

2017年度 修士論文

中学生野球選手における「割れ」習得の
ための基礎的研究

早稲田大学 大学院スポーツ科学研究科

スポーツ科学専攻 コーチング科学研究領域

5016A004-4

井田 雅人

研究指導教員： 土屋 純 教授

中学生野球選手における「割れ」習得のための基礎的研究

I.	緒言	4
II.	方法	6
1	被験者	6
2	実験方法	6
2.1.	実験試技の設定	6
2.2.	実験方法	7
3	データ収集方法	8
3.1.	スイングトレーサー	9
3.2.	角速度センサ	10
3.3.	ハイスピードカメラ	12
4	分析項目と算出方法	12
4.1.	角度の定義	12
4.2.	分析範囲	13
4.3.	分析試技	13
5	統計処理	16
III.	結果	17
1	捻転角度, 捻転角速度の典型例	17
2	中学生野球選手の「割れ」のキネマティクス的特徴	22
2.1.	素振り	22
2.2.	ティーバッティング	23
2.3.	トスバッティング	24
2.4.	マシンバッティング低速	25

2.5.	マシンバッティング中速	26
2.6.	マシンバッティング高速	27
3	実験試技で比較した「割れ」	28
3.1.	捻転角度増加量	28
3.2.	捻転時間	29
3.3.	捻転角速度	30
4	「割れ」がパフォーマンスに与える影響	31
4.1.	各実験試技のスイング速度	31
4.2.	「割れ」とスイング速度の関係	32
IV.	考察	35
1	中学生野球選手の「割れ」のキネマティクス的特徴	35
1.1.	「割れ」のしくみ	35
2	異なる年代の選手との比較	35
2.1.	ティーバッティング	36
2.2.	実打	40
3	打撃条件で比較した「割れ」	41
4	「割れ」がパフォーマンスへ与える影響	45
4.1.	スイング速度	45
4.2.	「割れ」とスイング速度の関係	45

I. 緒言

野球の打撃において、得点を得るためには速い打球を放つこと、飛距離の大きい打球を放つことが重要である。そのためには、インパクト時のバットの先端部分のスイング速度を高めることが求められる。打撃動作では、左右の下肢に作用する地面反力が身体の鉛直軸周りに偶力のように作用することで、体幹部が回転し、体幹部の鉛直軸周りの回転運動を上肢を介してバットに伝達させスイング速度を高めている(矢内, 2007)。このような下肢、腰、肩、上肢、手やバット等の打具への連続的な動作が起こるような運動様式を運動連鎖と呼ぶ。打撃動作における腰から肩への連続的な動作で生じる体幹部の捻転動作は野球界で「割れ」と表現される。この「割れ」は運動連鎖中の下肢から上肢へと動きをつなぐ体幹部の動作であり、運動連鎖をより効果的に行うために重要であると考えられる。

Welch et al., (1995)は、野球の打撃動作の3次元動作分析を行った結果、打撃動作中に腰が肩よりも先に投手方向へ回転していることを報告している。この腰と肩の回転位相のずれにより体幹部が捻転する。また、体幹部の捻転について Buedm et al., (1998)は体幹部の捻転は体幹筋群の伸張—短縮サイクル(stretch-shortening cycle:以下 SSC)を生じさせており、これにより肩から上肢、バットを効果的に加速させることができると明らかにしている。

田内ら(2005)は、打撃動作中の体幹部の捻転がインパクト時のスイング速度に及ぼす影響を明らかにするため、3次元動作解析を行った。その結果、肩と腰の角度の差が最大の時の角度差である最大捻転角度とスイング速度には相関がみられなかったが、捻転を生じさせる際の肩と腰の相対平均角速度とスイング速度には有意な相関がみられた。このことか

ら、体幹部の捻りの大きさはスイング速度に影響を与えないが体幹部の捻転を高速で行うことによって高いスイング速度を獲得できることを明らかにした。そのため、田内ら(2005)は、体幹部の捻転を高速で行うことによって、体幹筋群のSSCを効果的に利用することができるため、捻り戻し時の肩の角加速度を高め、上肢、バットへと運動をつなげることによってスイング速度を高めることができると報告している。

以上のことから、「割れ」はスイング速度を高めるために重要な動作の一つであるといえる。しかし、これまでの研究では大学生からプロ野球選手の比較的技能の高い被験者での研究が主であった。そこで、本研究では育成年代である中学生野球選手を対象とし、育成年代における「割れ」のキネマティクスの特徴と他の年代と比較した際の差を明らかにすることで、育成年代における「割れ」を習得する際の基礎的資料とすることを目的とした(目的①)。また、打撃動作中の体幹に着目した先行研究では、ティーバッティングを対象とした Welch et al., (1995), 田内ら(2005)がある。また、実打(以下投射されたボールを打撃することを実打とする)を対象とした平野(2001), 宮西(2005)等のものがあるが被験者数がそれぞれ2名, 1名と少ない。その中で田内ら(2005)は捻転動作が時間的制約の無いティーバッティングと、制約のある実打では異なるとの指摘をしている。しかし、同じ被験者に対して異なる打撃条件での捻転動作の比較を行った研究はない。そこで本研究では同被験者の異なる打撃条件の捻転動作を比較することによって条件間の「割れ」に差が生じるかを明らかにすることを目的とした(目的②)。さらに、育成年代において異なる打撃条件における「割れ」がパフォーマンス(スイング速度)に与えている影響を明らかにすることを目的とした(目的③)。

II. 方法

1 被験者

被験者は硬式球を用いる中学生野球チームに所属する選手 48 名（年齢： 13.9 ± 1.1 歳，身長： 1.65 ± 0.09 m，体重： 60.1 ± 10.8 kg，BMI： 21.7 ± 2.7 ）とした．本実験の実施にあたり，早稲田大学の人を対象とする研究に関する倫理委員会の承認を得た（承認番号：2017-248）．被験者およびその保護者には実験の主旨および内容を口頭にて十分に説明し，書面による実験参加の同意を得た．

2 実験方法

2.1. 実験試技の設定

実験試技は以下の 6 つを設定した．

① 素振り

任意のタイミングで素振りをさせた．

② ティーバッティング

ティースタンドを用いて，静止したボールを任意のタイミングで打撃させた．ティースタンドの左右前後の位置は被験者に任意で設定させ，高低は被験者の上前腸骨棘の高さに設定した．

③ トスバッティング

ホームプレートから投手側へ 5 m 離れた位置から下手投げで投射されたボールを打撃させた．外的要因を排除するため，投手にはなるべく同じフォーム，球速でストライクゾーンの中心付近に投げるように指示をした．

④⑤⑥ マシンバッティング（低速，中速，高速）

ドラムロール式のピッチングマシン (SMA77K, SSK 社製, 日本) を用いてホームプレートから 15m 離れた位置から投射されたボールを打撃させた。投球速度は, 勝亦ら (2008) の投球速度と年齢に着目した研究を参考に 14 歳から 15 歳の投球速度の最大値である 123.12km/h を基準に設定した。本研究で使用したピッチングマシンはダイヤルによるアナログでの変速設定であるため, 正確に 123.12/km を設定できなかった。そこで, 設定可能な球速のうち先行研究との差が最も小さい 125km/h を高速試技として定義し, ダイヤルの目盛を一つずつ下げたときの投球速度である 109km/h, 97km/h をそれぞれ中速および低速試技と定義した。

2.2. 実験方法

実験は室内練習場にて行った。被験者には十分なウォーミングアップを行わせた後, 本研究で設定した 6 つの実験試技を実施させた。被験者にはセンター方向へ全力で打撃するとの教示を与えた。試技は各条件 3 球ずつとしたが, 素振りを除く 5 つの実験試技で, 3 球の内フェアゾーンに 1 球も打球が飛ばなかった場合のみ, フェアゾーンへ飛ぶまで試技を実施させた。

3 データ収集方法

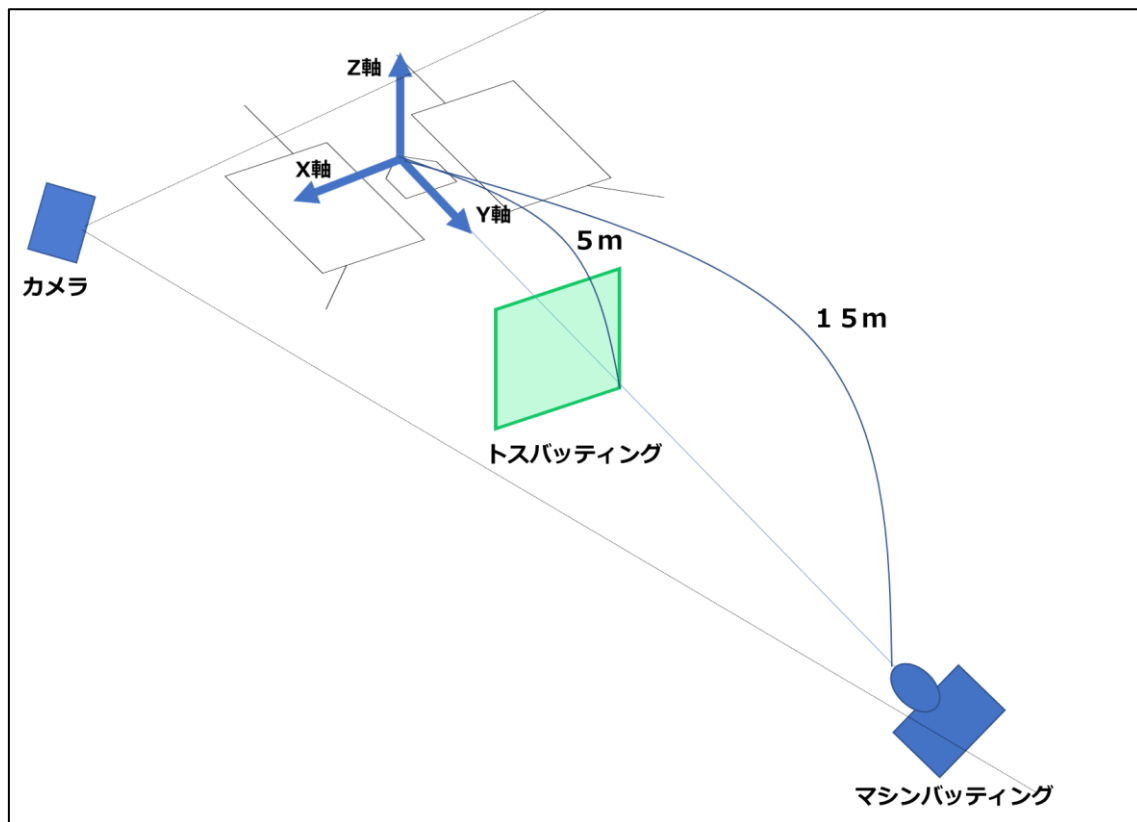


図 1 実験設定図

図 1 に本研究の実験設定図を示した．本研究ではホームプレートの捕手側の頂点を原点とし，投手方向を Y 軸，Y 軸に垂直で右打席から左打席へ方向を X 軸，鉛直上方向を Z 軸とする右手直行座標系を設定した．

3.1. スイングトレーサー

インパクト時のスイング速度を測定するために慣性センサユニット (MIZUNO Swing Tracer, ミズノ社製, 日本, 以下「スイングトレーサーとする」) を用いた. スイングトレーサーとは, 3 軸加速度センサ, 3 軸ジャイロセンサ, 3 軸広レンジ角速度センサを搭載した 9 軸の慣性センサユニットである. 北澤 (2017) のスイングトレーサーにより測定されたスイング速度の精度を検証した研究では, スイング速度の平均誤差は 2.15km/h であり, この測定誤差はスイング速度の 2 % 以下であったことが報告されている. したがって, スイングトレーサーによって計測されたスイング速度の精度は高いといえる. 本研究では, 中学生用金属バット (ネオフライト 21 JH(NFK21JH16), 83cm, 790g, SSK 社製, 日本) のグリップエンドにスイングトレーサーを専用のアタッチメント (スイングトレーサーセンサ用アタッチメント, ミズノ社製, 日本) で装着した. 北澤 (2016) は, スイングトレーサー本体とバットを固定するアタッチメントに手が触れてしまうと測定誤差を生む可能性があるとは指摘している. そこで, 本研究では測定誤差を最小限に抑えるため, スイングトレーサー本体を専用のアタッチメントでバットグリップに装着した後に, テーピングテープ (バトルウィンTM テーピングテープ非伸縮タイプ, ニチバン社製, 日本) で固定した (図 2). スイングトレーサーによるデータは, Bluetooth を介してスマートフォン上のアプリケーション (Swing Tracer, ミズノ社製) と通信し, アプリケーションを操作することによって取得した.



図 2 スイングトレースの固定法

3.2. 角速度センサ

Z 軸周りの肩と腰の角速度を測定するために角速度センサ(スポーツセンシング社製, 日本)を肩(両肩峰を結んだ線と胸椎が交わる交点の背面), 腰(両上前腸骨棘を結んだ線と仙骨が交わる交点の背面)それぞれに一つずつ貼付した(図 2). 角速度センサの座標軸は(図 3)に示した. 貼付には, 両面テープ(Pro-Flex II, アメリカ)を用いた. また, 角速度センサが貼付した位置からずれることを防ぐために, 角速度センサを上からテーピングテープ(ニトリートキネシオロジーテープ, 日東メディカル社製, 日本), で固定した. 実験の際には, 測定開始時に肩と腰の角度がずれていると正確な測定が出来ないため, 被験者がホームプレートに正対した立位の状態で静止しているのを確認してから測定を開始した. 2 台の角速度センサの同期とデータ収集は, 無線を介して PC 上のアプリケーション

(スポーツセンシングワイヤレスセンサモジュール ver. 7.9.2, スポーツセンシング社製, 日本)で操作することによって行った.

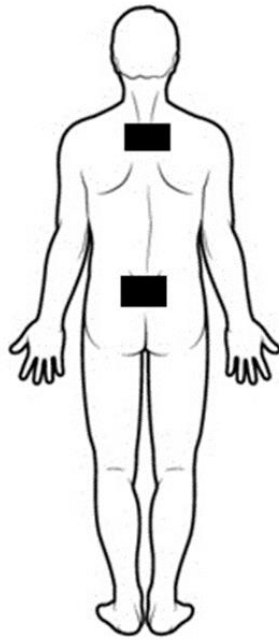


図2 角速度センサの貼付位置(上が肩,下が腰)

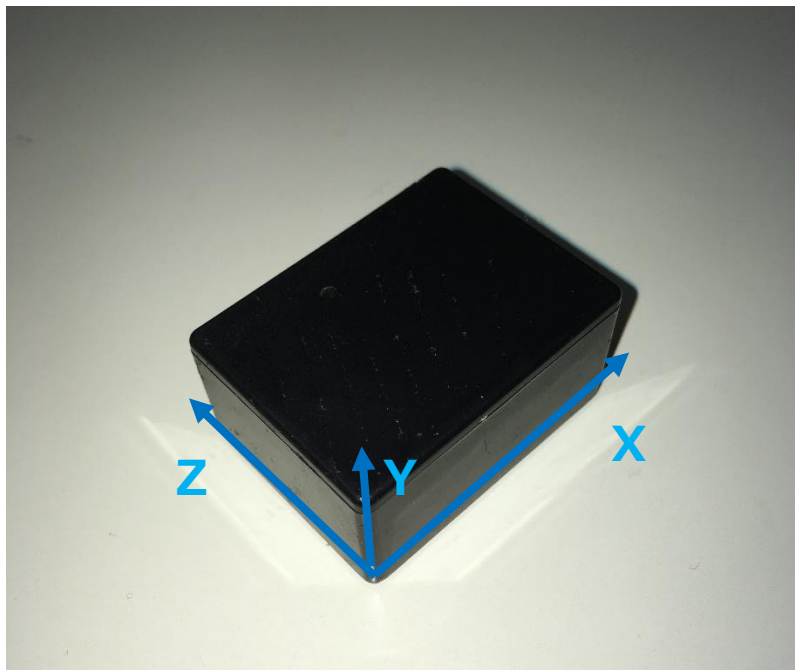


図3 角速度センサの座標軸

3.3. ハイスピードカメラ

インパクトの時刻を測定するためにハイスピードカメラ (EXILIM EX-100PRO, カシオ社製, 日本) を用いた. ハイスピードカメラの設定は, 毎秒 240 フレーム, 露出時間 1/2000 秒とした. 撮影範囲はピッチングマシンの投射位置から被験者のインパクト位置までとした. ハイスピードカメラの時間と角速度センサの測定開始時点同期をするために, 角速度センサの測定開始時に同期発光ユニット (同期発光ユニット, SS-WSYLT1, スポーツセンシング社製, 日本) を発光させた. インパクト時刻はバットとボールがインパクトした瞬間のフレーム番号を計測し, 同期した角速度センサの周波数に合わせることによって算出した.

4 分析項目と算出方法

4.1. 角度の定義

角速度センサから得られた肩, 腰の Z 軸周りの角速度を時間積分した値を肩および腰の角度とした. 角度の定義は, 身体がホームプレートと正対した時の肩および腰の角度を 0 度とした (図 4). また, 肩腰それぞれが投手方向へ向く角度を正, 捕手方向へ向く角度を負とした. さらに, 左打者に関しては Z 軸を反転させることにより右打者と正負の関係を合わせた.

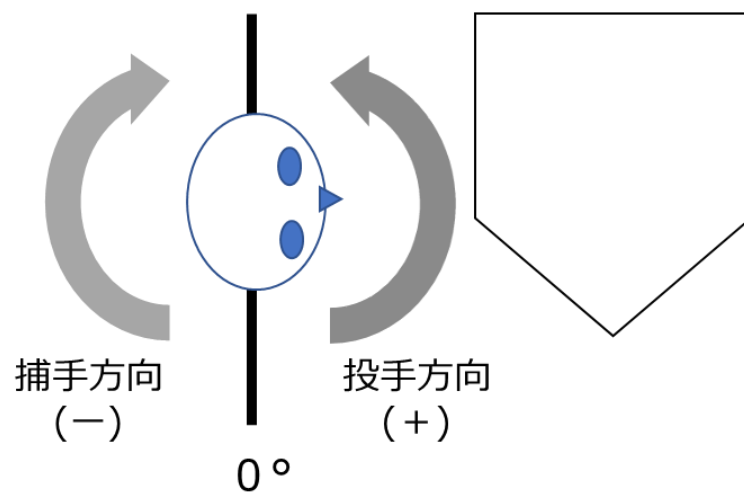


図 4 角度の定義

4.2. 分析範囲

角速度センサから得られた腰の角速度は静止している状態でも±1deg/s 付近の値を示していた。そこで確実に回転していると判断できる10deg/s を超えた時刻を腰回転開始時とし、腰回転開始時からインパクト時刻までを分析範囲とした。

4.3. 分析試技

分析試技は、素振り是最もスイング速度の大きい試技、その他の5つの試技はフェアゾーンへ飛んだ打球の内、最もスイング速度の大きい試技を分析対象とした。

4.4. 捻転角度と最大捻転角度時

体幹の捻転を表すために腰と肩の角度の差を捻転角度とした。また、分析範囲中で、捻転角度が最大になった時刻を最大捻転角度時とした。

4.5. 「割れ」の定義

「割れ」の大きさを表す指標として、腰回転開始時から最大捻転角度時までの捻転角度の増加量を捻転角度増加量として算出した。

「割れ」の時間を表す指標として、腰回転開始時から最大捻転角度時までの時間を捻転時間として算出した。

「割れ」の速さを表す指標として、腰回転開始時から最大捻転角度時、最大捻転角度時からインパクト時の肩と腰の平均相対速度を捻転角速度として算出した。捻転角速度については捻転角度が増大する時を正、減少するときを負とした。

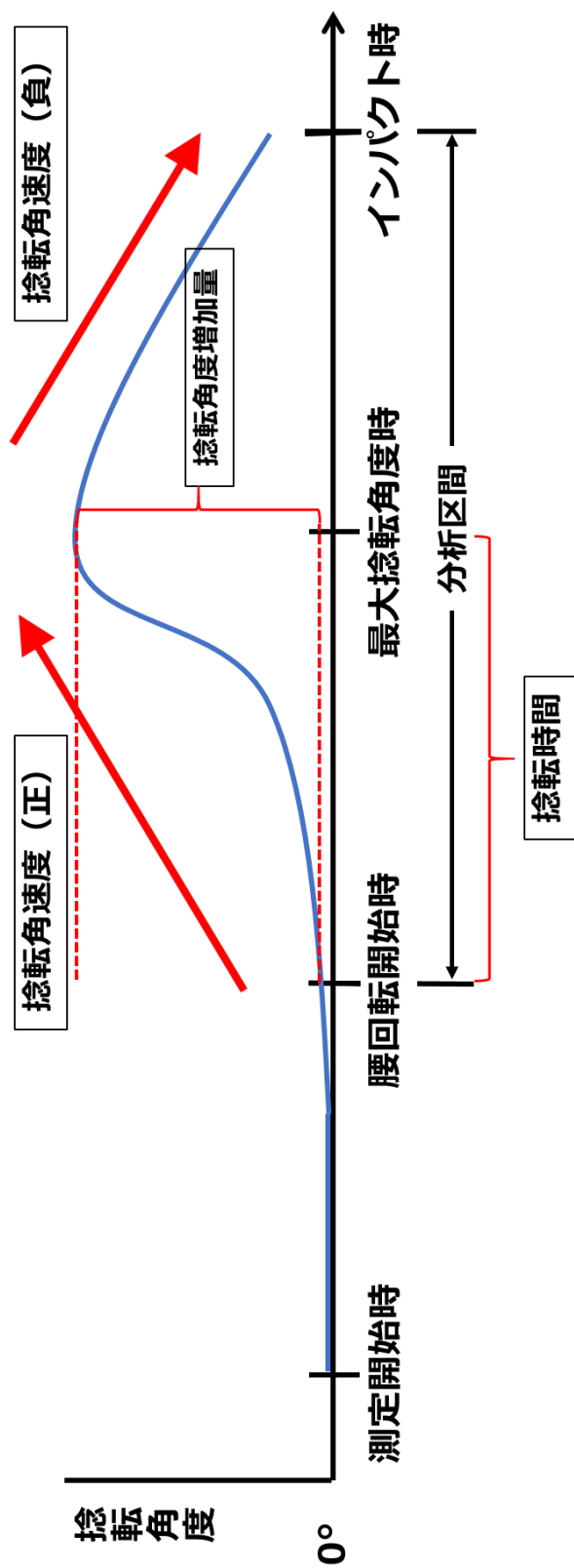


図 5 分析項目のイメージ

5 統計処理

本研究で算出したすべてのデータは、平均値±標準偏差で示した。本研究で得られたデータの統計処理は統計解析ソフトウェア (SPSS Statistics ver.24, IBM 社製, 日本) を用いて行った。分析項目の実験試技間の比較には、対応のある一元配置分散分析を用いた。実験試技の効果がみられた際には、事後検定として Bonferroni の多重比較検定を行った。スイング速度と捻転角度増加量、捻転時間、捻転角速度、BMI の関係进行分析するために、Pearson の積率相関係数を用いた。実験試技によってスイング速度に影響を及ぼす要因を分析するためにスイング速度を従属変数とし、捻転角度増加量、捻転時間、捻転角速度、BMI を独立変数としてステップワイズ法による重回帰分析を行った。すべての統計処理において、危険率 5%未満 ($p < 0.05$) を有意水準とした。

III. 結果

1 捻転角度, 捻転角速度の典型例

測定開始時からインパクト時までおよび腰回転開始時からインパクト時までの肩, 腰, 捻転の角度及び角速度の典型例を捻転角度および捻転角速度の典型例を図 6, 7, 8, 9 に示した.

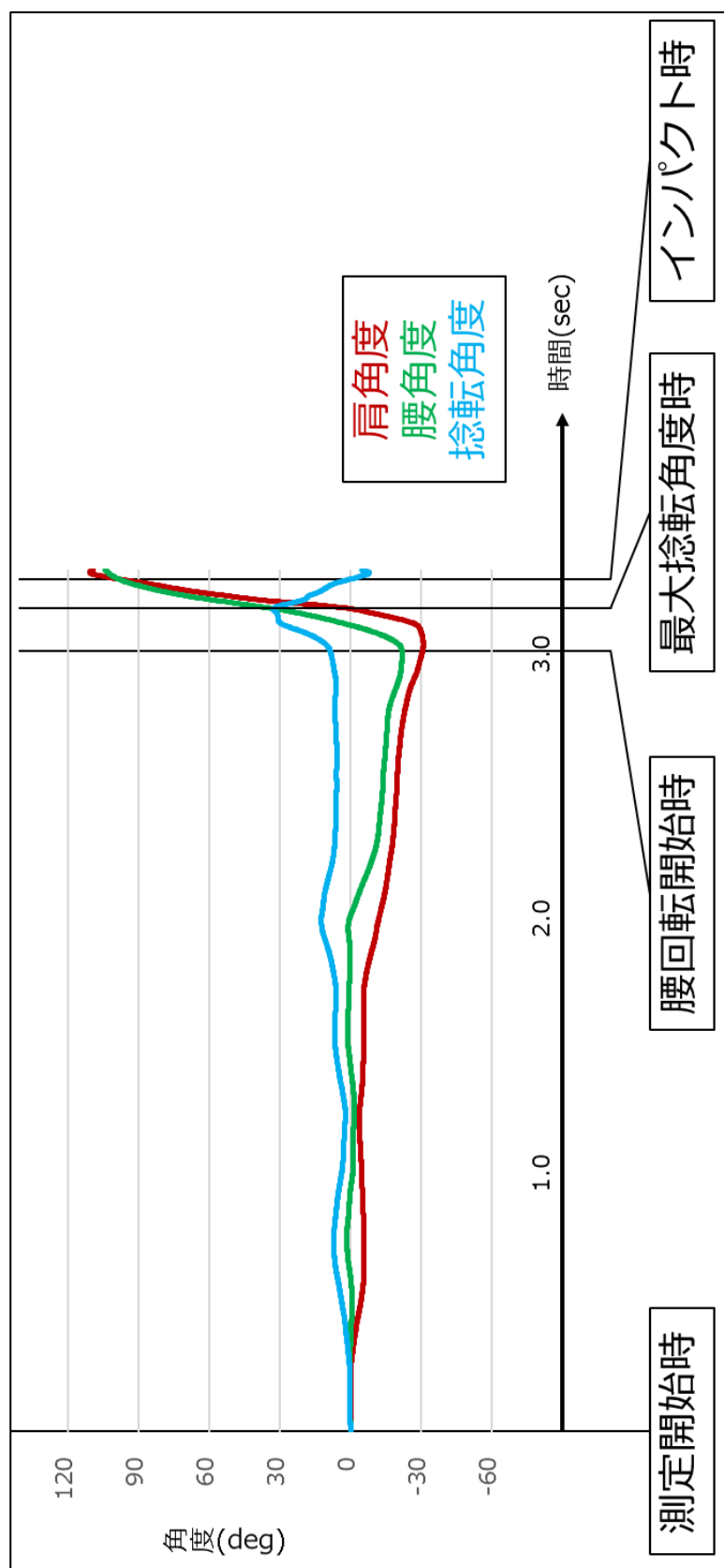


図 6 測定開始時からインパクトまでの角度

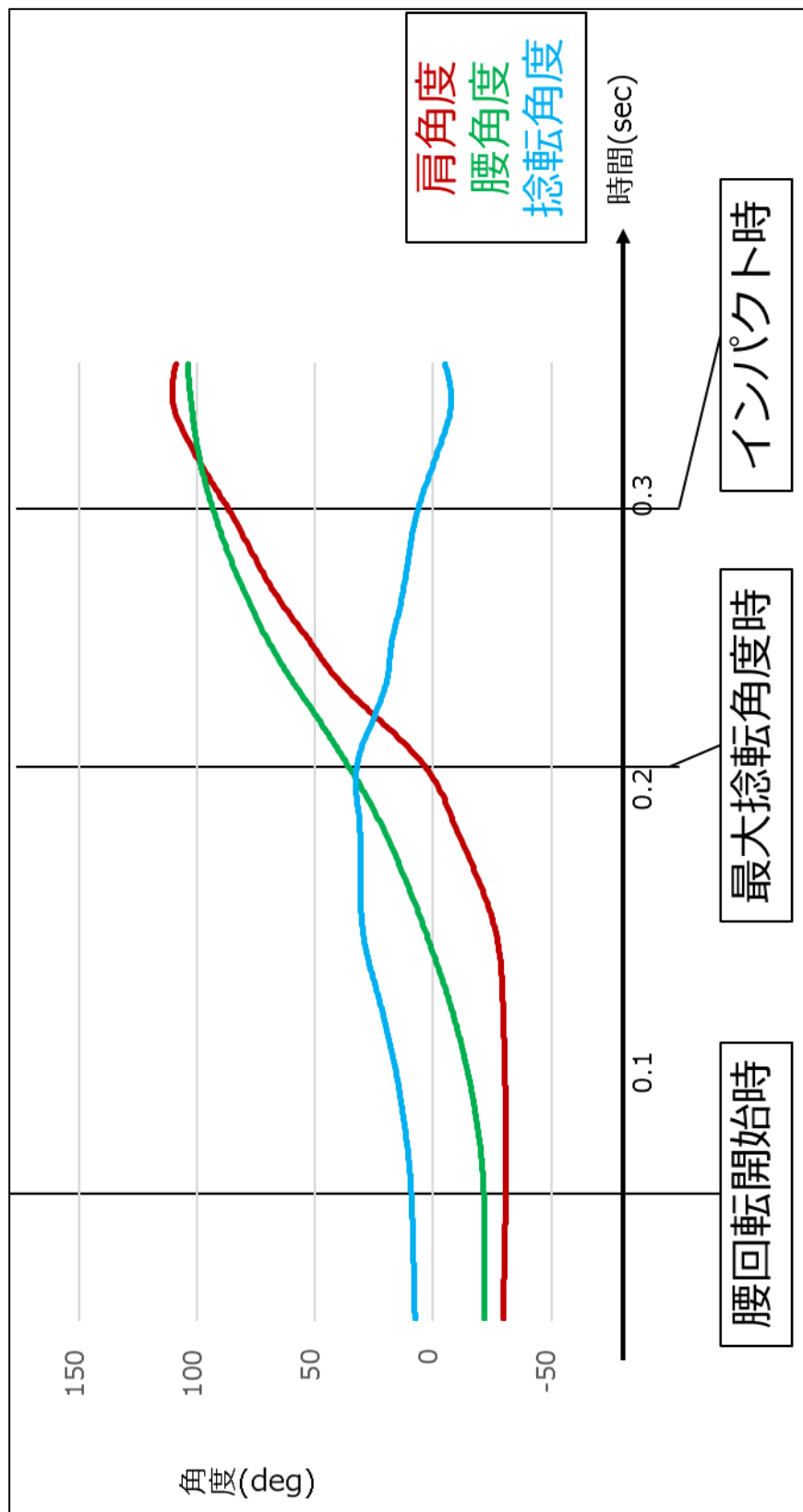


図 7 腰回転開始時からインパクト時までの角度

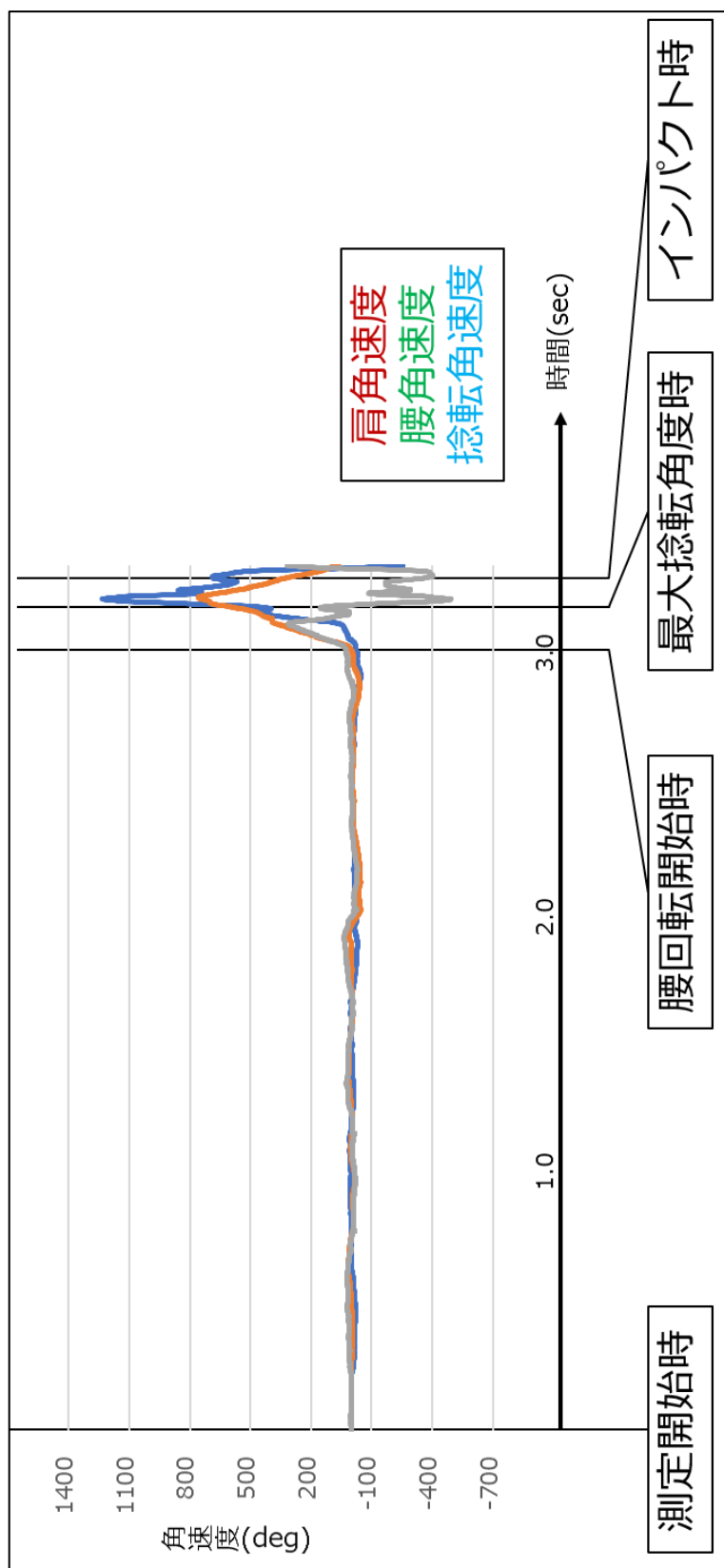


図 8 測定開始時からインパクト時までの角速度

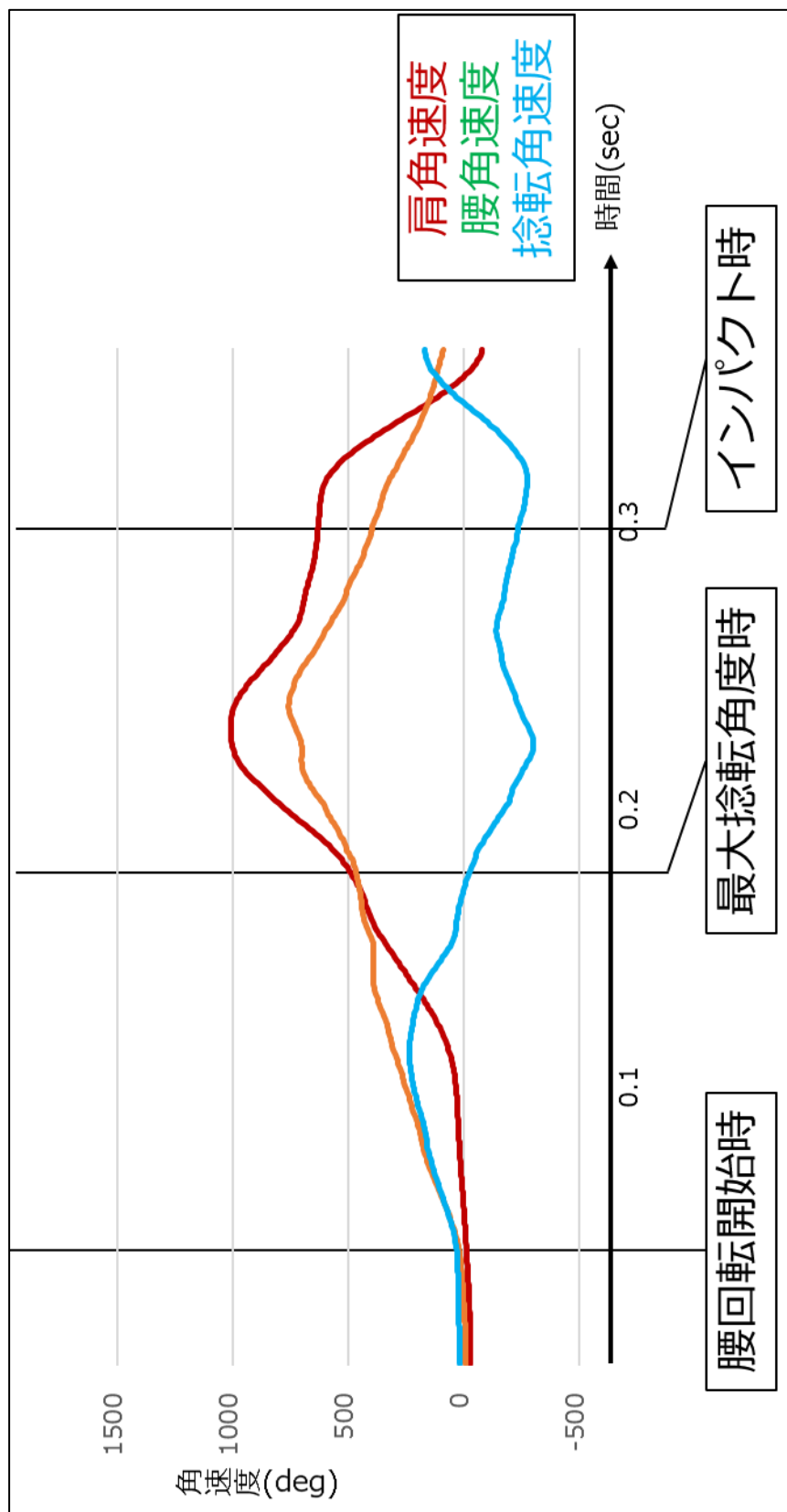


図 9 腰回転開始時からインパクト時までの角速度

2 中学生野球選手の「割れ」のキネマティクスの特徴

各実験試技における全被験者の平均の肩,腰,捻転の角度および角速度,最大角速度を示した.

2.1. 素振り

腰回転開始時における肩の角度は $-35.9 \pm 14.1 \text{deg}$,腰の角度は $-23.2 \pm 13.0 \text{deg}$,体幹の捻転角度は $12.7 \pm 7.8 \text{deg}$ であった.最大捻転時における肩の角度は $-2.4 \pm 28.4 \text{deg}$,腰の角度は $24.8 \pm 29.1 \text{deg}$,体幹の捻転角度は $27.3 \pm 10.0 \text{deg}$ であった.腰回転開始から最大捻転までの捻転角速度は $72.54 \pm 43.4 \text{deg/s}$ であった.最大角速度は肩が $819.3 \pm 115.9 \text{deg/s}$,腰が $708.8 \pm 98.1 \text{deg/s}$ であった(表1).

表1 素振りにおける肩,腰,捻転の角度および角速度,最大角速度

		腰回転開始	最大捻転	インパクト
角度(deg)	肩	-35.9 ± 14.1	-2.4 ± 28.4	*
	腰	-23.2 ± 13.0	24.8 ± 29.1	*
	捻転	12.7 ± 7.8	27.3 ± 10.0	*
		腰回転開始から最大捻転		最大捻転からインパクト
角速度(deg/s)	捻転角速度	72.5 ± 43.4		*
最大角速度(deg/s)	肩	819.3 ± 115.9		
	腰	708.8 ± 98.1		

*:データなし

2.2. ティーバッティング

腰回転開始時における肩の角度は $-38.4 \pm 14.0 \text{deg}$, 腰の角度は $-24.0 \pm 14.0 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $14.4 \pm 7.4 \text{deg}$ であった. 最大捻転時における肩の角度は $-9.4 \pm 27.3 \text{deg}$, 腰の角度は $21.1 \pm 27.3 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $30.4 \pm 10.3 \text{deg}$ であった. インパクト時における肩の角度は $76.0 \pm 18.2 \text{deg}$, 腰の角度は $87.1 \pm 16.6 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $10.8 \pm 13.8 \text{deg}$ となった. 腰回転開始から最大捻転までの捻転角速度は $88.4 \pm 48.1 \text{deg/s}$, 最大捻転角度からインパクトまでの捻転角速度は $-137.8 \pm 84.7 \text{deg/s}$ となった. 最大角速度は肩が $855.6 \pm 117.0 \text{deg/s}$, 腰が $727.1 \pm 93.3 \text{deg/s}$ であった(表2).

表2 ティーバッティングにおける肩,腰,捻転の角度および角速度,最大角速度

		腰回転開始	最大捻転	インパクト
角度(deg)	肩	-38.4 ± 14.0	-9.4 ± 27.3	76.0 ± 18.2
	腰	-24.0 ± 14.0	21.1 ± 27.3	87.1 ± 16.6
	捻転	14.4 ± 7.4	30.4 ± 10.3	10.8 ± 13.8
		腰回転開始から最大捻転		最大捻転からインパクト
角速度(deg/s)	捻転角速度	88.4 ± 48.1		-137.8 ± 84.7
最大角速度(deg/s)	肩	855.6 ± 117.0		
	腰	727.1 ± 93.3		

2.3. トスバッティング

腰回転開始時における肩の角度は $-25.9 \pm 9.5 \text{deg}$, 腰の角度は $-16.6 \pm 10.7 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $9.2 \pm 7.8 \text{deg}$ であった. 最大捻転時における肩の角度は $-4.5 \pm 24.1 \text{deg}$, 腰の角度は $32.2 \pm 26.7 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $27.6 \pm 9.9 \text{deg}$ であった. インパクト時における肩の角度は $80.8 \pm 23.0 \text{deg}$, 腰の角度は $88.5 \pm 18.4 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $7.0 \pm 18.3 \text{deg}$ となった. 腰回転開始から最大捻転までの捻転角速度は $103.6 \pm 50.2 \text{deg/s}$, 最大捻転角度からインパクトまでの捻転角速度は $-153.9 \pm 112.0 \text{deg/s}$ であった. 最大角速度は肩が $852.4 \pm 165.8 \text{deg/s}$, 腰が $714.5 \pm 110.9 \text{deg/s}$ であった(表3).

表3 トスバッティングにおける肩,腰,捻転の角度および角速度,最大角速度

		腰回転開始	最大捻転	インパクト
角度(deg)	肩	-25.9 ± 9.5	-4.5 ± 24.1	80.8 ± 23.0
	腰	-16.6 ± 10.7	32.2 ± 26.7	88.5 ± 18.4
	捻転	9.2 ± 7.8	27.6 ± 9.9	7.0 ± 18.3
		腰回転開始から最大捻転		最大捻転からインパクト
角速度(deg/s)	捻転角速度	103.6 ± 50.2		-153.9 ± 112.0
最大角速度(deg/s)	肩	852.4 ± 165.8		
	腰	714.5 ± 110.9		

2.4. マシンバッティング低速

腰回転開始時における肩の角度は $-23.1 \pm 9.0 \text{deg}$, 腰の角度は $-15.5 \pm 11.0 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $7.5 \pm 9.8 \text{deg}$ であった. 最大捻転時における肩の角度は $-9.9 \pm 23.8 \text{deg}$, 腰の角度は $40.1 \pm 26.1 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $30.4 \pm 12.0 \text{deg}$ であった. インパクト時における肩の角度は $77.1 \pm 14.7 \text{deg}$, 腰の角度は $89.5 \pm 16.2 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $12.5 \pm 17.0 \text{deg}$ となった. 腰回転開始から最大捻転までの捻転角速度は $122.9 \pm 63.4 \text{deg/s}$, 最大捻転角度からインパクトまでの捻転角速度は $-169.0 \pm 117.0 \text{deg/s}$ となった. 最大角速度は肩が $829.3 \pm 176.5 \text{deg/s}$, 腰が $704.7 \pm 117.0 \text{deg/s}$ であった(表4).

表4 マシンバッティング低速における肩,腰,捻転の角度および角速度,最大角速度

		腰回転開始	最大捻転	インパクト
角度(deg)	肩	-23.1 ± 9.0	-9.9 ± 23.8	77.1 ± 14.7
	腰	-15.5 ± 11.0	40.1 ± 26.1	89.5 ± 16.2
	捻転	7.5 ± 9.8	30.4 ± 12.0	12.5 ± 17.0
		腰回転開始から最大捻転		最大捻転からインパクト
角速度(deg/s)	捻転角速度	122.9 ± 63.4		-169.0 ± 117.0
最大角速度(deg/s)	肩	829.3 ± 176.5		
	腰	704.7 ± 100.3		

2.5. マシンバッティング中速

腰回転開始時における肩の角度は $-22.1 \pm 8.4 \text{deg}$, 腰の角度は $-14.0 \pm 10.9 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $8.2 \pm 9.6 \text{deg}$ であった. 最大捻転時における肩の角度は $-11.3 \pm 20.4 \text{deg}$, 腰の角度は $40.9 \pm 24.1 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $29.6 \pm 11.0 \text{deg}$ であった. インパクト時における肩の角度は $81.6 \pm 14.8 \text{deg}$, 腰の角度は $91.6 \pm 18.8 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $9.9 \pm 18.3 \text{deg}$ となった. 腰回転開始から最大捻転までの捻転角速度は $116.4 \pm 57.6 \text{deg/s}$, 最大捻転角度からインパクトまでの捻転角速度は $-171.5 \pm 101.4 \text{deg/s}$ となった. 最大角速度は肩が $844.4 \pm 155.4 \text{deg/s}$, 腰が $712.2 \pm 94.7 \text{deg/s}$ であった(表5).

表5 マシンバッティング中速における肩,腰,捻転の角度および角速度,最大角速度

		腰回転開始	最大捻転	インパクト
角度(deg)	肩	-22.1 ± 8.4	-11.3 ± 20.4	81.6 ± 14.8
	腰	-14.0 ± 10.9	40.9 ± 24.1	91.6 ± 18.8
	捻転	8.2 ± 9.6	29.6 ± 11.0	9.9 ± 18.3
		腰回転開始から最大捻転		最大捻転からインパクト
角速度(deg/s)	捻転角速度	116.4 ± 57.6		-171.5 ± 101.4
最大角速度(deg/s)	肩	844.4 ± 155.4		
	腰	712.2 ± 94.7		

2.6. マシンバッティング高速

腰回転開始時における肩の角度は $-21.1 \pm 8.6 \text{deg}$, 腰の角度は $-13.1 \pm 10.0 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $7.9 \pm 10.0 \text{deg}$ であった. 最大捻転時における肩の角度は $8.2 \pm 20.4 \text{deg}$, 腰の角度は $37.9 \pm 23.6 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $30.1 \pm 10.3 \text{deg}$ であった. インパクト時における肩の角度は $75.4 \pm 16.7 \text{deg}$, 腰の角度は $86.4 \pm 19.1 \text{deg}$, 体幹の捻転角度は $11.0 \pm 17.7 \text{deg}$ となった. 腰回転開始から最大捻転までの捻転角速度は $126.5 \pm 66.3 \text{deg/s}$, 最大捻転角度からインパクトまでの捻転角速度は $-148.8 \pm 85.4 \text{deg/s}$ となった. 最大角速度は肩が $798.2 \pm 130.2 \text{deg/s}$, 腰が $684.2 \pm 83.8 \text{deg/s}$ であった(表6).

表6 マシンバッティング高速における肩,腰,捻転の角度および角速度,最大角速度

		腰回転開始	最大捻転	インパクト
	角度(deg)	-21.1 $\pm$ 8.6	8.2 $\pm$ 20.4	75.4 $\pm$ 16.7
	腰	-13.1 $\pm$ 10.0	37.9 $\pm$ 23.6	86.4 $\pm$ 19.1
	捻転	7.9 $\pm$ 10.2	30.1 $\pm$ 10.3	11.0 $\pm$ 17.7
角速度(deg/s)	捻転角速度	腰回転開始から最大捻転		最大捻転からインパクト
		126.5 $\pm$ 66.3		-148.8 $\pm$ 85.4
最大角速度(deg/s)	肩	798.2 $\pm$ 130.2		
	腰	684.2 $\pm$ 83.8		

3 実験試技で比較した「割れ」

3.1. 捻転角度増加量

実験試技の相違が体幹の捻転角度増加量に与える影響を分析するために分散分析を行った(図10)。その結果,実験試技の主効果がみられた($F(3, 86)=38.253, p<0.001$)。捻転角度増加量は,素振りがトスバッティング,マシンバッティング低速,中速,高速と比べて小さく,ティーバッティングがマシンバッティング低速,中速,高速と比べて小さく,トスがマシンバッティング低速,中速,高速と比べて小さく,マシンバッティング低速及びマシンバッティング中速がマシンバッティング高速と比べて小さい値を示した($p<0.05$)。

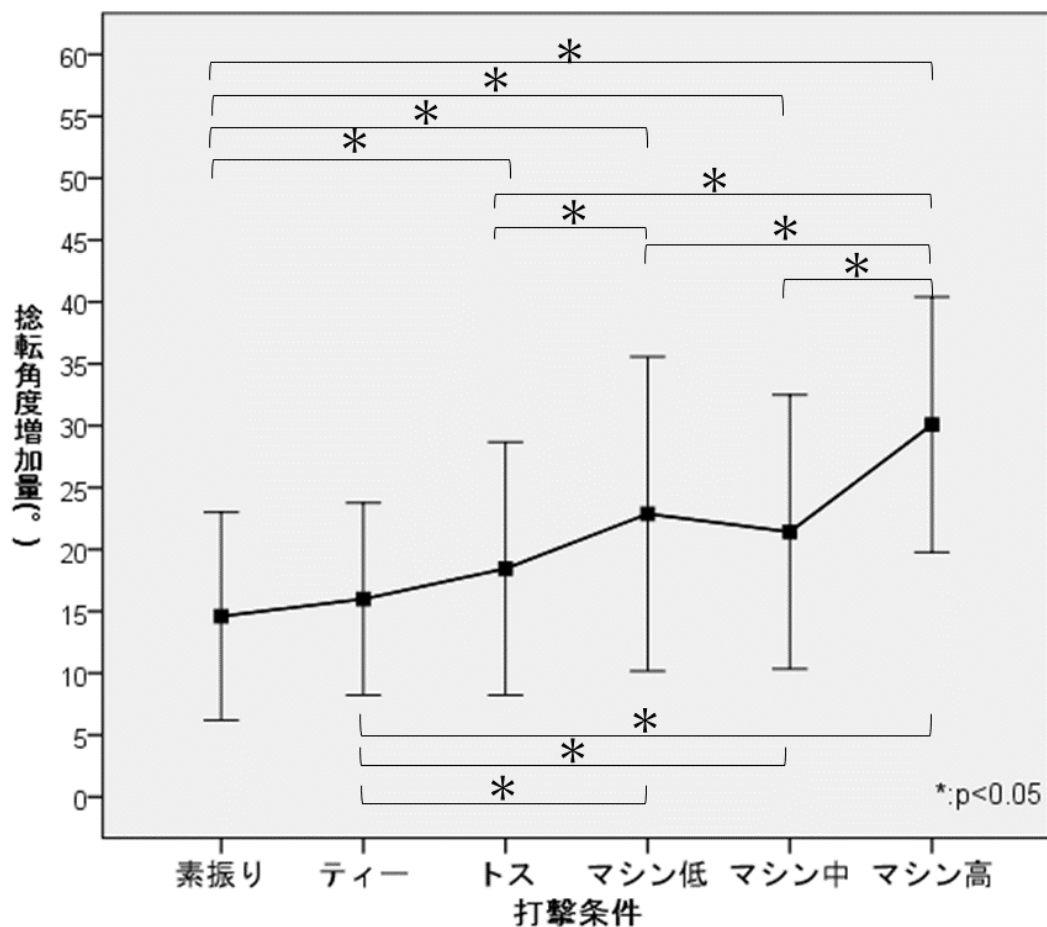


図10 捻転角度増加量

3.2. 捻転時間

実験試技の相違が捻転時間に与える影響を分析するために分散分析を行った(図 1 1). その結果, 実験試技の主効果がみられた($F(3, 16)=5.16, p<0.002$). 素振りにおける捻転時間はトスバッティングおよびマシンバッティング高速と比べて大きい値を示した($p<0.05$).

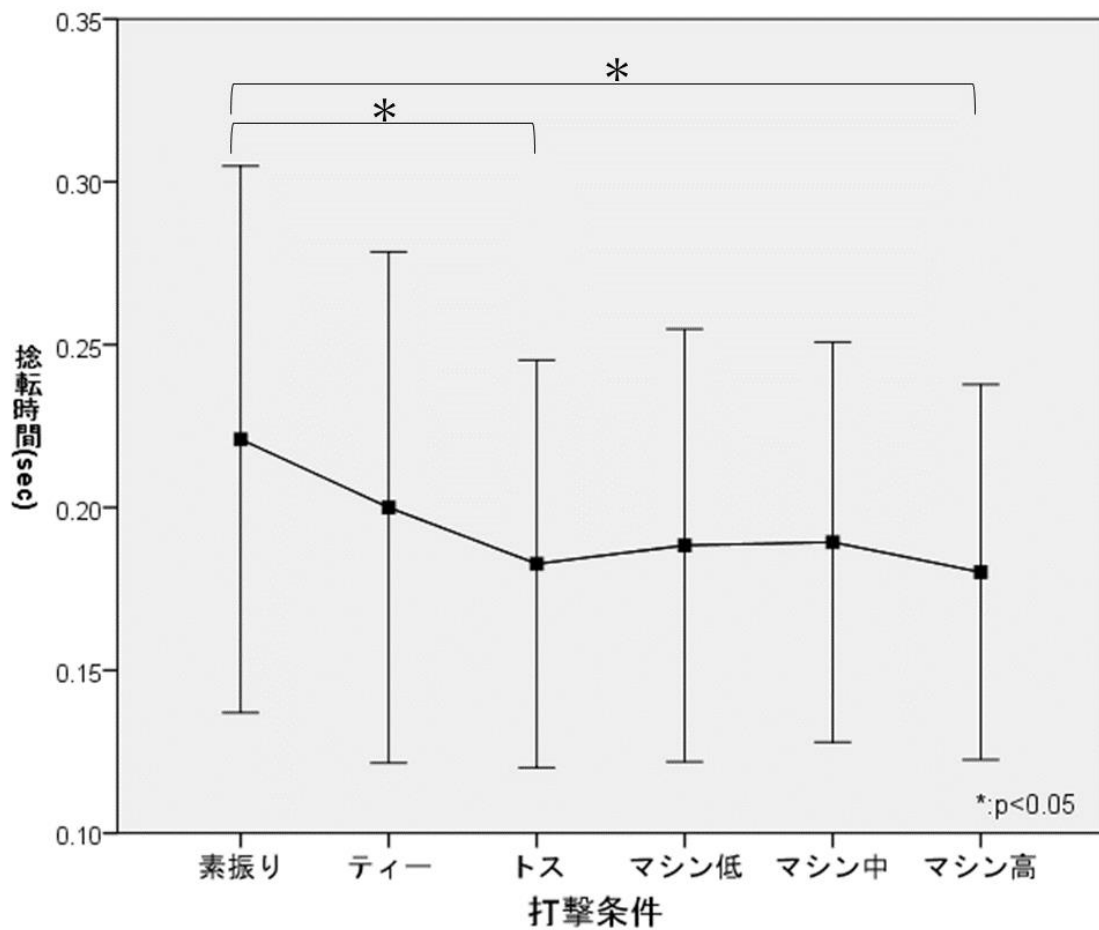


図 1 1 捻転時間

3.3. 捻転角速度

実験試技の相違が捻転角速度に与える影響を分析するために分散分析を行った(図12). その結果, 実験試技の主効果がみられた($F(2.55)=16.98, p<0.001$). 捻転角速度は, 素振りがトスバッティング, マシンバッティング低速, 中速, 高速と比べて小さく, ティーバッティングがマシンバッティング低速, 中速, 高速と比べて小さい値を示した($p<0.05$).

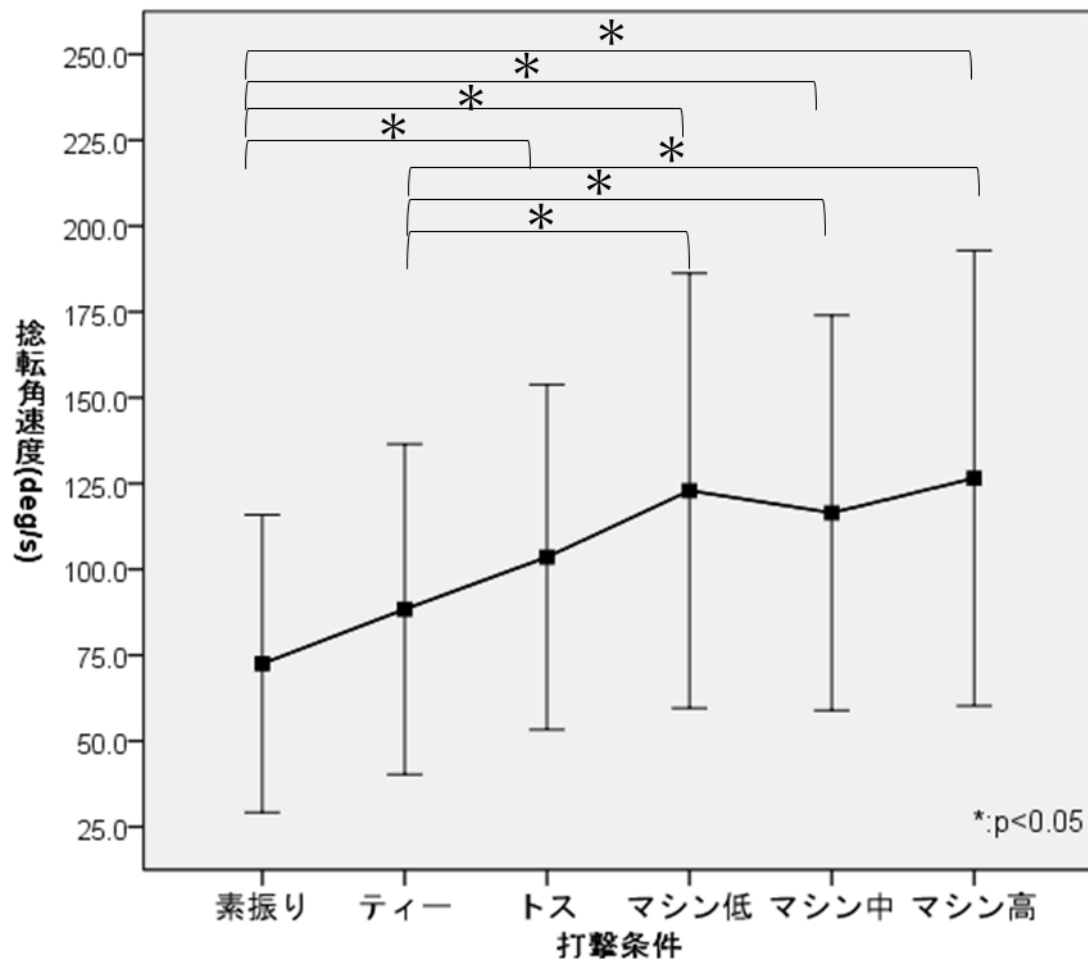


図12 捻転角速度

4 「割れ」がパフォーマンスに与える影響

4.1. 各実験試技のスイング速度

各実験試技のスイング速度と、実験試技の相違がスイング速度に与える影響を分析するために分散分析を行った(図13). その結果, 実験試技の主効果がみられた($F(3.56)=84.64, p<0.001$). スイング速度は, 素振りが, ティーバッティング, トスバッティング, マシンバッティング低速, 中速, 高速と比べて大きく, ティーバッティングがトスバッティング, マシンバッティング低速, 中速, 高速と比べて大きく, トスバッティングがマシンバッティング低速, 中速, 高速と比べて大きく, マシンバッティング低速がマシンバッティング高速と比べて大きく, マシンバッティング中速が, マシンバッティング高速と比べて大きい値を示した($p<0.05$).

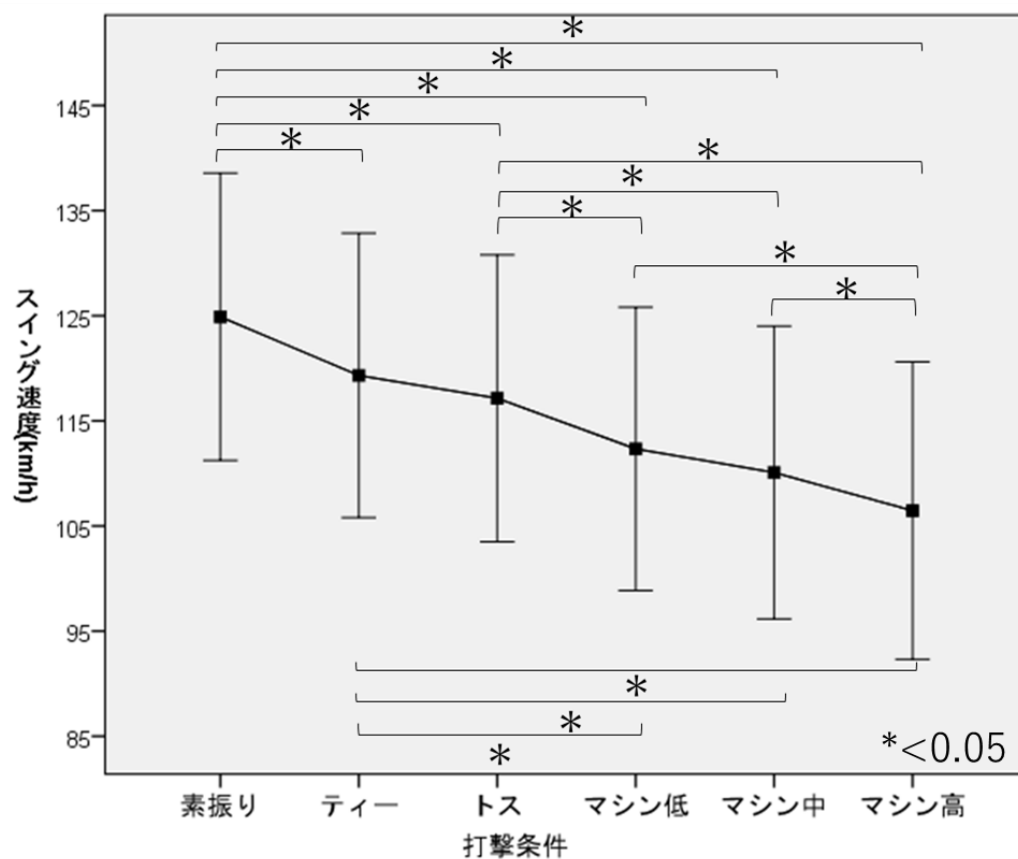


図 1 3 スイング速度

4.2. 「割れ」とスイング速度の関係

各実験試技におけるスイング速度と捻転角度増加量の関係に関して、素振り ($r=0.306, p<0.05$), トスバッティング ($r=0.300, p<0.05$), マシンバッティング中速 ($r=0.339, p<0.05$), マシンバッティング高速 ($r=0.300, p<0.05$) にてスイング速度と捻転角度増加量の上に有意な正の相関が認められた。スイング速度と相関が認められた実験試技の相関係数の間に有意な差は認められなかった。

各実験試技におけるスイング速度と捻転時間の間に有意な相関は認められなかった。

各実験試技におけるスイング速度と捻転角速度の関係に関して、トスバッティング ($r=0.287, p<0.05$), マシンバッティング低速 ($r=0.356, p<0.05$), マシンバッティング中速 ($r=0.464, p<0.01$), マシンバッティング高速 ($r=0.467, p<0.01$) にてスイング速度と捻転角速度の間に有意な正の相関が認められた。スイング速度と捻転角速度の間に相関が認められた実験試技の相関係数の間に有意な差は認められなかった。

各実験試技におけるスイング速度と BMI の間に、素振り ($r=0.502, p<0.01$), ティーバッティング ($r=0.480, p<0.01$), トスバッティング ($r=0.409, p<0.01$), マシンバッティング低速 ($r=0.379, p<0.01$), マシンバッティング中速 ($r=0.376, p<0.01$) にて、スイング速度と BMI の間に有意な正の相関が認められた。スイング速度と BMI の間に相関が認められた実験試技の相関係数の間に有意な差は認められなかった。

素振りにおけるスイング速度の説明変数として BMI と捻転角度増加量の 2 変数が選択された ($Y=63.986+2.498_{X1}+0.459_{X2}$ ($X1$: BMI, $X2$: 捻転角度増加量), $F=11.162, p=0.000$)。その寄与率は、33% ($R=0.576$) である。推定

値の標準誤差は BMI で 12.0km/h, BMI と捻転角度増加量で 11.4km/h であった.

ティーバッティングにおけるスイング速度の説明変数として BMI が選択された ($Y=66.651+2.427_{X1}(X1: BMI)$, $F=13.738$, $p=0.001$). その寄与率は 23% ($R=0.480$) である. 推定値の標準誤差は 12.0km/h であった.

トスバッティングにおけるスイング速度の説明変数として BMI が選択された ($Y=71.794+2.090_{X1}(X1: BMI)$, $F=9.259$, $p=0.004$). その寄与率は 17% ($R=0.409$) である. 推定値の標準誤差は 12.6km/h であった.

マシンバッティング低速におけるスイング速度の説明変数として BMI と捻転角速度の 2 変数が選択された ($Y=60.976+1.933_{X1}+0.77_{X2}(X1: BMI, X2: 捻転角速度)$, $F=8.472$, $p=0.001$). その寄与率は 27% ($R=0.523$) である. 推定値の標準誤差は BMI で 12.6km/h, BMI と捻転角速度で 11.7km/h であった.

マシンバッティング中速におけるスイング速度の説明変数として捻転角速度と BMI の 2 変数が選択された ($Y=60.934+0.103_{X1}+1.710_{X2}(X1: 捻転角速度, X2: BMI)$, $F=10.681$, $p=0.000$). その寄与率は 32% ($R=0.567$) である. 推定値の標準誤差は捻転角速度で 13.0km/h, 捻転角速度と BMI で 12.1km/h であった.

マシンバッティング高速におけるスイング速度の説明変数として捻転角速度が選択された ($Y=93.844+0.100_{X1}(X1: 捻転角速度)$, $F=12.834$, $p=0.001$). その寄与率は 22% ($R=0.467$) である. 推定値の標準誤差は 12.6km/h であった.

表7 スイング速度を予測する回帰分析

打撃条件	変数	β	r	回帰式	寄与率(%)	SEE
素振り	ステップ1					
	BMI	0.502	***	$Y=69.209+2.566_{X1}(X1:BMI)$	25	11.95
	ステップ2					
	BMI	0.489	***			
ティー	捻転角度増加量	0.282	*	$Y=63.986+2.498_{X1}+0.459_{X2}(X1:BMI,X2:捻転角度増加量)$	33	11.42
	ステップ1					
	BMI	0.480	**	$Y=66.651+2.427_{X1}(X1:BMI)$	23	12.00
	ステップ1					
トス	ステップ1					
	BMI	0.409	*	$Y=71.794+2.090_{X1}(X1:BMI)$	17	12.59
	ステップ1					
	BMI	0.379	*	$Y=70.829+1.913_{X1}(X1:BMI)$	14	12.6
マシン低	ステップ2					
	BMI	0.383	*			
	捻転角速度	0.360	*	$Y=60.976+1.933_{X1}+0.77_{X2}(X1:BMI,X2:捻転角速度)$	27	11.74
	ステップ1					
マシン中	捻転角速度	0.464	**	$Y=97.013+0.112_{X1}(X1:捻転角速度)$	22	13.04
	ステップ2					
	捻転角速度	0.427	**			
	BMI	0.328	*	$Y=60.934+0.103_{X1}+1.710_{X2}(X1:捻転角速度,X2:BMI)$	32	12.11
マシン高	ステップ1					
	捻転角速度	0.467	**	$Y=93.844+0.100_{X1}(X1:捻転角速度)$	22	12.64

注) β : 標準偏回帰係数, r: 相関係数, SEE: 推定値の標準誤差, *: $p<0.01$, **: $p<0.001$, ***: $p<0.0001$

IV. 考察

1 中学生野球選手の「割れ」のキネマティクスの特徴

1.1. 「割れ」のしくみ

中学生野球選手の「割れ」がどのように発生しているか明らかにするため、「割れ」の各要素を算出した。その結果、腰回転開始時には肩および腰が捕手方向へ回転していた。その上、肩が腰よりも大きく捕手方向へ回転していたため、体幹部に捻転が生じていた。このことから、スイングが開始する前の予備動作の段階であらかじめ、体幹を捻転させていることが明らかになった。その後、腰が投手方向へ回転を始めた後に肩も投手方向へ回転を始める。しかし、肩よりも腰がより大きく投手方向へ回転するため捻転角度は増大を続け、最大捻転角度を迎える。最大捻転角度を迎えると腰の回転に肩が追いついていく動作が見られるため捻転角度は減少しながらインパクトを迎える。この傾向は全ての実験試技で同様の傾向が見られた。このことから、中学生野球選手の「割れ」は、予備動作の段階で「割れ」が発生しており、その後「割れ」の大きさを増大させつつ最大捻転角度を迎えた後に「割れ」の大きさを減少させながらインパクトを迎えていることが明らかになった。また、実験試技によって角度変化のパターンには影響を与えていないことが明らかになった。

2 異なる年代の選手との比較

中学生野球選手の「割れ」のキネマティクスの特徴を明らかにするためティーバッティングと実打としてマシンバッティング高速の条件を抽出した。両者とも異なる年代の選手の先行研究が行われているため比較を行うことによって中学生野球選手の特徴が明らかになると考えた。マ

シンバッティング高速については先行研究から基準の速度として設定した条件であるため、最も中学生野球選手の投じる投球と近いと判断し、実打として設定した。

2.1. ティーバッティング

中学生野球選手のティーバッティング中の「割れ」が中学生固有の動作であるのかを明らかにするため、Welch et al., (1995)が報告したプロ野球選手(メジャーリーグ)12名のティーバッティングにおける体幹のキネマティクス(以下本節にて本研究について言及する際には「プロ野球選手」とする)と、田内ら(2005)が報告した大学生野球選手 12名のティーバッティングにおける体幹のキネマティクス(以下本節にて本研究について言及する際は「大学生野球選手」とする)との比較を行う。なお、両研究のデータについては表8に記載した。

田内ら(2005)			Welch et al.,(1995)		
角度(deg)	肩回転開始		腰回転開始		インパクト
	最大捻転	インパクト	最大捻転	最大捻転	
肩	-56.7±8.4	82.8±10.3	-51.7±7.6	-40	64
腰	-15.0±7.2	49.3±12.9	-4.3±10.6	-10	82
捻転	41.7±8.8	-33.6±12.9	47.3±9.5	30	18
角速度(deg/s)	肩回転開始から最大捻転		腰回転開始から最大捻転		最大捻転からインパクト
	捻転角速度	最大捻転からインパクト	捻転角速度	最大捻転からインパクト	
	64.7±53.4	-406.5±77.2	*	*	*
最大角速度(deg/s)	肩		腰		
	最大角速度	最大角速度	最大角速度	最大角速度	
	1012.2±104.0	937±102	384.5±77.1	714±76	

*:データなし

表 8 田内ら(2005)と Welch et al., (1995)のデータを基に

角度定義を本研究に合わせ算出

腰回転開始時の角度(大学生野球選手のみ肩回転開始時)は,中学生野球選手と同様に肩が腰よりも大きい負の角度を示していた.その後,中学生野球選手は腰の角度が正の値,投手方向へ向いた状態で最大捻転をしていたのに対し,大学生野球選手,プロ野球選手ともに腰の角度が負の値,つまり捕手方向へ向いた状態で最大捻転をしていた.腰回転開始から,角度が増大してインパクトに至ることから,中学生野球選手は遅いタイミング,すなわちインパクトに近いタイミングで最大捻転を迎えている可能性が考えられる.そこで,中学生野球選手の最大捻転からインパクトまでの時間を算出したところ, $0.13 \pm 0.05 \text{sec}$ であった.大学生野球選手の研究では選手1名の典型例が示されており,最大捻転からインパクトまでの時間は,約 0.15sec であった.また,プロ野球選手においても,最大捻転からインパクトまでの時間は,約 0.2sec であった.これらのことから,中学生野球選手は最大捻転がややインパクトに近いタイミングで起きている可能性が示唆された.

「割れ」の速度について大学生野球選手と比較すると,中学生野球選手は腰回転開始から最大捻転までの捻転角速度,つまり「割れ」を作る速度は速いが最大捻転からインパクトまでの捻転角速度,つまり「割れ」を戻す速度は遅いということが示された.田内ら(2005)は体幹を捻転することによって体幹筋群にSSCが生じ,強い捻り戻しが起きると推察している.また,Burden et al.,(1998)はSSCによる筋の活性水準の増大,およびそれに伴う出力の増大は筋の伸張速度に依存することを明らかにしている.しかし,今回の研究では中学生野球選手のほうが捻りを作る,つまり筋の伸張速度が速かったのに対し,捻り戻しの速度は遅かった.これが,中学生野球選手と大学生野球選手の筋出力の差なのかは筋量や,筋の

最大出力を測定していないため明らかにできない。しかし、淵本ら(1980)は最大パワーの増加量を10歳から19歳までを100%とすると10歳から15歳までに90%増加すると指摘している。このように、中学生野球選手は筋出力的にも成長段階にあるため、捻り戻しの速度が遅くなった可能性が考えられる。

各局面における肩、腰の角度について中学生野球選手と大学生野球選手の標準偏差をみると中学生野球選手の方が標準偏差が大きかった。この要因として、中学生野球選手の技能の差や体格差が挙げられる。中学生野球選手は競技レベルが未熟なため技能のばらつきが生じていたこと、身長体重の標準偏差が大学生野球選手、プロ野球選手より大きかったことが標準偏差の大きさを生んでいたと考えられる。

2.2. 実打

中学生野球選手の実打中の「割れ」が中学生固有の動作であるのかを明らかにするため,宮西ら(2009)が報告した大学生野球選手 1 名(以下本節にて本研究について言及する際は「大学生野球選手」とする)のマシンバッティングにおける体幹のキネマティクスとの比較を行う.なお,本研究のデータについては表 9 に記載した.

		宮西(2009)		
角度(deg)		踏み出し足着地	最大捻転	インパクト
	肩	-28	-9	89
	腰	0	42	87
	捻転	31	51	-2
角速度(deg/s)		踏み出し脚着地から最大捻転		最大捻転からインパクト
	捻転角速度	332		-837
最大角速度(deg/s)	肩	1216		
	腰	691		

表 9 宮西(2009)のデータを基に角度定義を本研究に合わせ算出

腰回転開始時の角度は両研究で分析開始時の定義が異なるが(宮西(2009)は踏み出し脚着地を分析開始としていた)が,中学生野球選手と同様に肩が腰よりも大きい負の角度を示していた.その後最大捻転を迎え,インパクトで捻転角度が減少するという点では一致していた.しかし,「割れ」の速度については,大学生野球選手の方が「割れ」を作る速度,「割れ」を戻す速度ともに大きかった.これは,ティーバッティングと同様に中学生野球選手の筋出力が成長段階にあるということに加え,Burden et al.,(1998)の SSC の出力の増大は筋の伸張速度に依存するという報告も要因として挙げられる.

3 打撃条件で比較した「割れ」

実験試技の相違が「割れ」の各要素に与える影響を調べた。

実験試技についてまとめると、素振りでは、打者が自由なタイミングで打撃をすることができる(時間的制約が無い)ことに加え、バットにボールをインパクトしないため、バットの軌道を制御する必要が無い(空間的制約が無い)。ティーバッティングは素振りと同様に時間的制約は無いが、静止しているボールを打撃するため空間的制約が生じる。トスバッティングは、投手方向から山なりに投射されるボールを打撃するため時間的制約と空間的制約が生じる。マシンバッティング低速、中速、高速はトスバッティングよりも、ボールがホームプレートへ到達する時間が順番に短くなっていくため、短い時間でボールの到達位置や時間を判断し打撃する必要があり時間的制約が大きくなる。これらのことから素振りから順に打撃の難易度が上がると推察される。

捻転角度増加量は、素振りとティーバッティングで小さく、マシンバッティング高速で大きいことが示された。捻転時間は、素振りが、トスバッティング、マシンバッティング高速よりも長かった。捻転角速度は、素振りとティーバッティングで遅く、トスバッティングとマシンバッティングでは速いことが示された。

このことから素振りでは、「割れ」の大きさが小さいかつ「割れ」の時間も長いため「割れ」を作る速度が遅いことが明らかになった。また、ティーバッティングでは「割れ」の大きさが小さいため「割れ」を作る速度が遅いことが明らかになった。トスバッティング、マシンバッティング低速、マシンバッティング中速の3つの条件はトスバッティングとマシンバッティング低速の間にのみ「割れ」の大きさに差はみられたものの

「割れ」の時間に差は無いため、「割れ」を作る速度に差は見られなかった。しかし、素振りやティーバッティングと比較すると「割れ」を造る速度が速く、マシンバッティング高速と比較すると遅いということが明らかになった。マシンバッティング高速では、全ての条件と比較して「割れ」の大きさが大きいため、「割れ」を造る速度が速いということが明らかになった。

最も差の大きかった素振りとマシンバッティング高速を比較すると、捻転角度増加量で約 15deg, 捻転時間で、約 0.05sec, 捻転角速度で約 50deg/s の差がみられた。素振りとティーバッティングとの間に「割れ」の各要素の有意差が見られなかったことから、素振りとマシンバッティング高速において「割れ」の各要素に影響を与えているのは、空間的制約ではなく時間的制約であることが考えられる。本研究ではセンター方向に全力で打撃するとの教示を与えたため、素振りでは、自由なタイミングで最もスイング速度が高まるような動作で打撃したと考えられる。実際に素振りの平均スイング速度は $124.9 \pm 13.7 \text{ km/h}$ と全条件で最も速かった。矢内(2007)はインパクト時のスイング速度を高めるためにはスイング開始時にシステム(打者の身体とバットを合わせた系全体)がもつ角運動量の総量の最大化が必要であると報告している。そのためには、打撃動作開始の段階で両足に作用する偶力のような地面反力を最大化することや、身体の Z 軸周りの投手方向への角速度を高めることが必要であることから素振りでは、長い時間をかけて大きい地面反力や身体の投手方向への角速度を獲得していたのではないかと推察される。そのため、「割れ」の大きさが小さいかつ「割れ」の時間の長い、つまり「割れ」を作る速度が遅いという SSC の作用が少ないと考えられる動作でも打者が高いスイ

ング速度を獲得できたのではないかと考えられる。一方、マシンバッティング高速のように時間的制約が強い条件では、打者は打撃動作を短く行わなければならない。そのため、素振りよりも短い時間でシステムの各運動量を獲得しなければならないため、「割れ」を作る速度を速くすることによる SSC の作用を利用することによってスイング速度を得ていたと考えられる。

以上の事から、打撃条件によって「割れ」の特徴が異なっており、素振りでは「割れ」による SSC の作用をあまり利用していないことが示唆された。また、ティーバッティング、トスバッティング、マシンバッティング低速についても有意差は無いがマシンバッティング高速との関係に素振りと同様の傾向が見られた。このことから難易度の低い条件で高いスイング速度を得るために必要なシステムの角運動量を得るためには、筋出力が必要であるため体格的な要素が影響していると考えられる。

トスバッティング、マシンバッティング低速、中速において「割れ」の各要素に差が見られなかったのは被験者にとって時間的制約の差を感じられなかったからだと考えられる。マシンバッティング高速については中学生野球選手の最大投球速度を設定速度としているため、今回の被験者にとって速いと感じる速度であったのに対し、その他の投射される試技の投球速度は普段打ち慣れている速度であるため、普段どおりの打撃動作で打撃していたと考えられる。

「割れ」を作る速度がその後の「割れ」を戻す速度に関係があるのかどうかを調べるために各実験試技の腰回転開始時から最大捻転角度時までの捻転角速度と最大捻転角度時からインパクト時までの捻転角速度の相関を調べた(表 10)。その結果、ティーバッティングとトスバッティン

グにおいて負の相関が認められた。このことから、ティーバッティングとトスバッティングにおいて「割れ」を作る速度と「割れ」を戻す速度に関係があることが明らかになった。また、田内ら(2005)は「割れ」を作る速度と最大捻転から 0.04sec までの捻転角速度との間に負の相関が見られたとの報告しているため、同様の検証を行った。その結果、全ての試技において有意な負の相関が見られた。このことから「割れ」を作る速度は「割れ」を戻す際の立ち上がりの角速度と関係があることが明らかになった。この結果は、短い時間で大きな力を発揮できる SSC が「割れ」によって起きていることを示唆する結果となった。

表 1 0 各実験試技における捻転角速度の相関

	ティー	トス	マシン低	マシン中	マシン高
「割れ」を作る速度/ 「割れ」を戻す速度	* -0.34	* -0.30	0.05	-0.26	-0.28
「割れ」を作る速度/ 最大捻転角度から 0.04secまでの捻転角 速度	** -0.57	** -0.43	** -0.62	** -0.41	** -0.42

*=p<0.05;**=p<0.01

4 「割れ」がパフォーマンスへ与える影響

4.1. スイング速度

パフォーマンスの指標としてスイング速度を計測した。その結果、ティーバッティングとトスバッティング及びマシンバッティング低速とマシンバッティング中速の間を除く全ての試技で差が見られた。素振りで最も速く難易度が上がるほど遅くなるという結果になった。このことから、時間的制約、空間的制約が大きくなるほどスイング速度が遅くなるという事が明らかになった。

4.2. 「割れ」とスイング速度の関係

「割れ」の大きさについてティーバッティングとマシンバッティング低速を除く4つの条件でスイング速度との間に正の相関が見られた。これらの結果はティーバッティングにおいてスイング速度と「割れ」の大きさには相関が無いという田内ら(2005)の報告を支持する結果となったが他の実験試技では異なる結果となった。この結果が、実験試技による差なのか被験者の年齢による差なのかは本研究で得られたデータからは判断ができない。今後、筋出力の測定も含めたデータの蓄積によって明らかにできると思われる。

「割れ」を作る速度についてトスバッティング、マシンバッティング低速、中速、高速にスイング速度との間に正の相関が見られた。このことから投射されるボールに対しては捻りを作る速度が大きい選手はスイング速度が速いということが示唆された。

BMI についてマシンバッティング高速を除く5つの試技でスイング速度との間に正の相関が見られた。このことから、難易度の最も高いマシンバッティング高速以外の条件では体格的要素がスイング速度に影響を与

えていることが示唆された。

各実験試技において「割れ」と体格的要素である BMI がスイング速度に与える影響が異なっていた。そこで実験試技におけるスイング速度を予測するための回帰分析を行った。

その結果、素振りでは BMI と捻転角度増加量の 2 変数、ティーバッティングとトスバッティングでは BMI、マシンバッティング低速では BMI と捻転角速度、マシンバッティング中速では捻転角速度と BMI、マシンバッティング高速では捻転角速度がスイング速度の個人差を説明する変数として選択された。また、素振り、ティーバッティング、トスバッティング、マシンバッティング低速では BMI が最もスイング速度への影響が強く、マシンバッティング中速、高速では捻転角速度が最もスイング速度に影響を与えていた。このことから、マシンバッティング中速や、高速のような、時間的制約が強い条件では体格的要素の影響が少なくなり、「割れ」がスイング速度に大きく影響を与えていることが明らかになった。4 つの条件で BMI が最もスイング速度への影響を与えた要因として前節で考察した、難易度の低い条件では体格的要素が影響を与えるという内容を支持する結果となった。

以上の事から中学生野球選手において打撃条件の差によって、スイング速度に与える影響が異なることが明らかになった。素振りや、ティーバッティングは練習時に多く用いられる方法である。しかし、今回の結果から、これらの練習方法と実際の試合環境に近いマシンバッティングでは「割れ」の動作、スイング速度に対する貢献度が異なることが明らかになった。そのため、練習の際には差を理解して、素振りや、ティーバッティングでは実際の投球をイメージしながら打撃する等の工夫をして実際の試

合環境に近づけて練習を行う必要があると考えられる。

V. 結論

本研究は、中学生野球選手が「割れ」を習得するために、中学生野球選手の「割れ」のキネマティクスの特徴、打撃条件による「割れ」の相違点と、異なる打撃条件がスイング速度に与えている影響を明らかにすることを目的とした。

その結果、中学生野球選手の「割れ」は予備動作の段階であらかじめ「割れ」が発生していること、その後「割れ」の大きさが増大し最大捻転角を迎えた後にインパクトが起きることが明らかになった。また、他の年代の選手と比較すると、最大捻転のタイミングや捻転の速度が異なることが明らかになった。さらに、打撃条件によって「割れ」の大きさや速度が異なること、「割れ」の速度がスイング速度に対する貢献度が異なることが明らかになった。

以上のことから、中学生野球選手が「割れ」を習得するためにはより実際の試合環境に近い実打で習得を目指すことが効果的であると考えられる。

参考文献

- 1) Burden AM, Grimshaw PN, Wallace, ES, (1998) Hip and shoulder rotations during the golf swing of sub-10 handicap players. Journal of sports science 16:165-176
- 2) 平野裕一 (2001) 打球スポーツと体幹の働き. 体育の科学 51(6):444-448
- 3) 淵本隆文, 金子公有 (1980) 人体筋の力・速度・パワー関係における年齢差. 体育学研究 25(4):237-279
- 4) 勝亦陽一, 金久博昭, 川上泰雄, 福永哲夫 (2008) 野球選手における投球スピードと年齢の関係. スポーツ科学研究 5:224-234
- 5) 北澤将太 (2017) 二種類のスイングによるトレーニングにおけるスイングスピードの変動. 早稲田大学スポーツ科学部 2016 年度卒業論文:7-9
- 6) 宮西智久 (2009) 野球の投・打動作の体幹捻転研究-SSC 理論に着目して-. 日本バイオメカニクス学会 13(3)159-163
- 7) 田内健二, 南形和明, 川村卓, 高松薫 (2005) 野球のティーバッティングにおける体幹の捻転動作がバットスピードに及ぼす影響. スポーツ法学研究 11(1)2-8
- 8) 矢内利政 (2007) 野球のバッティングにおける重心移動と回転運動-Deterministic model を利用した分析-. バイオメカニクス研究 11(3):200-212
- 9) Welch CM, Banks SA, Cook FF, Draovitch P (1995) Hitting a baseball: a biomechanical description. Journal of orthopaedic & sports physical therapy 22(5):193-201

VI. 謝辞

本研究は、指導教員である土屋純先生のご指導の下行われました。土屋先生のどうせならチーム全員のデータを取ったらという一言から本研究はスタートしました。その結果、全員とはいきませんでした。48名という野球の打撃動作研究の中でも非常に多い被験者数で研究を進めることが出来ました。また、ミーティングの際には大量のデータの扱いに困り目的から外れている時に、常に本筋を逃さないよう指導をして頂きました。土屋先生に心から感謝の意を表します。

また、副査を快く引き受けていただいた矢内利政先生には、学部生の頃から変わらぬご指導を頂きました。特に統計のご指導、「割れ」についての矢内先生のご意見、大変参考になりました。心より感謝申し上げます。

同じく副査を快く引き受けていただいた藤田善也先生には、角速度センサーを用いるというアイデアを頂きました。また、ミーティングの際にも常に貴重な指摘やアドバイスを頂きました。心より感謝申し上げます。

土屋研究室の皆さんには、本研究を進めるにあたり、多くのご指導、ご協力をしていただきました。特に、岡部さんにはプログラムの作成から実験の手伝い、論文の添削まで幅広くお手伝いしていただきました。ありがとうございます。

本研究を実施するにあたり、実験場の提供をしていただいた狭山西武ボーイズの代表、被験者を引き受けてくれた選手の皆にも心よりお礼申し上げます。今後はチームに関わることでできる機会は減ってしましますが、時間の許す限り携わっていかれたらと思っています。

最後に、私のことを常に支えてくれた両親に心より感謝の意を表します。