

大学野球選手における傾斜台を用いた打撃トレーニングが試合での打率に及ぼす影響 - 打撃動作中の身体重心の移動に着目して -

蔭山雅洋¹⁾, 中島 一^{2) 3)}, 鈴木智晴³⁾, 前田明¹⁾

¹⁾ 鹿屋体育大学

²⁾ 阿南工業高等専門学校

³⁾ 鹿屋体育大学大学院

キーワード: バッティング, 正確性, タイミング調整, 練習方法, コーチング

【要 旨】

本事例の A 選手 (年齢; 22 歳, 身長; 166.1 cm, 体重; 60.0 kg) の打撃動作は, 打撃方向への身体重心の移動が大きく, 内省報告では身体 (上半身) が突っ込むこと, タイミングがとりづらいことが得られた. そこで本事例は, 上半身が突っ込む動作を改善することを目的とし, 傾斜台を用いた打撃トレーニングが野球打撃の正確性に及ぼす影響を試合時での打率とティーバッティングによる打撃動作から検証することとした. 4 週間のトレーニングの結果, A 選手のスイング速度はトレーニング前後に変化がなく, 打率はトレーニング後 (3 割 6 分 4 厘; 11 打数 4 安打) がトレーニング前 (2 割; 5 打数 1 安打) に比べ向上した. また打撃動作は, 踏み出し局面およびスイング局面における打撃方向への身体重心の移動距離が減少した. これらの結果より, A 選手は身体重心の並進運動が小さくなったことで, ボールとのタイミングを合わせる動作を習得し, このことが打撃パフォーマンスの向上に影響したと示唆される.

よって, 傾斜台を用いた打撃トレーニングは, 上半身が突っ込み, タイミングがとりづらい野球選手に対して, 打撃パフォーマンスを高めるための有効な手段であることが示唆された.

スポーツパフォーマンス研究, 9, 94-110, 2017 年, 受付日: 2016 年 11 月 1 日, 受理日: 2017 年 2 月 28 日
責任著者: 蔭山雅洋 891-2393 鹿屋市白水町 1 番地 mkageyama@nifs-k.ac.jp

Effects of practicing batting with an inclined step on the batting average of a university baseball player: Focusing on his weight shift when batting

Masahiro Kageyama¹⁾, Hajime Nakashima^{2) 3)}, Chiharu Suzuki³⁾, Akira Maeda¹⁾

¹⁾ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

²⁾ National Institute of Technology, Anan College

³⁾ Graduate School, National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key words: batting, accuracy, timing control, practice method, coaching

[Abstract]

Problems with the batting motion of player A (22 years old; height, 166.1 cm.; weight, 60.0 kg), according to his self-examination, were that, when batting, he moved his upper body with the result that his body weight shifted ahead too much, and that he found it difficult to grasp the correct timing for batting. The purpose of the present study was to examine effects on the accuracy of his hitting of using an inclined step in batting practice that had the purpose of correcting his upper-body motion. His batting average during games and his motion when tee batting were recorded. After four weeks of this training, the speed of his swing did not change, but his batting average improved from .200 (1 hit in 5 at-bats) to .364 (4 hits in 11 at-bats). Also, his batting motion improved in that the distance through which his weight shifted toward the batting direction in the stepping and swing phases decreased. This suggests that, because of the decrease in the shift in his weight, his timing improved and that, in turn, resulted in the improvement of his batting performance.

These results suggest that batting practice with an inclined step may be an effective method to use with baseball players who, when batting, tend to move their upper body excessively and have difficulty getting their timing right.

I. 緒言

野球の打撃パフォーマンスにおいて、打者は投手が投じたボールを、守備者に阻まれないように打ち返すことが求められる。そのため、投手からリリースされたボールを強くかつ正確に打撃することが重要となる。大きなスイング速度は、大きな打球速度や飛距離をもたらす (Adair, 2002) とされている。大きな打球速度であれば、守備者が打球に反応する時間やボールを追いかける時間が短くなるため、打球が守備者の間を抜けやすくなるとともに、捕球が難しくなることが予想される。そして、大きなスイング速度は、スイングに要する時間が短縮され、打者が「打つ」と判断を下すまでの時間が長くなる (Szymanski et al., 2009)。このようなことは、打者がストライクかボールかを判断しやすくなると考えられる。一方、野球打撃の正確性として、バットの「芯」にボールを当てることや守備者のいない所へボールを打つといったことがあげられる。野球のバッティングでは、一連の動作の中で、バットとボールとのインパクトのタイミングを合わせることができれば、強い打球を飛ばすことができる (若林ほか, 2006) とされている。以上のことから、野球の打撃においては、スイング速度の大きさと正確さが重要な要素であり、高いパフォーマンスを発揮するには両者を総合的に高めることが必要であると考えられる。

本事例の A 選手 (年齢; 22 歳, 身長; 166.1 cm, 体重; 60.0 kg) は、大学野球選手であり、ティー打撃 (5 スイング) におけるボールインパクト時のスイング速度は、最大速度が 32.6 m/s, 平均速度が 32.0 ± 0.4 m/s であった。スイング速度に関する研究 (川村ほか, 2008) によると、大学野球選手および社会人野球選手 16 名を対象に、上位 8 名 (高速群) と下位 8 名 (低速群) に区分したところ、高速群が 34.7 ± 1.6 m/s, 低速群が 30.7 ± 1.8 m/s であったと報告されている。このことから、本事例の A 選手のスイング速度は、大学生や社会人の野球選手といった熟練した打者の中間位であることが考えられる。また直近 3 試合での打率は、2 割 (1 安打/5 打数) であった。よって、A 選手のスイング速度は、熟練打者の平均的な値であるものの、直近 3 試合では打撃成績は良くない。これには、先述した正確性が影響しているのではないかと考えられる。そして、打撃練習中の打撃動作 (通常映像: [映像①-1](#), スロー映像 (4 倍): [映像①-2](#)) では打撃方向への身体重心の移動が大きいことに加え、内省報告では身体 (上半身) が突っ込むこと、タイミングがとりづらいことが得られた。上半身が突っ込むような打撃動作は、身体が持っている力のすべてをボールに伝えられなくなる (角ほか, 2004)。また正確な打撃を行うには、打撃方向への身体重心の移動や時間を短くして身体の並進動作を制限することが必要である (高木ほか, 2008)。これらの知見を踏まえると、上半身の突っ込みが大きい動作には、身体重心の移動距離が影響している可能性が考えられ、このような打撃動作では投手からリリースされたボールとのタイミングを計ることができない可能性が考えられる。

以上のことから、A 選手の打撃パフォーマンスを向上させるには、打撃動作中の重心移動距離を減少させることが重要であり、上半身が突っ込むような打撃動作の選手に対しては、重心の移動距離を小さくするために軸脚に体重を掛ける (江藤, 2007)、ボールをインパクトまでしっかり呼び込んで打つ (若林ほか, 2006) などの対策が考えられる。しかしながら、本事例ではこのような対策を行った場合、打撃動作や内省報告が改善されることはなかった。そのため、A 選手の打撃パフォーマンスが向上するには、言語による指導よりも通常の打撃動作に類似したトレーニングの方法が有効であると考え、傾斜台を用いた打撃トレーニングを導入した。傾斜台を用いた際の打撃動作は、踏込脚側に傾斜台を置き、身体を軸脚側へ体重を掛けながら体幹を回旋し、バットを加速させるような特徴がある。このよう

な特徴は、傾斜台を用いて打撃練習を行うことで、打撃動作中の重心の移動距離が小さくなり、結果として上半身が突っ込む動作が改善できるのではないかと考えた。

そこで本事例は、大学野球選手 1 名を対象に、上半身が突っ込む動作を改善することを目的とし、傾斜台を用いた打撃トレーニングが野球打撃の正確性に及ぼす影響について焦点を当て、試合時での打率とティーバッティングによる打撃動作から検証することとした。

II. 方法

1. 打撃動作の測定手順

実験は、最大努力によるティー打撃を 5 回とした。測定に先立ち、被検者にはストレッチを含むウォームアップを十分に行わせた後、打撃練習を行わせた。打撃するボールは、硬式球（質量: 141.7 - 148.8 g, 円周 22.9 - 23.5 cm）を使用し、被検者が構えた姿勢でのボールの中心が大転子の高さと同じ高さ（小田ほか, 1991）になるようにティー台（RBT - 1, ローリングス社製）を測定者が設定し、打撃位置は被検者がセンター方向へ打ちやすい地点とした。なお、トレーニング前後の測定において、同じ高さ、同じ位置に設定した。

測定は、光学式三次元動作解析システム（Mac3D, Motion Analysis 社製）の 12 台の専用カメラ（Raptor-E）を使用した。光学式三次元動作解析システムによる測定では、身体部位 37 点に反射マーカー（直径 13 mm）を貼付し、撮影速度毎秒 500 コマ、シャッタースピード毎秒 2000 コマで身体各部位の三次元座標を計測した。身体部位 37 点は、頭部 5 点（頭頂、頭部前部、頭部後部、左右の耳珠点）、上肢 10 点（左右の肩峰、肘外側、手首内果、手首外果、第三中手指節関節）、体幹部 6 点（胸骨上縁、胸骨下縁、右肩甲骨下郭、左右の上前腸骨棘、仙骨）、下肢 16 点（左右の大転子、大腿外側上果、大腿骨内側上果、外果、内果、踵後部、第三中足骨頭、第五中足骨頭）とした。

身体各部位の三次元座標は、MAC3D モーションキャプチャーシステムの制御ソフトウェア（Cortex 3.6.0.1312, Motion Analysis 社製）を用いて、DLT 法（Direct Linear Transformation Method）により算出した。また身体各部位の三次元座標は、数値解析ソフトウェア（MATLAB R2010b, The Math Works）を用い、遮断周波数 13.3 Hz による位相ずれなしの 4 次の Butterworth 型デジタルフィルターによって平滑化を行った（Welch et al., 1995）。静止座標系は、打撃方向のベクトルを Y 軸、鉛直方向（打撃方向に対して上方向）のベクトルを Z 軸、Y および Z 軸に直交する（一塁側に向かう）ベクトルを X 軸とした。

映像は、光学式三次元動作解析システムから得られた三次元座標のデータから計算される筋骨格モデル動作解析ソフト（nMotion muscular 1.51, Motion Analysis 社製）を使用し、作成した。

2. トレーニング方法

本事例では、4 週間のトレーニング期間の設け、打撃練習を行った。トレーニングは、被検者が通常行っている練習メニューに対し、傾斜台を用いたトレーニングを導入した。またトレーニングは、傾斜台を用いた素振りおよびティーバッティングをそれぞれで行った後、通常のトレーニングを行った。なお、1 週目は、傾斜台（図 1）に慣れるため、傾斜台を用いたトレーニングの割合を多くし、2 週目以降は少なかった（表 1）。トレーニング頻度は、週 5 回とした。そして練習メニューは、チーム練習の都合により、

3 班（素振り、ティーバッティング、フリーバッティング）に分かれて行っているため、練習メニューの順序は統一できなかった。

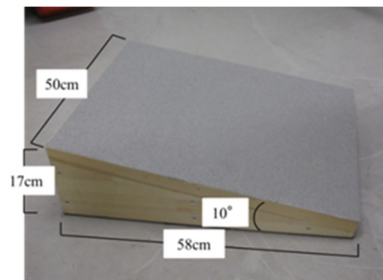


図 1. 傾斜台

表 1. 4 週間の練習メニュー

週	練習メニュー	本数	内訳	
			傾斜台なし	傾斜台を用いたトレーニング
1週目	素振り	100本	30本	70本
	ティーバッティング	300本	90本	210本
	フリーバッティング	100本		
2週目～4週目	素振り	100本	80本	20本
	ティーバッティング	300本	240本	60本
	フリーバッティング	100本		

3. 分析項目と方法

本研究では、スイング速度、バットヘッドの軌跡、身体重心の軌跡、下肢および体幹の動作に着目し、分析を行った。スイング速度、バットヘッドの軌跡および体幹の動作は、身体部位に貼付した反射マーカの三次元座標を用い、身体重心および下肢の関節角度は、筋骨格モデル動作解析ソフトを用い、算出した。スイング速度、身体重心、下肢の関節角度および体幹の角度の算出方法については、以下の通りである。

(1) スイング速度について

スイング速度は、川村ほか（2008）にならい、バットがボールにインパクトする直前とした。川村ほか（2008）が述べているように、バットヘッド速度を算出する際の問題点として、バットヘッドはインパクト後にボールへの衝撃によって、急激に速度が小さくなることがあげられる。このことを考慮せずにバットヘッドの反射マーカの座標を平滑化すると、インパクト後の急峻な動きに影響されてインパクト前のデータが丸みを帯びることになり、スイング速度の最大値が得られない可能性があるため、インパクト直前の 5 コマ間の合成速度における平均をスイング速度とした。

(2) 身体重心について

身体重心は、モーションキャプチャーデータから得られた三次元座標をもとに、“AIST 人体寸法データベース 1997-98”（Kouchi et al., 2000）を用いて各セグメントの重心および身体重心を算出した。セグメントは、身体部分を 53 の剛体リンクモデル（link-segment model）と仮定した。すべてのセグメン

トは、両側の上腕部、前腕部（橈骨側、尺骨側）、手部、大腿部、下腿部（腓骨側、脛骨側）、膝蓋骨、つま先、後足部、そして、頭部、胸骨、鎖骨、肩甲骨、頸部（第一頸椎から第七頸椎）、胸部（第一胸椎から第十二胸椎）、腰部（第一胸椎から第五腰椎）とした。そして、各セグメントの質量、セグメント長、重心位置、主慣性モーメントは、被検者の年齢、性別、身長、体重の基本パラメータから推定された。人体寸法データベースは、産業技術総合研究所デジタルヒューマン研究センターによって計測された日本人成年男子 110 名分の特徴的な 49 か所の寸法と体重の計 50 個のパラメータを使用した。

(3) 下肢の各関節の角度について

下肢の各関節の角度は、モーションキャプチャーデータから得られた三次元座標を用い、人体モデルの逆運動学 (Yamane and Nakamura, 2003) によって計算した。関節座標系の設定は、各セグメントの関節中心を原点とし、静止立位時の姿勢に基づき、矢状面に垂直な軸を x 軸、水平面に対し垂直な軸を y 軸、前額面に垂直な軸を z 軸とした。

本研究は、解剖学的な可動域制限に基づき、股関節では屈曲伸展、内外転および内外旋の角度を、膝関節では屈曲伸展の角度を、足関節では底背屈の角度を算出した。各関節の角度定義は、日本整形外科学会ならびに日本リハビリテーション医学会が 1995 年に制定した「関節可動域表示ならびに測定法」(日本リハビリテーション医学会, 1995; 日本整形外科学会, 1995) に則った。関節の角度における符号の正負については、股関節では屈曲、内転および内旋を正、伸展、外転および外旋を負、膝関節では屈曲を正、伸展を負とした。

(4) 体幹の動作について

図 2 に、上胴、下胴、捻転および前傾の角度定義を示した。下胴の角度 (図 2 a) は、左上前腸骨棘から右上前腸骨棘に向かうベクトルを作成し、静止座標系の Y 軸に対する角度とした。上胴の角度 (図 2 b) は、左肩峰から右肩峰に向かうベクトルを作成し、静止座標系の Y 軸に対する角度とした。本研究では、投球方向に回転した際を正の角度、その逆を負の角度と定義した。体幹の捻転角度 (図 5 c) は、下胴角に対する上胴角の差分 (体幹捻転角度 = 上胴角度 - 下胴角度) から算出した。したがって、捻転角度が負の値であれば、下胴に対して上胴が左回旋している状態を示し、正の値であれば右回旋している状態を示す。また体幹の前傾角度 (図 2 d) は、下胴の midpoint (左右の上前腸骨棘を結んだ中心) から上胴の midpoint (左右の肩峰を結んだ中心) に向かうベクトルを作成し、静止座標系の Z 軸に対する角度とした。つまり、本研究では打撃方向へ傾いた際を正の角度、捕手方向へ傾いた際を負の角度と定義した。

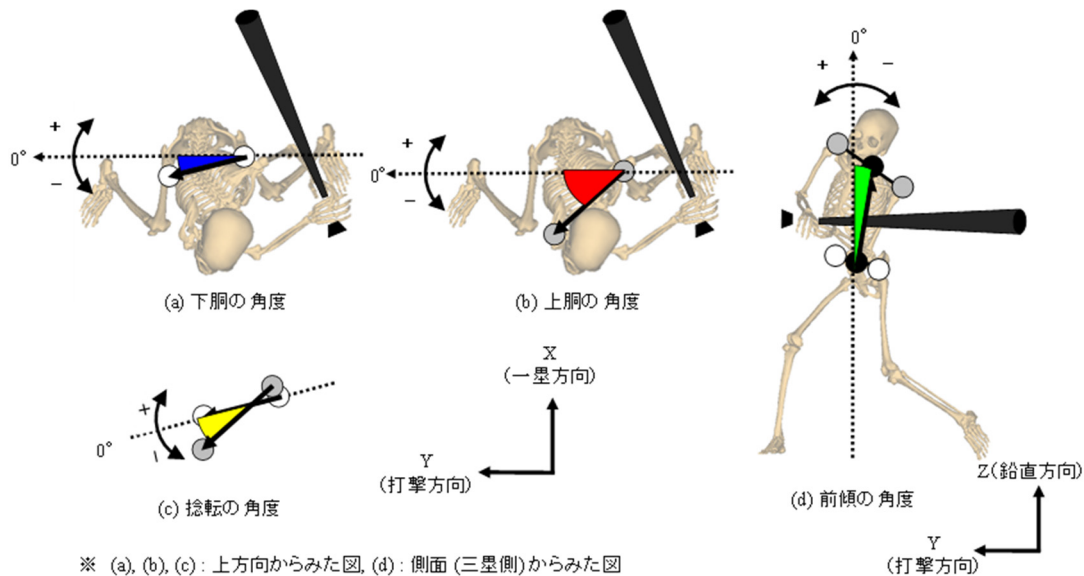


図 2. 体幹の角度定義

4. 打撃動作の局面分け

指導書の記述内容を収集・整理した研究（金堀ほか，2012）によると，打撃指導において指導者は，「構え」，「テイクバック」，「トップ」，「ステップ」，「アプローチ」，「インパクト」，「フォロースルー」の 7 局面に区別して指導を行っていると報告されている．ここでの局面は，打者が踏出脚を捕手方向に引き上げる動作を「テイクバック」とし，それ以前を「構え」，踏出脚を投手方向へ踏出していく動作を「ステップ」，踏出脚着地後バットをボールへ目がけてスイングしていく動作を「アプローチ」，「テイクバック」から「ステップ」への切り替わりの局面として「トップ」，ボールとバットが衝突する瞬間を「インパクト」，「インパクト」後の動作を「フォロースルー」としている．

これらの内容と対応するため，本研究では，動作開始（踏込脚が地面から離地した時，図 3-①）から踏込脚膝の最大高時（図 3-②）までをテイクバック（以下，テイクバック局面）とし，踏込脚膝の最大高時から踏込脚接地時（図 3-③）までをステップ（以下，踏み出し局面），踏込脚接地からボールインパクト（図 3-⑤）をアプローチ局面（以下，スイング局面）として，3 つの動作局面に分けた．そして，バットの角度が地面に対し平行になった時点をレベルスイング時（図 3-④）とした．なお，本研究では「トップ」については定義が難しいため，分析対象にしなかった．

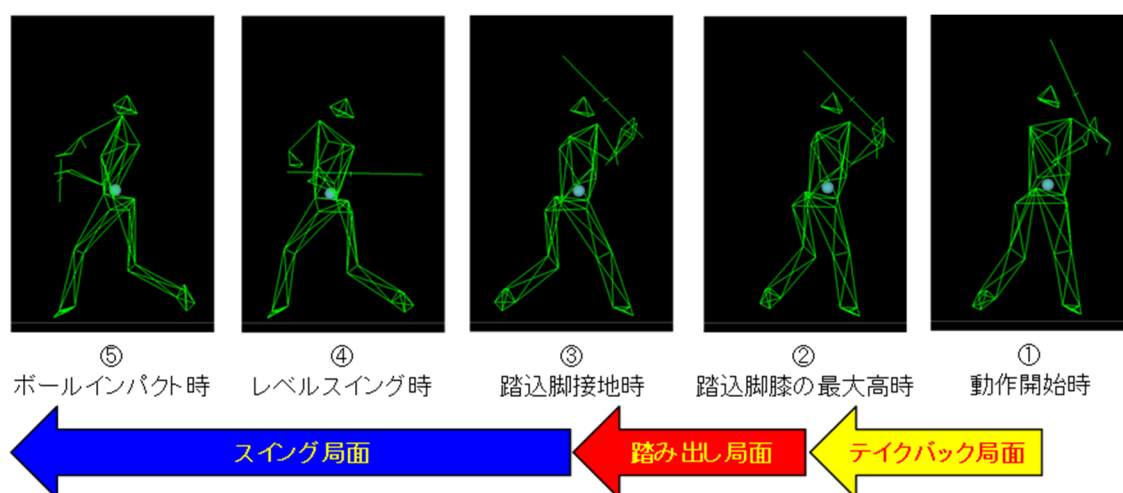


図 3. 打撃動作の局面分け

Ⅲ. 結果

1. スイング速度および打率の変化

表 2 は、トレーニング前後における A 選手のスイング速度の変化を示したものである。トレーニング後の最大速度および平均速度は、トレーニング前よりも変化がなかった。

またトレーニング前後における直近 3 試合の成績は、トレーニング前が 2 割 (5 打数 1 安打)、トレーニング後が 3 割 6 分 4 厘 (11 打数 4 安打) であった。

表 2. トレーニング前後におけるスイング速度の変化

	最大速度 (m/s)	平均速度 (m/s)
トレーニング前	32.6	32.0 ± 0.4
トレーニング後	32.4	31.6 ± 0.6

表 3 は、トレーニング前後における内省報告の変化を示したものである。トレーニング前における内省報告は、「投手とのタイミングが計りづらい」、「投手が投げたボールに対し、振り遅れることが多い」といったことがあげられた。トレーニング後の内省報告は、トレーニング前と比較して、「投手とのタイミングが獲りやすくなった」、「ストレートに対しても、変化球に対しても対応しやすくなった」ことがあげられた。

表 3. トレーニング前後における内省報告の変化

トレーニング前 ・投手とのタイミングが計りづらい ・投手が投げたボールに対し、振り遅れることが多い
トレーニング後(トレーニング前と比較して) ・投手とのタイミングが獲りやすくなった ・ストレートに対しても、変化球に対しても対応しやすくなった

2. トレーニング前後における打撃動作の変化

図 4 は、トレーニング前後における打撃動作を示したものである。トレーニング後（映像③）におけるテイクバック局面（①-②）および踏み出し局面（②-③）の打撃方向へのバットの傾きは、トレーニング前（映像②）に比べ、減少した。

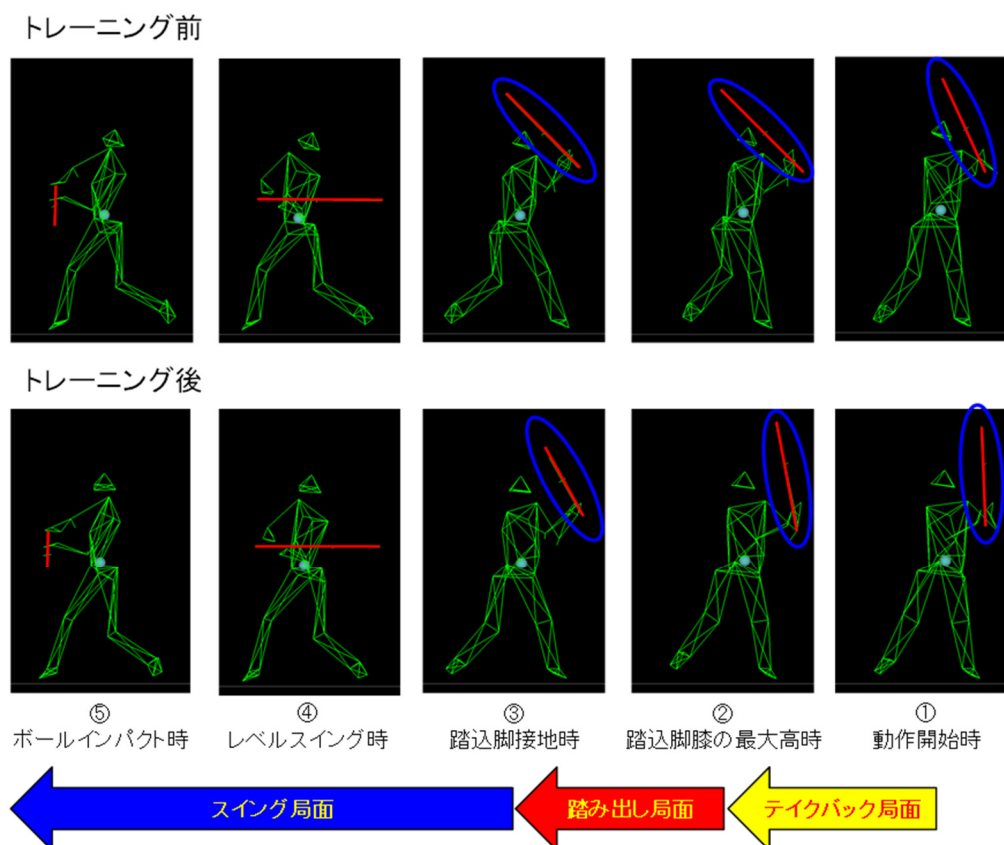


図 4. トレーニング前後における打撃動作の比較

(1) 身体重心の軌跡について

図 5 および図 6 は、トレーニング前後における重心の軌跡（図 5; XY 座標平面, 図 6; YZ 座標平面）を示したものである。なお、図は、インパクト時の位置座標を原点 (0, 0) としたものである。また表 4 に、トレーニング前後における重心の移動距離とその変化率を示した。トレーニング後におけるテイクバック局面および踏み出し局面の Y 軸の移動距離は、減少した（テイクバック局面; -42.0 %, 踏み出し局面; -55.9 %）。またスイング局面における Z 軸の移動距離は、トレーニング後が 59.5 %減少した。

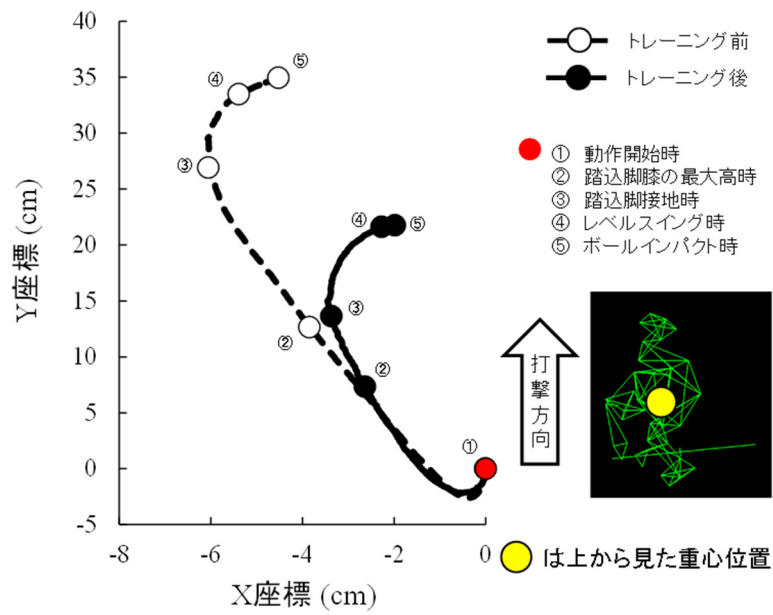


図 5. トレーニング前後における身体重心軌跡の変化 (YZ 座標平面: 側面からみた図)

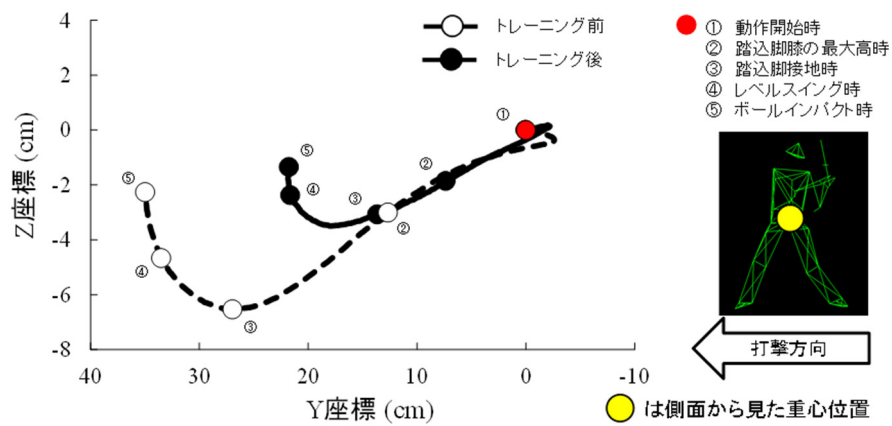


図 6. トレーニング前後における身体重心軌跡の変化

(YZ 座標平面: 側面からみた図)

表 4. トレーニング前後における各局面での身体重心の移動距離とその変化率

	テイクバック局面 (動作開始時 -踏込脚膝の最大高時)	踏み出し局面 (踏込脚膝の最大高時 -踏込脚接地時)	スイング局面 (踏込脚接地時 -ボールインパクト時)
トレーニング前 (cm)			
X	-3.8	-2.2	1.5
Y	12.6	14.3	8.0
Z	-3.0	-3.5	4.3
トレーニング後 (cm)			
X	-2.6	-0.7	1.4
Y	7.3	6.3	8.1
Z	-1.9	-1.2	1.7
変化率 (%)			
X	-31.6	-66.7	-9.5
Y	-42.0	-55.9	1.2
Z	-38.3	-65.3	-59.5

(2) バットヘッドの軌跡について

図 7 および図 8 は、トレーニング前後におけるバットヘッド軌跡の変化（図 7, XY 座標平面, 図 8, YZ 座標平面）を示したものである。なお、図は動作開始時の位置座標を原点 (0, 0) としたものである。また表 5 に、トレーニング前後におけるバットヘッドの移動距離とその変化率を示した。トレーニング後における Y 軸の移動距離は、テイクバック局面および踏み出し局面に減少した（テイクバック局面; -47.8 %, 踏み出し局面; -56.8 %）。

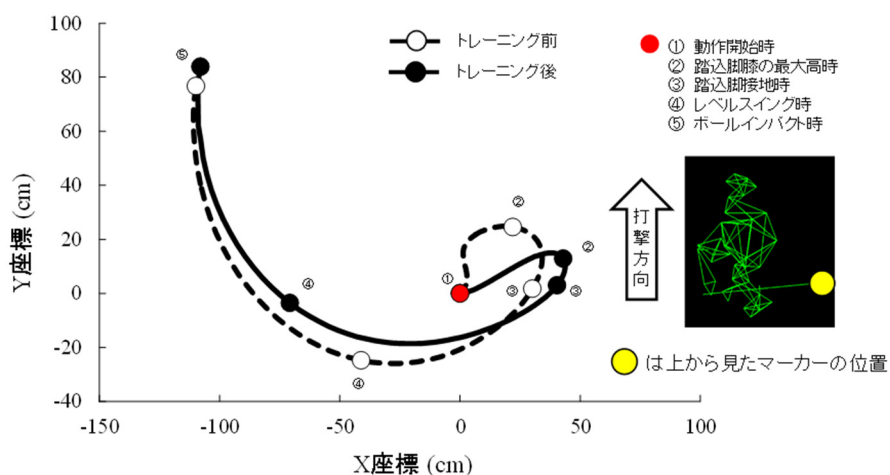


図 7. トレーニング前後におけるバットヘッド軌跡の変化 (XY 座標平面: 上からみた図)

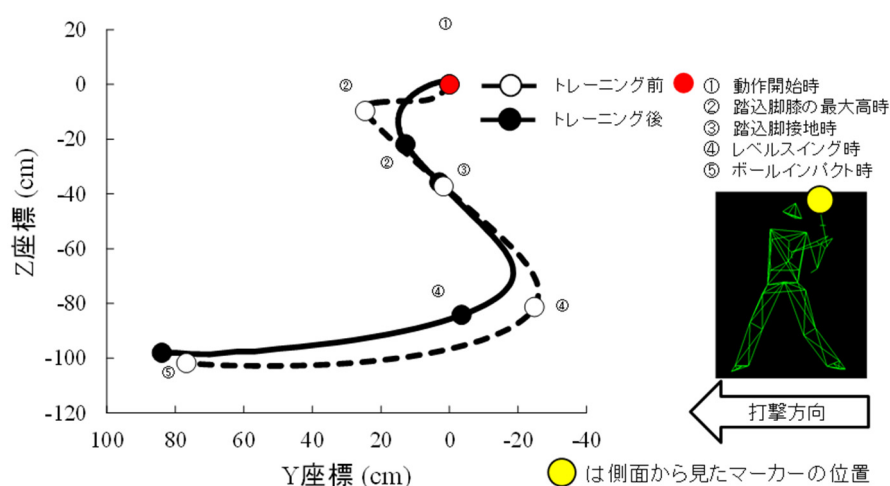


図 8. トレーニング前後におけるバットヘッド軌跡の変化 (YZ 座標平面: 側面からみた図)

表 5. トレーニング前後における各局面でのバットヘッドの移動距離とその変化率

	テイクバック局面 (動作開始時 -踏込脚膝の最大高時)	踏み出し局面 (踏込脚膝の最大高時 -踏込脚接地時)	スイング局面 (踏込脚接地時 -ボールインパクト時)
トレーニング前 (cm)			
X	22.0	8.1	-140.0
Y	24.5	-22.9	75.0
Z	-9.8	-27.5	-64.6
トレーニング後 (cm)			
X	43.0	-2.7	-148.3
Y	12.8	-9.9	80.9
Z	-21.9	-13.9	-62.3
変化率 (%)			
X	95.5	-132.6	5.9
Y	-47.8	-56.8	7.9
Z	124.1	-49.6	-3.5

(3) 下肢および体幹の動作について

図 9 はトレーニング前後における下肢関節角度の変化を, 図 10 はトレーニング前後における体幹角度の変化を, 表 6 はトレーニング前後における各時点における下肢の関節角度を示したものである。トレーニング後における軸脚股関節の屈伸角度は, トレーニング前よりも大きくなった (屈曲した) (図 9, 表 6)。またトレーニング後におけるレベルスイング時の踏込脚膝関節の屈伸角度は, トレーニング前よりも小さくなった (伸展した) (図 9, 表 6)。トレーニング後における下胴の角度は, トレーニング前に比べ小さくなった (図 10, , 表 6)。トレーニング前の体幹の前傾 (前額面上の) 角度は, 動作開始時から踏込脚接地時まで後傾した (捕手側へ傾いた) のに対し, トレーニング後は踏込脚接地時まで 0 度を維持した。そして, ボールインパクト時まで後傾した (図 10, 表 6)。

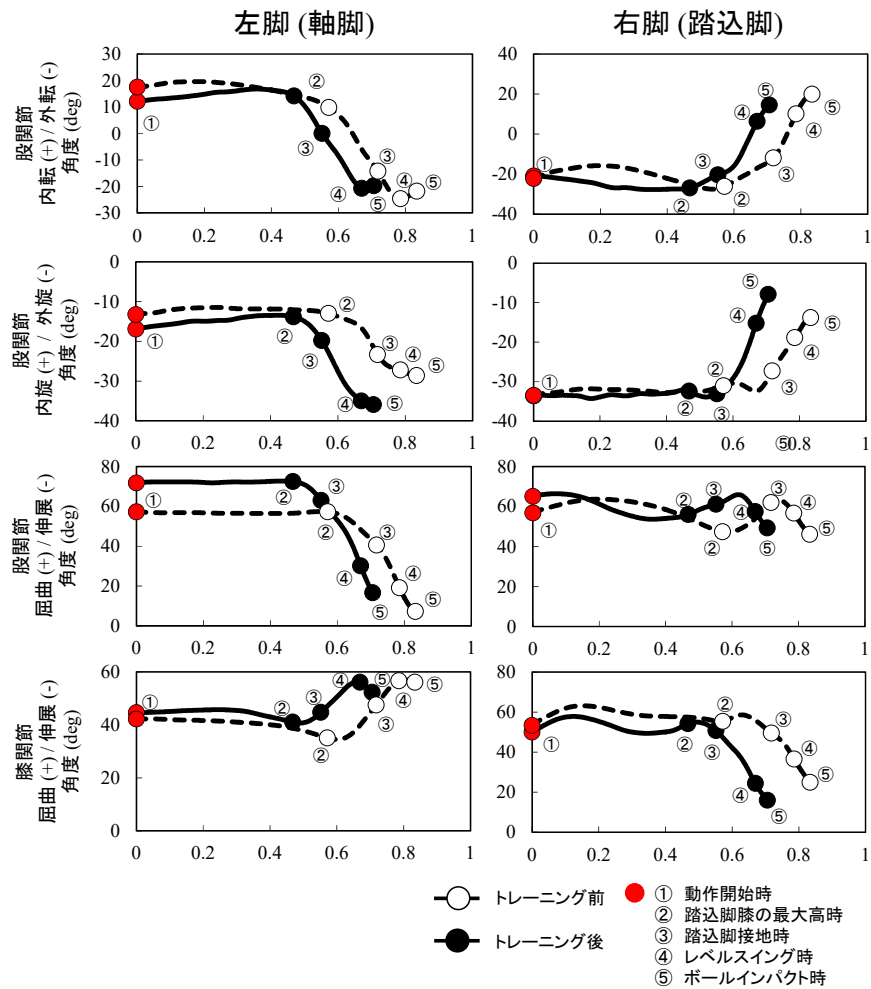


図 9. トレーニング前後における下肢の各関節角度の変化

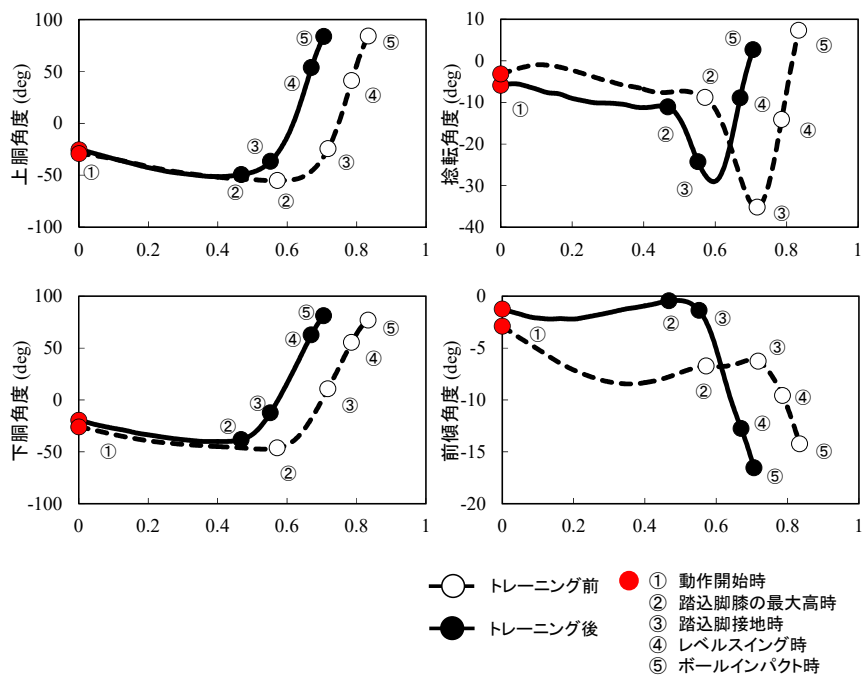


図 10. トレーニング前後における体幹角度の変化

表 6. トレーニング前後における各時点における下肢の関節角度

	①動作開始時	②踏込脚膝の最大高時	③踏込脚接地時	④レベルスイング時	⑤ボールインパクト時
軸脚					
トレーニング前(deg)					
股関節・内転(+)/外転(-)角度	17.6	9.8	-14.2	-24.6	-21.8
股関節・内旋(+)/外旋(-)角度	-13.2	-13.0	-23.3	-27.2	-28.6
股関節・屈曲(+)/伸展(-)角度	57.3	57.2	40.6	19.2	7.2
膝関節・屈曲(+)/伸展(-)角度	42.3	35.1	47.5	56.6	56.1
トレーニング後(deg)					
股関節・内転(+)/外転(-)角度	12.2	14.2	0.0	-20.7	-19.7
股関節・内旋(+)/外旋(-)角度	-16.9	-13.8	-19.8	-35.0	-35.9
股関節・屈曲(+)/伸展(-)角度	71.9	72.5	63.0	30.2	16.6
膝関節・屈曲(+)/伸展(-)角度	44.6	41.1	44.7	56.0	52.3
変化率(%)					
股関節・内転(+)/外転(-)角度	-30.7	44.5	-99.8	-16.1	-9.5
股関節・内旋(+)/外旋(-)角度	27.6	6.6	-15.0	28.6	25.7
股関節・屈曲(+)/伸展(-)角度	25.4	26.6	55.3	57.4	129.6
膝関節・屈曲(+)/伸展(-)角度	5.6	17.1	-5.9	-1.1	-6.8
踏込脚					
トレーニング前(deg)					
股関節・内転(+)/外転(-)角度	-22.2	-26.2	-11.9	10.1	19.9
股関節・内旋(+)/外旋(-)角度	-33.5	-31.1	-27.3	-18.9	-13.8
股関節・屈曲(+)/伸展(-)角度	56.9	47.4	61.9	56.7	46.1
膝関節・屈曲(+)/伸展(-)角度	53.4	55.4	49.5	36.5	24.9
トレーニング後(deg)					
股関節・内転(+)/外転(-)角度	-21.0	-26.9	-20.4	6.3	14.5
股関節・内旋(+)/外旋(-)角度	-33.6	-32.5	-33.1	-15.2	-7.9
股関節・屈曲(+)/伸展(-)角度	65.2	56.0	61.1	57.5	49.3
膝関節・屈曲(+)/伸展(-)角度	50.1	54.2	50.7	24.3	16.0
変化率(%)					
股関節・内転(+)/外転(-)角度	-5.4	2.8	71.1	-37.5	-27.1
股関節・内旋(+)/外旋(-)角度	0.4	4.4	21.3	-19.4	-42.6
股関節・屈曲(+)/伸展(-)角度	14.6	18.2	-1.4	1.5	6.8
膝関節・屈曲(+)/伸展(-)角度	-6.3	-2.0	2.5	-33.3	-35.9
体幹					
トレーニング前(deg)					
上胴角度	-29.1	-55.2	-24.5	41.2	84.1
下胴角度	-25.9	-46.4	10.7	55.3	76.8
捻転角度	-3.1	-8.8	-35.2	-14.2	7.3
前傾角度	-2.9	-6.7	-6.3	-9.6	-14.2
トレーニング後(deg)					
上胴角度	-25.4	-49.5	-36.7	53.7	83.8
下胴角度	-19.5	-38.4	-12.4	62.6	81.1
捻転角度	-5.9	-11.1	-24.3	-8.9	2.7
前傾角度	-1.2	-0.5	-1.4	-12.8	-16.6
変化率(%)					
上胴角度	-12.7	-10.4	49.6	30.3	-0.4
下胴角度	-24.7	-17.2	-216.2	13.1	5.6
捻転角度	86.7	25.8	-31.0	-36.9	-63.5
前傾角度	-57.2	-93.3	-78.1	33.2	16.3

IV. 考察

1. 打撃パフォーマンスの変化について

A 選手のスイング速度は、トレーニング前後に変化がない(表 2)ものの、打率は向上した。先に述べたように、野球の打撃で高いパフォーマンスを発揮するには、スイング速度の大きさと正確さが重要であると考えられる。したがって、A 選手の打率が向上したことには、スイング速度の大きさよりも正確性が影響した可能性が考えられる。またトレーニング後の内省報告(表 3)では、「投手とのタイミングが獲りやすくなった」や「ストレートに対しても、変化球に対しても対応しやすくなった」といったポジティブな意見が得られた。このような変化は、動作の変化が影響している可能性が考えられるため、以下では打撃パフォーマンスを向上させた動作要因に着目し、議論する。

2. 打撃パフォーマンスを高めた動作要因について

A 選手は、トレーニング後の踏み出し局面およびスイング局面における打撃方向への身体重心の移動距離が減少した（図 5, 6, 表 4）。このことは、打撃中の並進運動の移動距離が小さくなったことを意味している。打撃の正確性を高めるには、投手が投げるボール速度が大きい場合では、小さい時に比べ身体重心の並進移動の距離を小さくすることに加え、上胴部およびバットの回転動作範囲を小さくすることが重要である（高木ほか 2008）とされている。また指導書（若林ほか, 2006）では、一連の動作の中で、バットとボールとのインパクトのタイミングを合わせる必要があるとされている。これらのことより、打撃中の正確性を高めるには投手が投げるボールの変化に対応する必要があるため、打者は投手が投げるすべての投球に対応するために、身体重心の並進移動距離を短くし、ボールとのタイミングを合わせる必要があると考えられる。つまり、A 選手は身体重心の並進移動の距離が短くなったことで、投手が投げるボールに対しタイミングを合わせる事が可能になったと示唆される。

また踏み出し局面およびスイング局面における鉛直方向への移動距離は、トレーニング後が減少した（図 6, 表 4）。このことは、打撃動作中に鉛直方向に対する重心移動の変化が小さくなったことを意味している。そして、進行方向への移動距離が減少したことを踏まえると、打撃動作中における鉛直方向の重心の変化は、進行方向に大きく影響している可能性がある。

さらに、トレーニング前後における下肢および体幹の動作を検討すると、トレーニング後における打撃動作中の下肢動作は、軸脚では股関節が屈曲し、踏込脚ではレベルスイング時の踏込脚膝関節が伸展した（図 9, 表 6）。そして、体幹の動作は踏込脚接地後に下胴の角度が小さくなったことに加え、動作開始時から踏込脚接地時まで体幹の前傾（前額面上の）角度が 0 度を維持し、その後ボールインパクトまで後傾した（図 10, 表 6）。これらの結果より、トレーニング後の A 選手の打撃動作は、軸脚股関節を屈曲しながら体幹を 0 度で維持し、踏込脚膝関節の伸展動作によって体幹を後傾させながら回旋していることを意味している。このような打撃動作の変化は、先にも述べたように、身体を軸脚側へ体重を掛けながら体幹を回旋し、バットを加速させるような傾斜台を用いた際の打撃トレーニングの特徴が影響したものと考えられる。したがって、A 選手は、軸脚股関節を屈曲しながら、体幹を 0 度で維持することで、打撃方向への重心移動距離減少させたことが考えられる。

トレーニング後のバットヘッドは、テイクバック局面および踏み出し局面に移動距離が減少した（図 7, 8, 表 5）。このことは、テイクバック局面には、バットヘッドの傾きが小さくなっていることを意味している。指導書（若林ほか, 2006）によると、バットのヘッドを傾け過ぎると速いボールに対応できなくなり、肘が開いたり、絞りすぎても力強いインパクトが難しくなるとされている。つまり、テイクバック局面に打撃方向へのバットヘッドの傾きが小さくなったことは、投手が投げる速いボールに対応する打撃動作になった可能性が考えられる。しかしながら、本事例におけるバットヘッドの傾きの改善は、意図したものではない。よって、A 選手は踏み出し局面およびスイング局面に、身体重心の並進運動が小さい動作を習得したことによって、バットをスムーズに出せるような打撃動作になった可能性が考えられる。

以上のことから、A 選手は、踏み出し局面およびスイング局面における打撃方向への身体重心の移動が減少し、ボールとのタイミングを合わせる動作を習得したことで、打撃パフォーマンスが向上したと示唆される。

3. トレーニングおよび指導現場への示唆

本事例の結果より、A 選手は、傾斜台を用いた打撃トレーニングを行うことによって、上半身が突っ込む動作が改善し、打撃パフォーマンスが向上することが示唆された。今回のトレーニングは、通常の練習メニューに対し、傾斜台を用いて行ったもので、特別な道具や複数の人員、そして広いスペースを必要としない。そのため、時間帯や人数に関係なく、傾斜台と周辺の少ないスペースで行うことが可能なトレーニングである。また傾斜台がない場合などは、マウンドを用いることで同様の効果が得られる可能性が考えられる。このように経済的で利便性、汎用性が高いことは打撃パフォーマンスを高めるうえで有効なトレーニング手段であると考えられる。したがって、上半身が突っ込み、タイミングがとりづらい野球選手は、傾斜を利用して打撃トレーニングを行うことで動作が改善され、打撃パフォーマンスを向上させる可能性が示唆される。

V. まとめ

本事例は、上半身が突っ込む動作を改善することを目的とし、傾斜台を用いた打撃トレーニングが野球打撃の正確性に及ぼす影響を試合時での打率とティーバッティングによる打撃動作から検証することとした。トレーニングの結果、A 選手のスイング速度は、トレーニング前後に変化がなく、打率はトレーニング後（3 割 6 分 4 厘; 11 打数 4 安打）がトレーニング前（2 割; 5 打数 1 安打）に比べ向上した。また打撃動作は、踏み出し局面およびスイング局面における打撃方向への身体重心の移動距離が減少した。これらの結果より、A 選手は、打撃方向への身体重心の移動が減少し、ボールとのタイミングを合わせる動作を習得したことで、打撃パフォーマンスが向上したと示唆される。

よって、傾斜台を用いた打撃トレーニングは、上半身が突っ込み、タイミングがとりづらい野球選手に対して打撃パフォーマンスを高めるための有効な手段であることが示唆された。

文献

- ・ Adair, R.K. (2002) The physics of baseball (3rd ed.). New York: HarperCollins.
- ・ 江藤省三 (2007) バッティング パーフェクトマスター, 新星出版社, 東京, pp.18-19.
- ・ 角晃司 (2001) 野球上達 BOOK バッティング, 成美堂出版, 東京, pp.62-69.
- ・ 金堀哲也, 金堀哲也・川村 卓・松尾知之・朝岡正雄・山田幸雄・曾田 宏 (2012) 我が国の指導書からみた野球の打撃指導における指導者の着眼点一動作局面における指導対象部位に着目して一. コーチング学研究, 25(2): 149-156.
- ・ 金堀哲也, 山田幸雄, 曾田宏, 島田一志, 川村卓 (2014) 野球の打撃における指導者の主観的評価に対するキネマティクス的研究: 下肢および体幹部に着目して, 体育学研究, 59 (1): 133-147.
- ・ 川村卓, 島田一志, 高橋佳三, 森本吉謙, 小池関也, 阿江通良 (2008) 野球の打撃における上肢の動作に関するキネマティクス的研究: ヘッドスピード上位群と下位群のスイング局面の比較, 体育学研究 53(2), 423-438.
- ・ Kouchi, M., Mochimaru, M., Iwasawa, H., Mitani, S. (2000) Anthropometric database for Japanese Population 1997-98, Japanese Industrial Standards Center (AIST, MITI).
- ・ Nakamura, Y., Yamane, K., Fujita, Y., Suzuki, I. (2005) Somatosensory Computation

for Man-Machine Interface From Motion-Capture Data and Musculoskeletal Human Model. IEEE Trans. Robot. 21 (1): 58-66.

- ・ 日本整形外科学会 (1995) 関節可動域表示ならびに測定法. 日本整形外科学会誌 69, 240-250.
- ・ 日本リハビリテーション医学会 (1995) 関節可動域表示ならびに測定法. リハビリテーション医学 32, 207-217.
- ・ 小田伸午, 森谷敏夫, 田口貞善, 松本珠希, 見正富美子 (1991) 地面反力からみた野球のティーバッティング技術, 体育学研究, 36:255-262.
- ・ Szymanski, D.J., DeRenne, C., Spaniol, F.J. (2009) Contributing factor for increased bat swing velocity. J. Strength Cond. Res., 23 (4): 1338-1352.
- ・ 高木斗希夫, 藤井範久, 小池関也, 阿江通良 (2008) 異なる投球速度に対する野球の打撃動作に関するキネマティクスの研究, 32 (3): 158-166.
- ・ 若林憲一, 篠田秀美, 佐伯勉, 川端理香 (2006) 150 キロのボールを打つ!, ナツメ社, 東京, pp.16-87.
- ・ Welch C.M., Banks S.A., Cook F.F., Pete Draovitch (1995) Hitting a baseball., A biomechanical description. J. Orthop. Sports Phys. Ther., 22, 193-201.
- ・ Yamane, K., Fujita, Y., Nakamura, Y. (2005) Estimation of Physically and Physiologically Valid Somatosensory Information, IEEE Trans. Rob. Autom., pp.2635-2641.