

野球において超速球を見るトレーニングが打撃パフォーマンスに与える即時効果

中島大貴¹⁾, 桜井伸二²⁾

¹⁾ 中京大学大学院 体育学研究科

²⁾ 中京大学 スポーツ科学部

キーワード: バッティング, スポーツビジョン, ビジュアルトレーニング, タイミング, 正確性

【要旨】

本研究の目的は、野球において超速球を見るトレーニングが打撃パフォーマンスに与える即時効果を明らかにすることであった。大学硬式野球部に所属する打者 5 名に、ピッチングマシンから約 165km/h で投射される超速球を打席で見るトレーニングを 15 球×2 セット行わせ、その前後に約 150km/h で投球されるボールを 10 球打撃するパフォーマンス測定を行わせた。トレーニング前後の主観的な打撃感覚の変化を調べるためアンケート調査を行い、客観的なパフォーマンスの変化を調べるために高速度ビデオカメラで打撃動作を撮影した。その結果、全ての分析対象者が「トレーニング後は投球が遅く感じた」と回答した。また、個人差はみられたものの、その感覚は一定時間継続することが示唆された。さらに、トレーニング後では全ての分析対象者がより投手側でボールをインパクトしていた。一方で、トレーニング前後で空振りの割合に変化はなく、打撃の正確性は向上しなかった。そのため、打撃の正確性を向上させるためには普段から継続的に超速球を見る、あるいは打撃するトレーニングを行うことが重要であることが示唆された。

スポーツパフォーマンス研究, 11, 481-491, 2019 年, 受付日: 2019 年 2 月 18 日, 受理日: 2019 年 11 月 28 日

責任著者: 中島大貴 〒470-0393 豊田市貝津町床立 101 h.nakashima.0921@gmail.com

Effects of visual training with very fast balls on batting performance in baseball

Hiroataka Nakashima, Shinji Sakurai

Chukyo University

Key words: batting, sport vision, visual training, timing, accuracy, baseball

【Abstract】

The present study examined effects of visual training with balls pitched very fast on batting performance. The participants, 5 university baseball players, received training

in which they stood in the batter's box and looked at balls shot from a pitching machine at 165 km/h. The training was repeated with 15 balls in each of 2 sets. Before and after the training, the players tried to hit 10 balls that were pitched at 150 km/h. So that any changes in subjective hitting sense after the training could be identified, the players completed a questionnaire on that topic. In addition, their pre- and post-training batting performance and their batting motions were recorded with a high-speed video camera. All participants reported that the ball speed appeared to be slower after the training. Although there were some individual differences, that feeling seemed to be maintained for some time. Furthermore, when batting after the training, all participants made contact with the ball farther forward over the plate than before the training because of their improved perception of the ball. On the other hand, the number of strikes did not change, that is, there was no improvement in batting accuracy. The discussion suggests that, in order to improve batting accuracy, training with viewing very fast balls and hitting fast balls should be conducted regularly.

I. 緒言

野球において打者は、投手がボールを投じた後わずか 0.5 秒程度の間にはボールの到達時刻や位置を正確に予測し、バットの芯でボールをインパクトすることが求められる。小村ほか(1983)は、打者がバックスイングを開始してからインパクトするまでの時間が 0.6~0.9 秒であることから、打者は投手がボールをリリースする前にバックスイングを開始し、投じられたボールを見て打撃するかしないかの判断を下し、打撃する場合はスイングを続行し、見送る場合はスイングを中止していると述べている。また、石田ほか(2000)は、打者はその判断をインパクトの約 0.3 秒前までに行っていると報告している。そのため、打者は投手がボールをリリースする前から打撃の準備を開始し、投手がボールをリリースしてから 0.2 秒以内にボールを打撃するかしないかを判断しなければならない。近年、プロ野球に限らず、高校野球や大学野球などのアマチュア野球においても、150km/h を超えるボールを投じる投手が存在する。2019 年に行われた第 101 回全国高校野球選手権においては、150km/h を超えるボールを投じた投手は 3 名、145km/h を超えるボールを投じた投手は 16 名存在した(高校野球ドットコム, 2019)。試合に勝利するには、それらの投手が投じる 150km/h 前後のボールを正確に打撃する必要がある。そのため、打者にとって投手がリリースした直後に打撃するかしないかの判断を瞬時に下す能力を高めることは非常に重要な課題であると言える。

先行研究において、投手がボールをリリースしてから瞬時に打撃するかしないかの判断を下す能力、さらに打撃パフォーマンスを向上させるために、通常のスイング練習より速い速度の投球(以下、超速球)を見る、あるいは打撃するトレーニングについての検討がされてきた。前田・鶴原(1998)は、中学生から社会人野球選手を対象に、超速球を打撃するトレーニングを 10 週間行わせた結果、動体視力が向上し、バントのパフォーマンスが向上したことを報告している。また、前田ほか(1999)は、打撃を行わなくても、超速球を見るトレーニングを 10 週間行うだけでバントのパフォーマンスが向上したことを明らかにしている。さらに、鈴木ほか(2015)は、大学野球選手を対象とし、150 km/h の超速球を見るトレーニングを 5 週間行わせた結果、140km/h の直球を打撃させた際の空振りの割合が減少し、より投手側でボールをインパクトできるようになったと報告している。このように、超速球を見るトレーニングは、投手がリリースした直後のボールから瞬時に到達時間や位置を予測する能力を向上させ、実際の打撃のパフォーマンスにも好影響を及ぼすことが示唆されている。

しかしながら、現場に目を向けてみると、特にトーナメント形式で試合が行われる高校野球においては、速球派投手との対戦の直前にピッチングマシンを高速度に設定して打撃する、あるいは見るトレーニングが行われている。上述したように、一定期間超速球を打撃する、あるいは見るトレーニングを継続することにより、打撃のパフォーマンスが向上することは明らかになっているものの、直前のトレーニングが打撃のパフォーマンスに及ぼす即時効果については明らかにされていない。石垣・樽本(2003)は、野球の打者における投球の速度感覚を調べた結果、1 球前の球速が遅い場合、その球速が遅ければ遅いほど次の投球は速く感じ、1 球前の球速が速い場合、その球速が速ければ速いほど次の投球は遅く感じることを明らかにしている。このように、直前の投球が打者の主観的な感覚に影響を及ぼすことから、超速球を見るトレーニングは即時的にも効果があると考えられる。超速球を見るトレーニングの即時効果を明らかにできれば、試合直前のトレーニング計画を立てる上で有用な知見となると考えられる。

そこで本研究では、超速球を見るトレーニングが打撃のパフォーマンスに与える即時効果を明らかに

することを目的とした。なお、本研究における即時効果とは、試合直前や打席に入る直前の数分間の効果とした。

II. 方法

1. 分析対象者

分析対象者は、大学硬式野球部に所属する野手 5 名 (年齢: 20.4 ± 0.5 歳, 身長: 1.71 ± 0.05 m, 体重: 73.3 ± 4.4 kg) であった。表 1 に各分析対象者の身長, 体重および年齢を示した。なお, 分析対象者全員が左打者であった。

表1 分析対象者の身長、体重および年齢

分析対象者	身長 (m)	体重 (kg)	年齢 (歳)
選手 A	1.72	67.0	21
選手 B	1.68	79.0	21
選手 C	1.72	74.6	20
選手 D	1.65	72.0	20
選手 E	1.78	74.0	20
平均値 \pm SD	1.71 ± 0.05	73.3 ± 4.4	20.4 ± 0.5

2. 実験手順

実験手順を図 1 に示した。分析対象者には十分なウォーミングアップを行わせた後に、実験に使用するエアースピッチングマシン (TOPGUN, 共和技研社製) での打撃に慣れさせるため、本人が慣れたと申し出るまで打撃練習を行わせた。分析対象者が慣れたと申し出るまでに要した球数は 12 球から 24 球であった。この際の投球速度は、測定時と同じ約 150km/h に設定した。なお、ピッチングマシンは、ホームベースの捕手側の頂点からボールの発射口までの距離が 17m となるように設置した (図 2)。トレーニング前の測定 (以下, Pre 測定) として、約 150km/h で投球されるボールを 10 球打撃させた。分析対象者にはボールをジャストミートし、ライナー性の当たりを放つように指示を与えた。なお、水平面内の打球の方向については指示を与えなかった。その後、測定時の球速より 10% 速い 165km/h 程度の投球を打席で見るトレーニング (以下, トレーニング) を、15 球 \times 2 セット行わせた。その際、バットを持たず打席に立たせ、実際の打撃を模擬して投球にタイミングを合わせ、スイングのような動作をするよう指示を与えた。最後にトレーニング後の測定 (以下, Post 測定) として、Pre 測定と同様の測定を行った。また、1 名当たりの実験の所要時間は約 18 分であり、Pre 測定に約 4 分、トレーニングに約 10 分、Post 測定に約 4 分要した。本実験では超速球を打撃することによる手の痺れが打撃パフォーマンスに及ぼす影響を軽減させるため、金属バット (長さ: 83 cm, 重さ: 900 g, Proedge CONDOR, エスエスケイ社製) を使用した。

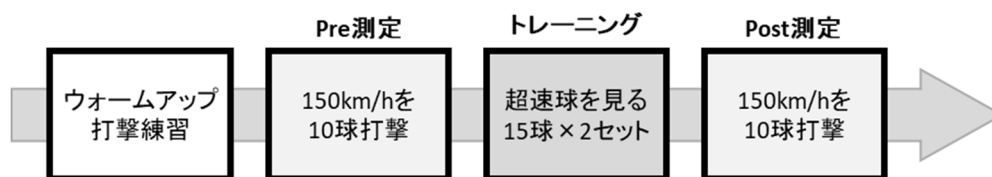


図1 実験プロトコル

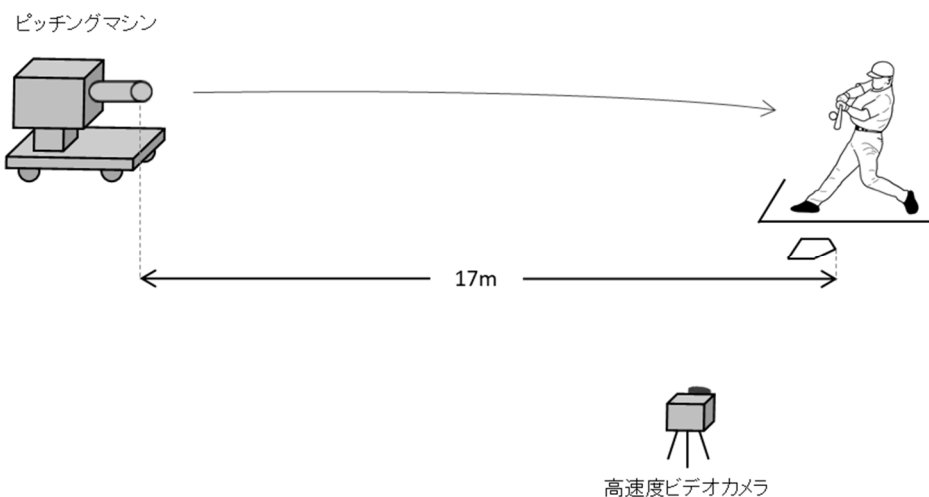


図2 実験環境

3. データ収集

主観的な打撃感覚の変化を調べるため、Post 測定直後に、トレーニング前後で打撃の感覚がどのように変化したか、また変化があった場合はその感覚が Post 測定の何球目まで継続したか、について分析対象者にアンケートした。また、投球のコースが打撃パフォーマンスに及ぼす影響を考慮するため、1球ごとに分析対象者に投球のコースを判定させた。さらに、打撃パフォーマンスを客観的に評価するため、1台の高速度ビデオカメラ(Fastec TS3, 日本ファステックイメージング社製)を打者の正面且つ投球に対して直角の方向に10m離れた地点に設置し、投球、打球および打撃動作を撮影した(図2)。その際、カメラのサンプリング周波数は1000 fps, シャッタースピードは1/2000 secとし、スイング中のバットおよびインパクト前後のボールの挙動が記録できるようにホームベースを中心として投手側および捕手側へ各2mの範囲、高さ2.4mまでの範囲が映るように画角を調整した。なお、実験に先立ち、ピッチャーズプレートとホームベースを結ぶ直線上の3か所に長さ3mの真っ直ぐな棒を立て、較正用の映像を撮影した。

4. データ処理

得られた映像からバットヘッド、ボール中心、軸足(左足)のつま先(スパイクの先端)をデジタル化し、DLT法を用いて2次元座標を算出した。デジタル化には動作解析ソフト(Frame Dias V, DKH社製)を使用した。

5. 算出項目

Pre 測定および Post 測定における投球条件に差がないか確認するため(1)から(3)を, 打撃パフォーマンスの比較を行うために(4)から(6)を算出した。

- (1) 投球速度 (km/h): インパクト直前のボールの移動速度とした。トレーニング時の投球速度は 1 セット目の平均球速とした。
- (2) 投球高 (cm): インパクト時の投球の高さとした。
- (3) 投球コース (%): 試技ごとに打者に投球コース(インコース, 真ん中, アウトコース)を判断させ, 10 球の内の各コースに投球された割合とした。
- (4) インパクト距離 (cm): 軸足のつま先からボールインパクト位置までの水平距離とした(図 3)。なお, 空振りの際はバットの芯とボールが鉛直面上で重なった時点のボール位置をボールインパクト位置として算出した。

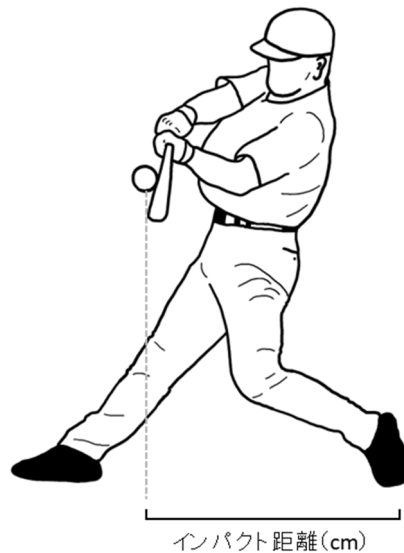


図 3 インパクト距離の定義

- (5) 空振り率 (%): 測定時の 10 球の打撃の内の空振りした割合とした。
- (6) バットヘッド速度 (km/h): インパクト直前のバットヘッドの移動速度とした。

6. 統計処理

トレーニング前後(Pre 測定と Post 測定)の算出項目の差を調べるため, 対応のある t 検定を用いて 5 名の分析対象者の平均値を比較した。また, 本研究においてコントロール群を作ることができなかったため, 測定時の練習効果による影響が懸念される。Pre 測定および Post 測定のそれぞれの測定中に打撃パフォーマンスが変化していないか確認するため, Pre 測定, Post 測定それぞれの前半(1-5 球目)と後半(6-10 球目)の打撃パフォーマンス(インパクト距離・空振り率・バットヘッド速度)を対応のある t 検定を用いて比較した。その際, 有意水準はともに 5%未満とした。

III. 結果

1. 投球条件について

Pre 測定, トレーニング, Post 測定の投球速度および投球高の平均値と標準偏差および Pre 測定, Post 測定の投球コースを表 2 に示した. 投球速度, 投球高および投球コースのいずれにおいても Pre 測定と Post 測定の間には有意な差は認められなかった.

表 2 実験時の投球条件

	Pre 測定	トレーニング	Post 測定	
投球速度 (km/h)	150.7±4.1	168.2±4.5	150.0±4.3	
投球高 (m)	0.74±0.10	0.89±0.12	0.74±0.11	
投球コース (%)	インコース	34.0±18.2	-	20.0±0.0
	真ん中	34.0±23.0	-	42.0±17.9
	アウトコース	32.0±13.0	-	38.0±17.9

2. 打撃パフォーマンスについて

実験直後に分析対象者が回答したコメントを験者がまとめた文章の全文を表 3 に示した. 全ての分析対象者が Post 測定の投球は Pre 測定に比べ遅く感じたなどと回答した. そのうち 2 名は Post 測定の最後まで遅く感じたなどと回答したのに対し, 3 名は Post 測定の 5 球目までは遅く感じたが, その後は徐々に Pre 測定の感覚に戻ったなどと回答した. また, 2 名は身体の反応が良くなったと回答したのに対し, 3 名は身体の反応あるいは打撃そのものが向上した感覚はないと回答した.

Pre 測定, Post 測定のインパクト距離, 空振り率およびバットヘッド速度の平均値と標準偏差を表 4 に示した. Post 測定のインパクト距離は Pre 測定に比べ有意に伸長した. 空振り率およびバットヘッド速度については, Pre 測定と Post 測定の間には有意な差は認められなかった. Pre 測定および Post 測定の前半(1-5 球目)と後半(6-10 球目)の打撃パフォーマンスの平均値と標準偏差を表 5 に示した. いずれの項目においても, 有意な差は認められなかった.

表 3 実験後の各分析対象者のコメント

選手 A	Post 測定時は(ボールが)遅く感じたが, 体の反応は変わらなかった. Post 測定の 5 球目以降は Pre 測定時と同じように見えた.
選手 B	Post 測定ではすべてのボールが遅く見えたが, 打撃自体が良くなったという感覚はない.
選手 C	Post 測定では最後まで(ボールが)遅く感じた. (Post 測定では)ボールは見えるようになったが, 体はついてこない.
選手 D	Post 測定時の方がボールがよく見え, 体も反応しやすかった. Post 測定の 5 球目からはまた(ボールが)速く見え始めた.
選手 E	Post 測定時は Pre 測定時に比べ遅く感じた. Post 測定の 5 球目以降は少しずつ元に戻ったが, Pre 測定時ほど(速く感じたわけ)ではない. (Post 測定時は)体も反応しやすくなっていた.

表 4 トレーニング前後の打撃パフォーマンスの比較

		Pre 測定	Post 測定	t 検定
インパクト距離 (cm)	選手 A	40.4±20.4	57.9±20.8	
	選手 B	43.0±16.0	49.0±24.2	
	選手 C	29.6±24.1	44.6±24.5	
	選手 D	50.8±18.4	66.3±13.8	
	選手 E	53.0±19.4	65.8±24.6	
	全選手	43.4±20.8	56.7±22.9	p < 0.01
空振り率 (%)	選手 A	30	50	
	選手 B	40	30	
	選手 C	20	50	
	選手 D	30	30	
	選手 E	20	30	
	全選手	28.0±8.4	38.0±11.0	n.s.
バットヘッド速度 (km/h)	選手 A	103.1±12.3	102.6±15.8	
	選手 B	107.9±10.8	114.0±9.4	
	選手 C	93.3±12.6	101.9±7.6	
	選手 D	105.8±11.0	110.3±8.7	
	選手 E	103.6±19.1	105.5±23.2	
	全選手	102.7±13.9	106.9±14.4	n.s.

表 5 測定前半と後半における打撃パフォーマンスの比較

		インパクト距離 (cm)	t 検定	空振り率 (%)	t 検定	バットヘッド速度 (km/h)	t 検定
Pre 測定	1-5 球目	40.9±24.2		32.0±19.1		102.1±14.7	
	6-10 球目	45.8±16.9	n.s.	24.0±10.0	n.s.	103.3±13.4	n.s.
Post 測定	1-5 球目	59.2±22.5		40.0±16.3		109.6±11.4	
	6-10 球目	54.3±23.4	n.s.	36.0±28.3	n.s.	104.1±16.7	n.s.

IV. 考察

1. 投球条件について

本研究では、超速球を見るトレーニングが打撃のパフォーマンスに与える即時効果を明らかにすることを目的とし、 $168.2 \pm 4.5 \text{ km/h}$ の超速球を15球×2セット見るトレーニングを行い、その前後の打撃パフォーマンスを比較した。はじめに、測定時の条件に差がないか確認するため、Pre測定とPost測定の投球条件(投球速度・投球高・投球コース)を比較した結果、有意な差は認められなかった。このことから、ピッチングマシンによる投球の再現性は高く、Pre測定とPost測定はほぼ同一の条件で実験が行えたと言える。なお、本研究において、投球速度はインパクト直前のボールの移動速度と定義した。実際の現場や上述した鈴木ほか(2015)の研究では、投球速度の測定のためにドップラーレーダー式のスピードガンが用いられており、ボールリリース直後の速度を計測している。Jinji and Sakurai(2006)は、ピッチングマシンから投球されたボールはホームベースに到達するまでに5~10%程度減速することを報告している。そのため、本研究における投球速度は実際の現場や先行研究における投球速度よりも5~10%程度遅い値が算出されていると考えられる。

2. 打撃パフォーマンスについて

分析対象者にトレーニング前後での感覚の変化をアンケートした結果、全ての分析対象者がPost測定の投球はPre測定に比べ遅く感じたなどと回答し、そのうち2名はPost測定の最後までボールが遅く感じたなどと回答したのに対し、3名はPost測定の5球目までは遅く感じたが、その後は徐々にPre測定の感覚に戻ったなどと回答した。石垣・樽本(2003)は、1球前の投球の速度が、その次の投球の速度感覚に影響を及ぼすことを報告しているが、本研究では超速球を30球見続けたことにより、個人差はあるものの、ボールを遅く感じる感覚は1球では消えず、複数球その感覚が継続したと考えられる。一方で、身体的な感覚について、2名は身体の反応が良くなったと回答したのに対し、3名は身体の反応あるいは打撃そのものが向上した感覚はないと回答した。このようにトレーニングによる打撃パフォーマンスの変化について主観的には個人差がみられたが、実際に客観的なパフォーマンスがどのように変化したかを以下に考察する。

インパクト距離はトレーニング後に有意に大きくなっており、打者はより投手側でボールをインパクトしていた。この結果は、超速球を見るトレーニングを5週間行った鈴木ほか(2015)の研究と同様の結果であり、即時的にもこのトレーニングが打撃パフォーマンスに影響を及ぼすことが示唆された。本研究では、空振りの際のインパクト位置をバットの芯とボールが鉛直面上で重なった時点のボール位置と定義しているため、空振りの場合とインパクトできた場合のインパクト位置が最大でボール約1個分異なる可能性が考えられる。そこで、空振りした試技を省き、インパクトできた試技のみを分析した。その結果、Pre測定では $47.1 \pm 19.3 \text{ cm}$ 、Post測定では $62.8 \pm 17.3 \text{ cm}$ であり、Post測定のインパクト距離はPre測定に比べ有意に伸長しており、インパクトできたか否かに関わらずPost測定ではより投手側でボールがインパクトできるようになっていたと言える。インパクト距離が伸長する要因として、投手がボールをリリースしてからフォワードスイング開始(バットヘッドが投手方向に動き始める瞬間)までの判断時間の短縮、もしくはスイング時間の短縮が挙げられる。スイング時間を短縮させるためには、バットヘッド速度を増加させるか、インパクトまでのバットの移動距離を短くする必要がある。超速球を見るトレーニングを行

ったことによりバットヘッド速度が向上するとは考えられないことから、スイング時間を短くするためには、バットの移動距離を短くさせなければならない。その場合、バットを加速する距離が短くなるため、バットヘッド速度は低下すると考えられる。しかしながら、Pre 測定と Post 測定の間バットヘッド速度に有意な差は認められなかった。そのため、本研究において Post 測定は Pre 測定に比べて、スイング時間ではなく、フォワードスイング開始までの判断時間が短縮したことにより、インパクト距離を伸長させることができたと考えられる。一方で、トレーニング前後の空振り率に有意な差は認められなかった。鈴木ほか(2015)は、5 週間のトレーニングにより空振り率が減少したことから、ある速度を正確に打撃するためには、それよりも速い速度に設定された速球を見るトレーニングが有効であると報告していたが、即時的にはその効果は見られなかった。

本研究ではコントロール群を作ることができなかった。そのため、試技前に十分な打撃練習を行ったものの、測定時の打撃の練習効果によって打撃パフォーマンスが変化した可能性も考えられる。そこで、Pre 測定および Post 測定それぞれの前半(1-5 球目)と後半(6-10 球目)に差が生じていないか確認した。その結果、Pre 測定、Post 測定ともに前半と後半の間のインパクト距離、空振り率、バットヘッド速度に有意な差は認められなかった(表 5)。このことから、本研究におけるトレーニング前後でのパフォーマンスの変化は、測定時の打撃における練習効果によるものではなく、超速球を見るトレーニングに起因するものであると言えるだろう。

3. 現場への示唆

本研究において、超速球を見るトレーニングを 15 球×2 セットを行った結果、トレーニング前後の空振り率は変化しなかったことから、即時的に打撃パフォーマンスを大きく向上させるほどのトレーニング効果はないことが示唆された。そのため、超速球を正確に打撃できるようになるためには、超速球での打撃練習、あるいは見るトレーニングを普段から継続的に行う必要がある。

一方で、超速球を見るトレーニングにより、打者はより投手側でボールをインパクトできるようになっていた。そのため、本来打者自身がインパクトしたい位置よりも捕手側でインパクトしてしまっている、いわゆる“差し込まれ”しているときに、超速球を見るトレーニングをすることは、本来インパクトしたい位置に打撃ポイントを修正するのに有効であると考えられる。このように、超速球を見るトレーニングは、即時的に打撃の正確性を向上させることは期待できないものの、わずかな感覚の調整に役立つと考えられる。ただし、トレーニング後には全ての分析対象者のインパクト距離が伸長したものの、トレーニングの効果には個人差が見られ、最も伸長した選手では 17.5cm、最も伸長しなかった選手では 6.0cm と 10cm 以上の差があった。わずかな感覚の調整を行うことを目的としてこのトレーニングを行う際には、トレーニング効果に個人差があることを十分に理解し、トレーニングの強度・回数設定を行う必要があるだろう。

4. 今後の研究課題

上述したように、超速球を見るトレーニングにより打撃の感覚の調整に役立つことが示唆されたが、試合中にトレーニングを行うことは難しい。ブルペンで自チームの速球派投手の投球練習などを見ることにより同様の効果が期待できるものの、超速球を投げられる投手は限られており現実的ではない。これに代用できるトレーニングとして、至近距離から投げられるボールを見たり、ヘッドマウントディスプレイ

を用いて本研究と同様の状況を想定してトレーニングを行ったりすることが挙げられる。今後はこれらのトレーニングが実際に有効かどうかの検証を行うことが望まれる。また、代打や指名打者で出場する選手と違い、守備も行う選手にとっては毎打席このトレーニングが行えるわけではないため、より短時間でトレーニング効果を得られる方法の検討も求められる。これらの検証を行う際には対象とする選手や見る速度によってトレーニング効果の大きさが異なる可能性も考慮し、競技レベルごとに検証する必要があるだろう。

V. まとめ

本研究では、超速球を見るトレーニングが打撃のパフォーマンスに与える即時効果を明らかにすることを目的として実験を行った。その結果、トレーニング後ではトレーニング前に比べ投球が遅く感じ、より投手側でボールをインパクトできるようになっていた。このことから、超速球を見るトレーニングは即時的にも一定の効果があり、特に打撃感覚の修正に役立つことが示唆された。また、分析対象者によって効果の継続時間が異なったものの、最低でも 5 球までは効果が継続したと実感していることから、一定時間効果が継続されることが示唆された。一方で、トレーニング前後の空振り率に変化は認められず、打撃の正確性は向上しなかった。そのため、打撃の正確性を向上させるためには、超速球での打撃練習、あるいは見るトレーニングを普段から継続的に行う必要があることが示唆された。

文献

- ・ 石田和之, 仲井良平, 平野裕一 (2000) 野球打者の打撃の意志決定とバットの運動調節に関する実験的研究. バイオメカニクス研究. 4(3):172-178.
- ・ 石垣尚男, 樽本裕樹 (2003) 野球打者におけるボール速度の感覚. 愛知工業大学研究報告. 38. 207-211.
- ・ Tsutomu Jinji, Shinji Sakurai (2006) Direction of spin axis and spin rate of the pitched baseball. Sports Biomechanics. 5(2): 197-214.
- ・ 高校野球ドットコム (2019) 2019 年の夏の甲子園で 140 キロ超え投手はなんと 44 名 その顔ぶれと球速. <https://headlines.yahoo.co.jp/hl?a=20190823-00010008-hbnippon-base> (配信日:2019 年 8 月 23 日, 参照日:2019 年 10 月 12 日)
- ・ 小村堯, 西園秀嗣, 磨井祥夫, 宮下充正 (1983) バッティングの分析. 身体運動の科学—IV—スポーツのバイオメカニクス. 第 1 版. 日本バイオメカニクス学会編. 杏林書院. pp.157-170.
- ・ 前田明, 鶴原琢哉 (1998) 超速球での打撃練習がレベルの異なる野球選手の動体視力に及ぼす効果. トレーニング科学. 10(1):35-40.
- ・ 前田明, 小森康加, 芝山秀太郎 (1999) 超速球を見るトレーニングが野球選手の動体視力とバントパフォーマンスに及ぼす効果. トレーニング科学. 11(1):1-8.
- ・ 鈴木智晴, 蔭山雅洋, 藤井雅文, 中本浩揮, 前田明 (2015) 直球を見るトレーニングが野球打撃の正確性に及ぼす影響—150km/h と 140km/h を比較して—. トレーニング科学. 26(4):185-195.