

機関番号：82632

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21700613

研究課題名（和文）野球投手の投球数の増加にともなう投球動作の変容に関するバイオメカニクス的分析

研究課題名（英文）Biomechanical analysis of changes in pitching motion during a simulated baseball game

研究代表者

平山 大作（HIRAYAMA DAISAKU）

独立行政法人日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センター・スポーツ科学研究部・研究員

研究者番号：60466670

研究成果の概要（和文）：

野球投手の投球数の増加にともなう投球動作の変化について検討を行った。踏込脚接地時において肩関節外転角度が減少した。肩甲帯の挙上角度が減少し、肩甲帯の前後方向の可動域が減少した。踏込脚の股関節伸展の正仕事、負仕事、絶対仕事が減少した。踏込脚の股関節伸展の絶対仕事の減少は、下肢のトレーニングの重要性を示唆するもので、踏込脚接地時での肩関節外転角度の減少は、「肘下がり」を示すものであると考えられる。また、「肘下がり」には、肩甲帯の動きも影響していることが考えられる。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study was to investigate the changes in pitching motion during a simulated baseball game. As the main results, the throwing arm shoulder joint abduction angle at stride foot contact decreased with increasing the number of pitches. The scapular elevation angle at stride foot contact decreased with increasing the number of pitches. The scapular abduction-adduction range of motion during stride foot contact to ball release decreased with increasing the number of pitches. The stride leg hip joint extension positive, negative and absolute work decreased with increasing the number of pitches.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2010 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学

キーワード：野球，投球動作，キネマティクス，キネティクス，筋疲労

1. 研究開始当初の背景

野球の動作には投げる、打つ、走る、捕るなどがみられるが、これらのうち、投球動作は野球を構成する最も重要な要素である。特に、投手は野球というスポーツにおいて中心的な位置を占め、打者をアウトにするためにストライクゾーンに速球や変化球を投げる事が要求される厳しい条件のもとで投球しなければならない。また、さらには他の野手よりも投球数が多くなるため、投球動作の繰り返しによるオーバーユース症候群にさらされる危険性が高い。

実際の試合で野球の投手は、多くのイニングを投げることによって試合の後半になるとボール速度が低下し、コントロールが乱れ、1試合を完投できずに降板することが多い。投球数が増加し投球パフォーマンスが低下した投手の兆候として、「ボール速度が低下する」「コントロールが定まらなくなる」などのパフォーマンスだけでなく、「肘が下がる」などの動作の特徴が挙げられることが多い。これらのことから、投球数の増加が投手の身体機能やそのフォームに及ぼす影響は大きいと考えられ、試合を想定した実験などからボール速度をはじめとするパフォーマンス、関節可動域、筋力、MRIによる診断などでその変化が検討されている。また、実際の試合においてもバイオメカニクスの検討 (Murray et al, 2001; 宮下ら, 2001) が行われている。

2. 研究の目的

野球投手の投球数の増加にともなう投球動作の変容に関するバイオメカニクスの分析を行うことによって、投球パフォーマンスの向上および投球障害予防のためのトレーニングについて検討することを目的とした。

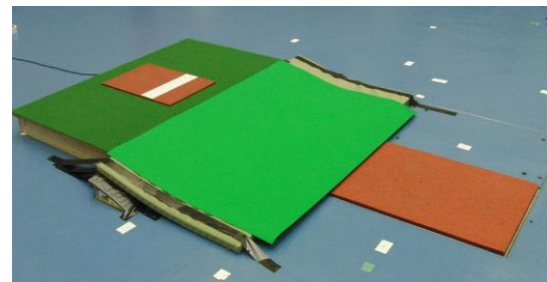
3. 研究の方法

(1) 屋内用フォースプラットフォーム埋設型仮設マウンドの製作および検討

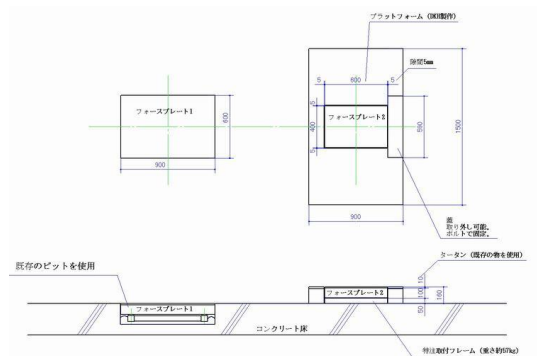
野球投手は他の野手とは異なり、フィールドから約20cmほど高いピッチャーマウンドから投球することがルール上、定められている。そのため、両脚の地面反力を計測するためにフォースプレート (Kistler 社製) の高さが異なる特殊な形状の仮設マウンドの製作が必要となる。

投球動作中の下肢の動作をキネティクス的に分析するために、屋内用フォースプレート埋設型仮設マウンドの製作および検討を行った (図1)。マウンドの高さや形状について検討した結果、投球方向に踏み込んだ脚側のフォースプレートの高さを基準とし、その位置からマウンドの高さを16cmとした。また、マウンド側のフォースプレートを固定す

るために重量の大きな取付フレームを作成した。



(a) 仮設マウンド全体図



(b) 仮設マウンド構造図

図1. 屋内用フォースプラットフォーム埋設型仮設マウンド

(2) データ収集およびデータ処理

① データ収集

被験者は、大学硬式野球部に所属するいずれも右投げの男子投手 (被験者A, 被験者B, 被験者C) を対象とした。実験試技は、屋内の仮設マウンドから捕手方向に向かい最大努力でストレートを投球するものであった。被験者には、10秒間隔で15球投げることを1イニングとし、イニング間に6分の休息をはさみながら9イニング、計135球の投球を行わせた。

動作の計測には、光学式三次元自動動作分析装置 (VICON, VICON-PEAK 社製) を用いて、毎秒250コマで計測した。また、2台のフォースプラットフォームを屋内の仮設マウンドに埋設し、投球動作中の軸脚および踏込脚 (右投げの場合では軸脚は右脚、踏込脚は左脚) の両脚に作用する地面反力をサンプリング周波数1,000Hzで計測した。ボール速度は、スピードガン (ミズノ社製) を用いて計測した。

② データ処理

被験者の身体セグメント端点に貼付された反射マーカから三次元座標を計測し、そ

の三次元座標値とフォースプラットフォームの地面反力の値から、研究代表者作成のプログラム (Matlab, Mathworks 社製) を用いて、上肢および下肢のキネマティクス、キネティクスを算出した。

動作イベントは以下の3つの時点とした。踏込脚が接地する時点 (以下, SFC), 投球腕の肩関節が最大外旋する時点 (以下, MER), ボールリリース時点 (以下, REL) の各時点において比較を行った。

分析試技は、投球されたすべての試技 (135 試技) のうち、奇数イニング (1, 3, 5, 7, 9 イニング) のすべての試技 (15×5=75 試技) とした。投球数とそれぞれのパラメータから単回帰分析を行い、回帰係数の有意性について検定を行った ($p < 0.05$)。

4. 研究成果

投球数の増加にともないそれぞれのパラメータに関して、以下のような変化がみられた。

(1) キネマティクスの分析

① ボール速度の減少

被験者 A および被験者 B は、ボール速度と投球数に有意な負の関係が認められた ($p < 0.05$)。

② 踏込脚股関節屈曲角度の増加

被験者 A および被験者 C の踏込脚 SFC, MER, REL 股関節伸展角度と投球数には、有意な負の関係が認められた ($p < 0.05$)。被験者 B の踏込脚 SFC および MER 股関節伸展角度と投球数には、有意な負の関係が認められた ($p < 0.05$)。踏込脚 SFC, MER, REL 股関節伸展角度の減少は、股関節屈曲角度の増加を示す。

③ 肩関節外転角度の減少

被験者 A, 被験者 B, 被験者 C の投球腕 SFC 肩関節外転角度と投球数には、有意な負の関係が認められた ($p < 0.05$)。肩関節外転角度の減少は、いわゆる「肘下がり」を示すものであり、SFC において「肘下がり」がみられた。

④ 肩甲帯の挙上角度および屈曲-伸展角度の減少

肩甲帯とは、肩甲骨と鎖骨から構成される身体部分のことであり、肩甲帯の動きは、いわゆる「肩甲骨の動き」とみなしている。

図 3 は、被験者 A の SFC 肩甲帯挙上角度を示している。被験者 A および被験者 B は、SFC 肩甲帯挙上角度と投球数に有意な負の関係が認められた ($p < 0.05$)。被験者 C は、REL 肩甲帯挙上角度と投球数に有意な負の関係が認められた ($p < 0.05$)。

図 4 は、被験者 A の SFC-REL 肩甲帯屈曲-

伸展可動域 (肩の前後方向の可動域) を示している。被験者 A および被験者 C は、SFC-REL 肩甲帯屈曲-伸展可動域と投球数に有意な負の関係が認められた ($p < 0.05$)。被験者 B は、MER-REL 肩甲帯屈曲-伸展可動域と投球数に有意な負の関係が認められた ($p < 0.05$)。

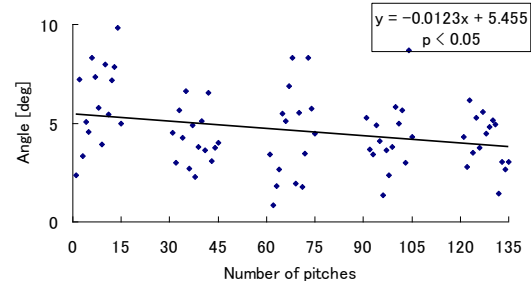


図 3. SFC 肩甲帯挙上角度 (被験者 A)

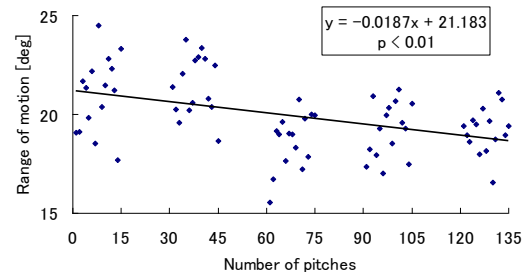


図 4. SFC-REL 肩甲帯屈曲-伸展可動域 (被験者 A)

(2) キネティクスの分析

① 踏込脚股関節伸展トルクによる力学的仕事の減少

被験者 A は、踏込脚股関節伸展の正仕事および絶対仕事と投球数に有意な負の関係が認められた ($p < 0.05$)。被験者 A および被験者 B は、踏込脚股関節伸展の負仕事と投球数に有意な正の関係が認められた ($p < 0.05$)。踏込脚股関節伸展の負仕事の値が負であるため、正の関係が認められるということは、負仕事の減少を示す。

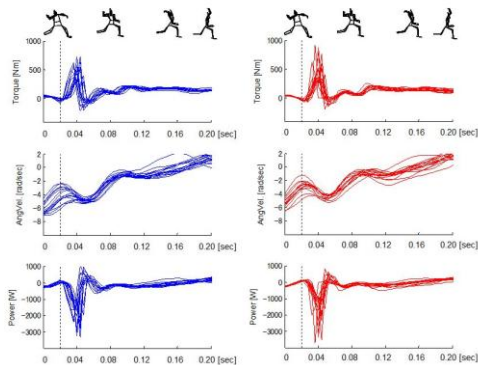
② 踏込脚股関節伸展トルクパワーの分析

下肢のキネティクスのパラメータの変化が著しかった被験者 A を典型例として、詳細に分析を行った。

図 5 は、1 イニングと 7 イニングのすべての投球 (それぞれ 15 球) について、踏込脚股関節伸展トルク、股関節伸展角速度、股関節伸展トルクによるパワーを示している。股関節伸展トルクに関して、7 イニングのほうが SFC 後のピークトルクが大きい、その後の伸展トルクの発揮が減少している。このことから股関節負仕事の減少は、ピークをむかえた後の REL までの股関節伸展トルクの減少

が大きな要因であると考えられる。そのため、股関節負仕事の減少を抑えるためには、RELまでの股関節伸展トルクを維持することが必要となる。

独立行政法人日本スポーツ振興センター
国立スポーツ科学センター・スポーツ科学研究部・研究員
研究者番号：60466670



(a)1 イニング (b)7 イニング

図 5. 踏込脚股関節伸展トルクパワー（被験者 A の典型例）

(3) 投球パフォーマンスの向上および投球障害予防のためのトレーニングについて

踏込脚の股関節伸展の絶対仕事が減少したことは、下肢のトレーニングの重要性を示唆するものである。特にボールリリースまでの股関節伸展トルクを維持することが必要となる。そのためには、ボールリリース時の姿勢を保持するための股関節伸筋群のエキセントリックな筋収縮をともなうフライングスプリットやフロントランジのような下肢のトレーニングを強調して行うことが重要である。

また、踏込脚接地時での肩関節外転角度の減少は、「肘下がり」を示すものであると考えられる。踏込脚接地時での肩甲帯挙上角度も減少していたことから、「肘下がり」には、肩甲帯の動きも影響していることが考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 1 件)

- ① 平山大作, 藤井範久, 阿江通良, 小池関也: 投球数の増加にともなう肩甲帯動作のキネマティクス的变化. 第 21 回日本バイオメカニクス学会大会, 2010 年 8 月 28 日, 国土舘大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平山 大作 (HIRAYAMA DAISAKU)