を利き打ち(Dominant=D)、その反対を非利き打ちをNon-dominant (ND)とした。また、ネットの後方にスピードガン(PSK Professional, ミズノ社製)を設置し、ボール速度(Hit ball velocity: HBV)を計測した。また、画像から算出した打球速度とスピードガンで計測した打球速度との関係を被験者8人の2試行で比較したところ有意な相関係数が認められた。(r=0.922 p<0.05)。

2) 画像上の処理及び測定項目

本研究では、打撃方向に対し引き手側の肘関節(Elbow Joint: EJ)及び手関節(Wrist Joint: WJ)に着目した。2次元画像より構築した3次元座標から、打撃方向に対してバット先端の最大スイング速度(Maximum swing Velocity: MSV)、バットのインパクト時のスイング速度(Impact swing velocity: ISV)、MSVとISVの速度差(Δ Velocity: Δ V)、平均加速度(Bat acceleration: BA)、打撃動作中の引き手側の肘関節(EJ)及び手関節(WJ)の各関節の最大移動速度を算出した。HBV、MSV及びISVの利き打ちと非利き打ちの速度比率をそれぞれ算出した。打撃動作の分析区間は、ステップ着地(踏出脚のつま先が地面に設置した時点)からインパクトまでとした。また、分析区間は個人によって要した時間が異なるため相対時間で規格化した。平均加速度はMSVから打撃動作においてバットが動き始めた時点のバット先端の速度を引いて得られた値を所要時間で除した。ISVはインパクト前後2コマのバット打撃点位置の差分を所要時間で除したものである。

4. 統計処理

各測定項目の値は、平均値±標準偏差値で示した。スイング速度、打球速度及び上肢各部位の速度における右打者及び左打者各群の利き打ち、非利き打ちの有意差検定には、対応のあるt-testを用いた。またMSVとISVとの関係、ISVとHBVとの関係、BAとHBVとの関係における相関係数は、ピアソンの相関分析によって求めた。いずれも有意水準5%とした。

III 結果

1. 右打者及び左打者における打撃動作の比較

1) 打球速度及びスイング速度の比較

a. 打球速度及びバット先端の最大スイング速度とインパクト時のスイング速度

中学生におけるRHでは、HBV、MSV、ISVでそれぞれDがNDよりも有意に高い値を示した(p<0.05)(表2)。一方、LHでは、HBVでDがNDよりも有意に高い値(p<0.05)を示したが、MSV、ISVについては有意な差は認められなかった。また、大学生のRHでは、HBV、MSV、ISVはそれぞれ中学生同様、DがNDよりも有意に高い値が示された(p<0.05)(表3)。一方、LHのHBV、MSV、ISVにおいてはD-ND間に有意な差は認められなかった。

表2 中学生におけるHBV, MSV, ISV及び Δ Vの比較

	右打者		左打者	
	利き打ち	非利き打ち	利き打ち	非利き打ち
HBV(m/s)	28.3±4.6	22.8±6.5	28.8±2.8	24.9±3.1
MSV(m/s)	27.3±2.6	23.5±4.0	27.5±4.2	26.1±3.2
ISV(m/s)	21.0±3.3	18.6±3.3	22.6±4.1	21.1±3.2
Δ V(m/s)	5.1±1.8	5.0±1.9	4.9±3.4	5.1±1.7

平均値±標準偏差. *p<0.05

表3 大学生におけるHBV, MSV, ISV及び Δ Vの比較

	右打者		左打者	
	利き打ち	非利き打ち	利き打ち	非利き打ち
HBV(m/s)	36.1±2.9	33.4±2.8	34.8±2.6	32.7±1.9
MSV(m/s)	31.9±1.9	28.9±2.8	31.7±1.6	30.2±1.9
ISV(m/s)	28.9±2.4	24.1±4.6	29.0±2.0	27.1±2.8
Δ V(m/s)	3.0±1.7	4.9±3.5	2.9±1.5	3.0±1.8

平均値±標準偏差. *p<0.05

b. バット先端の最大速度出現時点

MSV出現時点は中学生、大学生共にDの方がインパクトに近かった。(図1)。

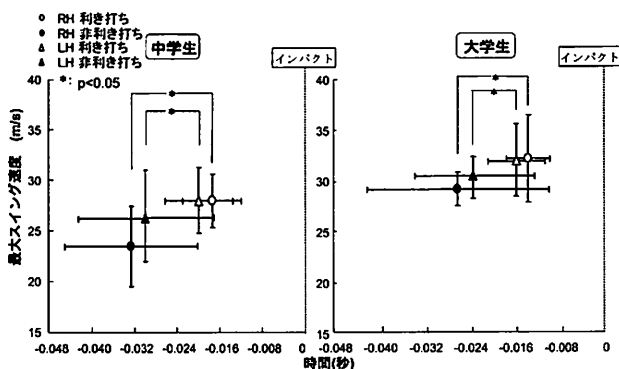


図1 中学生、大学生における最大スイング速度出現時間の比較

2) バット先端及び上肢各関節における速度曲線の比較

次に、図2及び図3ではステップ着地からインパクトまでのバットヘッド (Bad head: BH)、WJ及びEJの移動速度を相対時間で示し、中学生、大学生でD、NDを比較した。その結果、中学生は、RHではBHとWJでDがよりインパクトに近い時点で最大速度が出現した (p<0.05)。

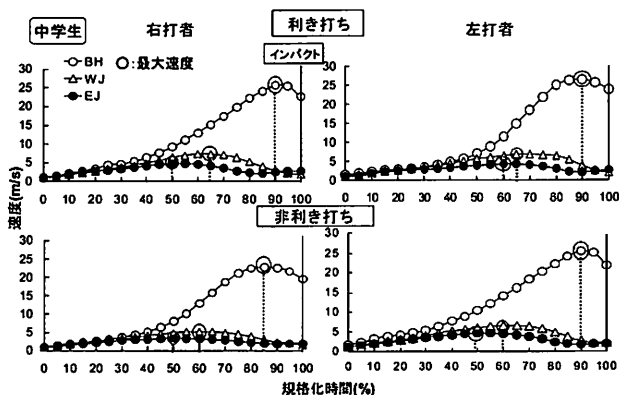


図2 規格化時間におけるバット先端及び上肢各関節の速度曲線

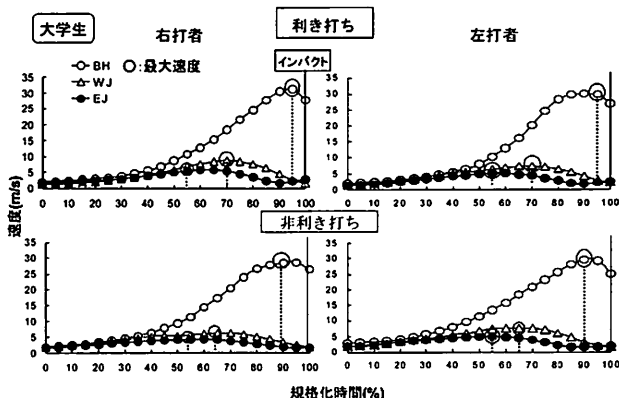


図3 規格化時間におけるバット先端及び上肢各関節の速度曲線

しかし、LHではWJとEJでDがよりインパクトに近い時点で最大速度が出現したが (p<0.05)、BHはD、NDとも同時点であった。大学生では、両群共にBHとWJの最大速度はDがよりインパクトに近い時点で出現した (p<0.05)。

2. 各群の打撃における速度の関係

1) 最大スイング速度とインパクトスイング速度の関係

図4は、MSVとISVとの関係を中学生群と大学生群でそれぞれ示したものである。全ての群においてMSVとISVの間に有意な相関関係が認められた。また、全ての群のMSVとISVの回帰直線はy=xを表す直線より下に位置していた。

○:RH 利き打ち	$y = 0.8032x + 1.0555$ $r = 0.811$	○:RH 利き打ち	$y = 0.7171x + 6.0369$ $r = 0.757$
△:LH 利き打ち	$y = 0.6127x + 6.225$ $r = 0.633$	△:LH 利き打ち	$y = 0.8432x + 2.0875$ $r = 0.683$
●:RH 非利き打ち	$y = 0.746x + 1.0519$ $r = 0.883$	●:RH 非利き打ち	$y = 0.9477x - 3.2455$ $r = 0.668$
▲:LH 非利き打ち	$y = 0.8435x - 0.9763$ $r = 0.859$	▲:LH 非利き打ち	$y = 1.1594x - 10.213$ $r = 0.791$

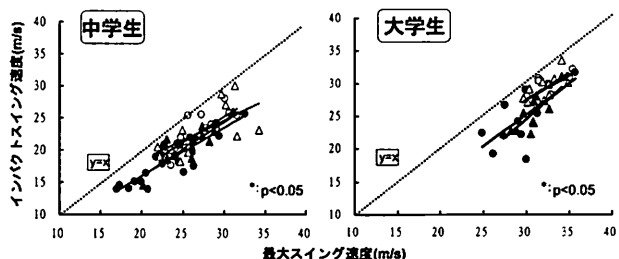


図4 中学生、大学生の最大スイング速度とインパクトスイング速度の関係

2) インパクト速度と打球速度の関係

図5では、ISVとHBVの関係について中学生群と大学生群でそれぞれ検討した。その結果、中学生ではRH、LHのDと、LHのND、大学生ではRH、LHのDにおいて両者間に高い相関関係がみられた。

○:RH 利き打ち	$y = 0.4736x + 19.019$ $r = 0.633$	○:RH 利き打ち	$y = 1.037x + 6.5789$ $r = 0.757$
△:LH 利き打ち	$y = 1.1883x + 2.8117$ $r = 0.653$	△:LH 利き打ち	$y = 0.5852x + 18.841$ $r = 0.887$
●:RH 非利き打ち	=n.s	●:RH 非利き打ち	=n.s
▲:LH 非利き打ち	$y = 0.5148x + 13.657$ $r = 0.640$	▲:LH 非利き打ち	=n.s

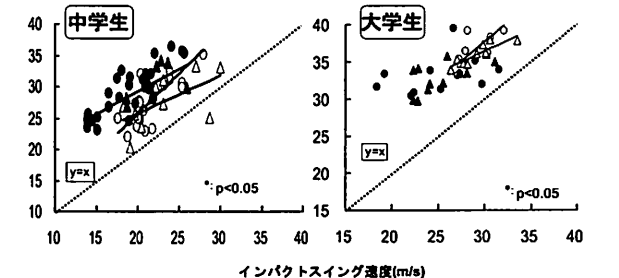


図5 中学生、大学生のインパクトスイング速度と打球速度の関係

3) 加速度と打球速度の関係

図6では、ステップ着地からインパクトまでの平均加速度とHBVとの関係をJG群とUG群でそれぞれ示したも

のである。この結果、中学生、大学生共に利き打ちで高い相関関係が認められた。

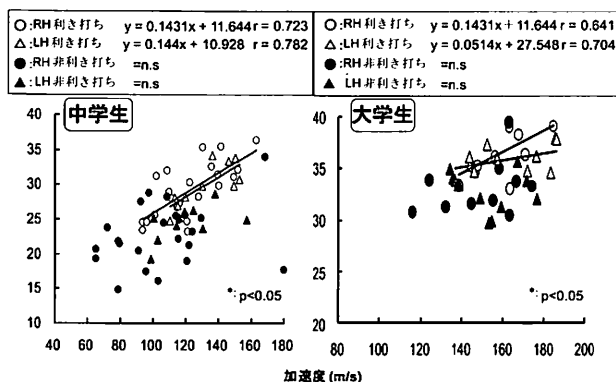


図6 中学生、大学生の打球速度と加速度の関係

IV 考察

1. 利き打ちと非利き打ちにおける打球速度及びスイング速度の比較

山下¹⁶⁾は、連続して行うティーバッティングトレーニングを行わせ、打球速度及びスイング速度のトレーニングに伴う変化について検討している。その結果、トレーニングにより打球速度、スイング速度において有意に高い値を示したことを報告している。また、川島⁷⁾は、サッカーのキック動作における利き脚と非利き脚について運動学的な観点から解析を検討したところ、ボール速度は利き脚が非利き脚より有意に高い値を示したと報告している。本研究の結果は、競技種目や動作様式が異なる競技もあるものの、これらの報告と同様の関係が認められ、先行研究を支持するものであった。本研究における結果は、RHでは、中学生、大学生共にHBV、MSV及びISVにおいてDがNDより有意に高い値を示したが、LHでは中学生の打球速度のみDで有意に高い値を示した。このことはRHではDに対し、NDは未経験であることから全ての項目について有意な差を示したものと推察され、一方、LHでは右打ちから左打ちへと転向した被検者が多くいた為、両方向での打撃経験があることからほぼ同様のスイング速度の値が出たのではないかと推察される。また、山下の報告同様に、本研究においても、利き打ちで有意に高い値を示したことは、利き打ちでのトレーニングを多くすることにより打球速度やスイング速度を速めることができるかと推察される。

2. 打球速度とバット速度、加速度の関係

打撃動作においてスイング速度は打球速度を決定する要因であることが報告されている^{3) 13) 15) 16)}。渡辺¹⁵⁾は、MSVが増加すればISVも増加することを報告している。

本研究の結果も同様であり、これによりスイング速度の関係では普段行っているDとほとんど経験のないNDでも同じ傾向が見られることが示唆された。また、図5の、ISVとHBVの関係についての検討では、中学生ではRH、LHのDと、LHのND、大学生ではRH、LHのDにおいて両者間に高い相関関係がみられた。打球速度の規定因子としては、インパクト時のスイングに加え、ボールをバットの芯に当てる技術も重要な要素である。つまり本研究において、Dで高い相関関係がみられたことは利き打ち方向で長期間バッティングトレーニングを行った事により、NDよりもヒッティング技術が優れていたことも考えられ、そのことが本研究の結果の要因であることが推察できる。しかし、LHに関してはNDでも高い相関関係がみられた。このことは、被検者の中に左打者に転向して間もない選手や過去に右打ちの経験があることなどが考えられる。さらに、バット先端の加速度と打球速度の関係では、中学生、大学生共に利き打ちで高い相関関係が認められ、これらの結果から、Dで、ISVとHBVの間で高い相関関係が見られたことは長期間のバッティングトレーニングによって、NDより技術が優れていることが明らかになった。また、HBVを高めるためには、バット先端の加速度を高め、インパクトにより近い時点でMSVを出現させることが重要であるものと推察された。

3. 経験年数と打撃動作の関係

平野⁴⁾は、バットの動きを水平面内の並進運動と回転運動に分け、熟練者と非熟練者のスイング速度を比較した結果、熟練者はインパクト付近において急激に並進速度や回転速度を増していると報告している。これらのことから経験年数が長くなるにつれ、BHは、よりインパクトに近い時点で加速し、最大スイング速度を出現させていることがみられ、このことがバットの速度や打球速度の上昇に反映しているのではないかと示唆された。したがって、左打者においてより高い技術を習得するには経験年数を要する。

IV 総括

本研究では、打撃動作の特徴を左右差の観点から検討することを目的とした。その結果、次のようなことが明らかになった。

1. 打球速度、最大スイング速度、インパクトスイング速度は中学生、大学生の利き打ちと非利き打ちの間で有意な差はみられたが、LHでは中学生の打球速度のみ有意な差が認められた。このことは、LHでは被検者が右から左へと転向したのが間もないため

ほぼ同様のスイング速度の値が出たのではないかと推察された。

2. 最大スイング速度とインパクトスイング速度の関係は中学生、大学生共に利き打ちと非利き打ちで高い相関関係が認められたが、インパクトスイング速度と打球速度の関係は、中学生ではRHの利き打ちとLHの両打ち方で、大学生ではRH、LH共に利き打ちで高い相関関係が認められた。また、打球速度と加速度との関係では利き打ちのみ高い相関関係が認められた。

以上のことから、野球選手の打撃パフォーマンスにおいて、利き打ちと非利き打ちでは、日頃トレーニングを行っている利き打ちでRH、LH共に上肢の各部位からバットへの速度伝達やバットヘッドの加速度などの技術的要素が打球速度やスイング速度を高めていることが推察された。また、利き打ちは長期間のバッティングトレーニングによって、技術が優れていることが明らかになり、打球速度を高めるためには、バット先端の加速度やインパクトスイング速度を高めることが重要であるものと推察された。

V 参考文献

- 1) 浅井英典 (1991). 熟練度およびスイング強度がバッティング動作に及ぼす影響. 愛媛大学教養部紀要 24(2): 1-8.
- 2) 浅見俊雄 (1984). スポーツ運動の打について. Jpn. J. Sports Sci. 3(3): 178-187.
- 3) 平野裕一 (1984). バットによる打の動作. Jpn. J. Sports Sci. 3(3): 199-208.
- 4) 平野裕一 (1993). 当てる打撃と運ぶ打撃. Jpn. J. Sports Sci. 12(6): 340-345.
- 5) 平野裕一 (1996). 打つ動作のバイオメカニクス. 体育学研究 40(6): 399-404.
- 6) 井筒智也 (2008). 発育期の野球選手における打撃動作の発達. 国士館大学大学院スポーツ・システム研究科修士論文.
- 7) 川島寛 (2007). サッカーのキック動作における利き脚と非利き脚の運動学的解析. 東京体育学研究 29-32.
- 8) 小池関也 (2007). センサーバットによる投球打撃動作のバイオメカニクスの分析. 筑波大学体育科学系紀要 131-136.
- 9) 小林堯, 西園秀嗣, 磨井祥夫, 宮下充正 (1983). バッティングの分析. 日本バイオメカニクス学会編 身体運動の科学IV 157-170.
- 10) Mcintyre, D. R, Pfautsch, E. W (1982). A kinematic analysis of the baseball batting swings involved in opposite-field and same-field hitting. Research Quarterly for Exercise and Sport 53(3): 206-213.
- 11) Messier, S. P, Owen, M. G (1985). The mechanics of batting: Analysis of ground reaction forces and selected lower extremity kinematics. Research Quarterly for Exercise and Sport 56(2): 138-143.
- 12) 峯村昭三, 服部茂人 (1995). ベースボールにおけるバットスイングの研究. 静岡大学教育学部研究報告(教科書教育学篇) 26: 157-164.
- 13) 宮崎光次 (1997). スイングスピードに及ぼす筋力の影響について. 桜美林大学論集 第24号: 33-39.
- 14) 中山梯一, 児玉公正, 磯繁雄 (2001). 日本プロ野球界には右投げ左打ちの選手が増加している. 体力科学 49(6): 942.
- 15) 渡邊喜満 (2006). 野球のバットのグリップ位置と重量が打撃能力に及ぼす影響. 東京体育学研究 37-40.
- 16) 山下智将 (2007). 野球のティーバッティングトレーニングがスイング動作及び打球速度に及ぼす影響. 東京体育学研究 33-37.

連絡責任者

伊原 佑樹(*現、国士館大学体育学部附属体育研究所)
〒206-8515 東京都多摩市永山17-3-1
国士館大学体育学部身体運動学教室
運動機能系障害研究部(神経筋機能障害研究室)
Tel: 042-339-7224 Fax: 042-339-7247
E-Mail: yuuki820305@yahoo.co.jp