

野球投手のボールスピード低下に及ぼす握力の影響

二瓶 智樹 佐藤 佑

キーワード：握力、ボールスピード、投球数、利手、非利手

The effects of grip strength on the decrease in pitcher's ball speed

Tomoki Nihei Tasuku Sato

Abstract

The purpose of this study was to examine the effects of grip strength on the decrease in pitchers' ball speed.

The subjects were eight male college baseball pitchers. The experiment were made to measure the pitched ball speed and grip strength during the pitching. The grip, back, knee extension and flexion, and elbow extension and flexion strength were measured .

The results obtained may be summarized as follows ;

1. Pitched ball speed tended to become higher, if the pitcher has greater total body strength. Especially, there was high correlation between ball speed and back strength, and also between the grip strength when measured before pitching and the ball speed. Therefore, the grip strength relates to the ball speed as well as to a body trunk and the femur.
2. Not only dominant hand but also non-dominant hand showed similar decreasing tendency in the grip strength with progression of pitching. Therefore, the muscular fatigue of the whole body reflects the decrease in the grip strength.
3. Both the ball speed and the grip strength showed the decreasing tendency with the progress of pitching. From this, the pitcher's fatigue can be evaluated by measuring the grip strength and this may be helpful pitcher's condition to grasp for the coach and the player. Furthermore, it may become a more practicable index because the grip strength of non-dominant hand changes along with the dominant hand. In conclusion, when playing an actual game, it makes an appropriate judgment possible for the pitcher's replacement time and appointment.

Keywords : grip strength, ball speed, the number of throwing, dominant hand, non-dominant hand

1. 緒言

野球は「投げる」「打つ」「捕る」「走る」の4つの主要動作が含まれており、高い技術が必要とされる。その中でも投手の投球に代表されるようにボールを「投げる」

ことが試合の中心であり、それ故に投手の力量が勝敗を大きく左右する。

投手に必要とされる体力要素は、瞬発力（筋パワー）、筋持久力、全身持久力、巧緻性、敏捷性、柔軟性などが

挙げられ、その中でも瞬発力と全身持久力、巧緻性の必要性が高い(佐藤佑, 1989)。

投球は、一連の動作中に足、脚、体幹、肩、肘、手首、指先というように身体の各部位を連続的に駆動させる必要がある。全身を使って投げた場合と比較して、腕だけで投げると 53.1% の速度しか出ないという報告がある (Toyoshima S. et al. 1974)。つまり、速い速度を生むためには、身体の全部を協調させて、多くの筋肉を使って投球することが重要になる(吉福, 1982)。

しかし、たとえ身体各部位を駆動させ、協調させて大きい力を蓄積していても最後の指先でのボールのリリースが確実にできなければボールに大きな速度を与えることはできない。そのため、リリース時において投球動作から発生する指先の速度(推進力)に耐えることのできる力、握力が必要になると考えられる。

そこで本研究は、投球過程の最重要局面であるボールリリース時の握力がボールスピード低下に及ぼす影響について研究することにより、投手における握力の意義について検討した。

II. 方法

1. 被験者

被験者は、S 大学硬式野球部に所属している男子投手 8 名であった。被験者の年齢、身長、体重、および競技歴は、それぞれ、 19.6 ± 0.9 歳(平均値 \pm 標準偏差、以下同様)、 176.6 ± 6.4 cm、 70.5 ± 6.6 kg、 10.6 ± 1.5 年であった(表 1)。被験者は、1 日 4 ~ 5 時間のトレーニング(ランニング、投球練習、筋力トレーニング等)を週 6 日行っている。

実験に先立って被験者に実験の目的、内容および手順についての説明を行い、被験者として積極的に実験に参加するように協力を依頼した。

2. 測定条件

1) 投球条件

投球中のボールスピードと投球前後および投球中の握力の変動を測定するため、被験者にランニング、柔軟体操、キャッチボール等の普段通りのウォーミングアップをさせた後、球種を直球に限定し、1 イニングに 15 球を計 9 セット(全投球数 135 球)の投球を行なわせた。投球間隔は投球動作や捕手からの返球も含め 20 秒に 1 球とし、各セット間に 6 分間の休息をとり、守備や打者との対戦などといった実践的な要素を除いた実際の試合時間をシミュレートして実施した。

表 1 被験者の身体特性および競技歴

被験者	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	競技歴 (年)
A	19	179.7	63.5	11
B	21	180.2	77.8	10
C	19	163.2	63.1	11
D	19	177.6	65.0	12
E	19	174.6	69.7	10
F	21	178.4	74.6	13
G	19	184.8	80.3	10
H	20	174.5	69.7	8
平均	19.6	176.6	70.5	10.6
標準偏差	0.9	6.4	6.6	1.5

2) 測定項目

(1) ボールスピード

ボールスピードは、ボール速度計測器(ZETT 社製)を用いて、ホームベースの延長上 4 ~ 5 m の後方、高さ 1 ~ 1.2 m 地点で全投球の初速を測定した。測定による誤差を最小にするため、全被験者のボールスピードの測定者は同一人物とした。

(2) 投球中の握力の測定

握力の測定は、竹井機器工業社製の握力計を用いて、投球開始前および各イニング間の休息時、並びに全投球終了後に右、左の順で交互に 3 回ずつ行った。

3. 筋力測定

投球中の握力の測定とは別に日を改めて、握力、背筋力、肘関節と膝関節の伸展力および屈曲力などの筋力を測定した。

1) 握力

握力は、竹井機器工業社製の握力計を用いた。右、左の順に交互に 2 回ずつ測定して、それぞれ良いほうを記録した。

2) 背筋力

背筋力は竹井機器工業社製の背筋力計を用い、2 回測定して良いほうを記録とした。

3) 肘関節と膝関節の伸展力および屈曲力

測定には竹井機器工業社製の多様筋力測定装置を使用した。2 回測定してよいほうを記録した。

4. 統計処理

全体の傾向については平均値、標準偏差を求めた。ボールスピードと握力の変動を一要因の分散分析を用いて行った。その後、最小有意差法を用いて多重比較を行った。二変数間の関係については、Pearson の相関係数を求めた。すべて有意水準は 5 % 未満とした。

III. 結果

1. ボールスピードと身体各部の筋力

被験者の身体各部の筋力測定結果を表2に示した。身体各部の筋力を合計した値（合計筋力）が大きい被験者ほど1イニング目のボールスピードが高い傾向にあることがうかがえる（ $r=0.656$ ）（図1）。その中でも背筋力とボールスピードとの関係が高いことがうかがえる（ $r=0.647$ ）（図2）。

表2 身体各部の筋力

被験者	握力		背筋力		肘関節屈曲力		肘関節伸張力		膝関節屈曲力		膝関節伸張力		合計筋力
	(右)	(左)	(右)	(左)	(右)	(左)	(右)	(左)	(右)	(左)	(右)	(左)	
A	54.0	50.0	157.0	31.0	26.0	13.0	13.0	26.0	27.0	69.0	65.0	530.0	
B	44.5	40.5	125.0	25.0	24.0	18.0	14.0	20.0	21.0	59.0	51.0	442.0	
C	48.5	46.0	117.0	22.5	26.0	16.5	13.5	15.5	10.5	26.5	30.5	373.0	
D	49.0	43.0	131.5	25.0	29.5	18.0	21.5	22.5	18.5	57.0	54.0	469.5	
E	45.0	51.5	196.0	28.0	30.0	16.0	20.0	28.5	24.0	49.0	54.5	541.5	
F	49.5	45.0	143.0	29.0	28.5	23.0	16.0	24.0	18.5	43.5	36.0	456.0	
G	46.0	43.5	163.5	39.0	30.5	27.5	22.5	26.5	18.5	79.0	74.0	570.5	
H	50.0	48.5	160.0	26.0	23.0	21.0	21.0	30.0	28.0	57.0	63.0	527.5	
平均	48.4	46.0	149.0	28.2	27.2	19.1	17.7	24.0	20.6	56.0	53.5	488.8	
標準偏差	3.2	3.8	25.2	5.1	2.8	4.6	4.0	4.7	5.6	16.9	14.6	66.1	

単位：kg

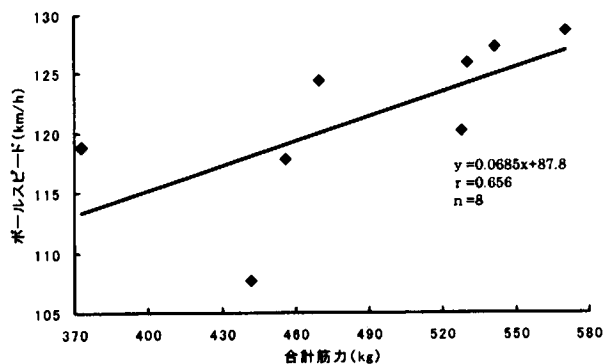


図1 1イニング目のボールスピードと合計筋力

2. 平均値からみたボールスピードと握力の変動

1) ボールスピードの変動

各イニングのボールスピードの8名の平均値と標準偏差を図3に示した。最高速度が1イニング目の 121.3 ± 6.8 km/h、最低速度が8イニング目の 118.0 ± 7.5 km/hであった。投球数の増加とともに低下傾向を示したが、8イニング目と比較して9イニング目のボールスピードが速かった。

このデータについて、一要因の分散分析を用いて分析を行った結果、イニング間に有意な差は認められなかった。また、その後に最小有意差法を用いて多重比較を行ったが、有意差は認められなかった。

2) 握力の変動

投球開始前および各イニング後の被験者8名の利手の握力の平均値と標準偏差を図4に示した。利手の握力は投球開始前に 46.3 ± 2.9 kgと最大値を示し、105球投球後に 42.0 ± 3.0 kgと最小値を示した。

投球開始前および各イニング後の被験者8名の非利手の握力の平均値と標準偏差を図5に示した。非利手の握力は投球開始前に 45.8 ± 4.0 kgと最大値を示し、120球投球後に 42.3 ± 4.3 kgと最小値を示した。両手ともに投球数の増加とともに低下傾向を見せた。

このデータについて、一要因の分散分析を用いて分析を行った結果、測定時点において利手と非利手ともに有意な差が認められなかった。しかし、その後の最小有意差法を用いて多重比較を行った結果、利手で投球開始前と比較して、105球投球後、120球投球後、135球投球後および15球投球後と比較して105球投球後が有意に低かった（ $p < 0.05$ ）。

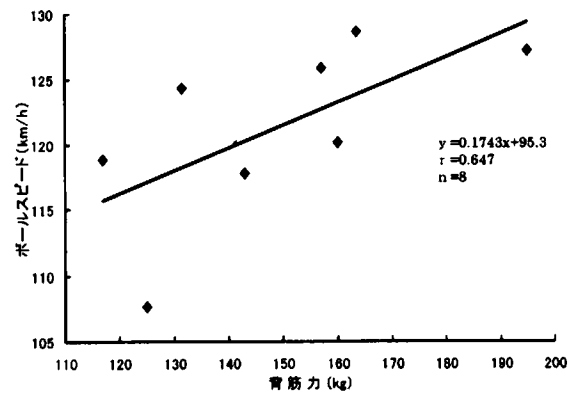


図2 1イニング目のボールスピードと背筋力

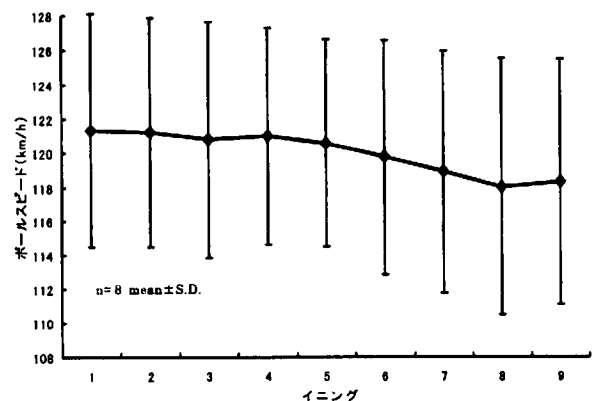


図3 ボールスピードの変動

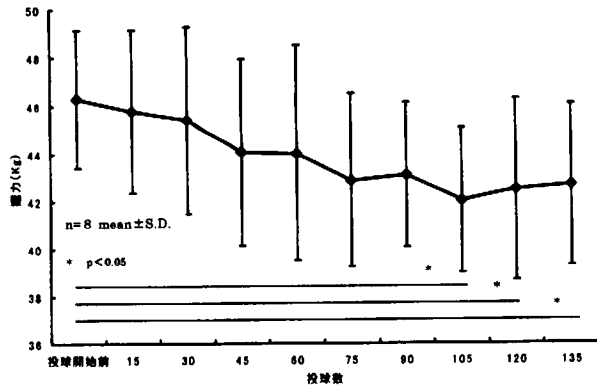


図4 利手の握力の変動

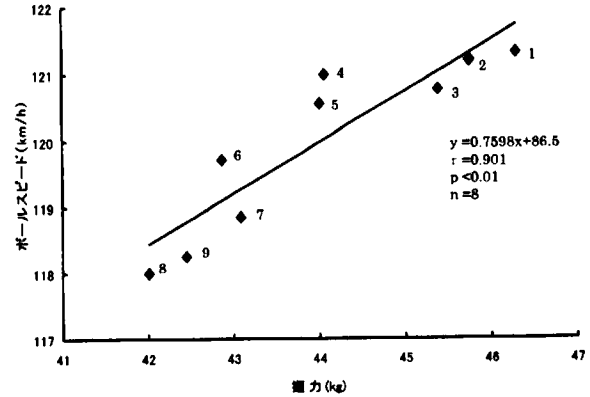


図6 各イニングのボールスピードと利き手の握力

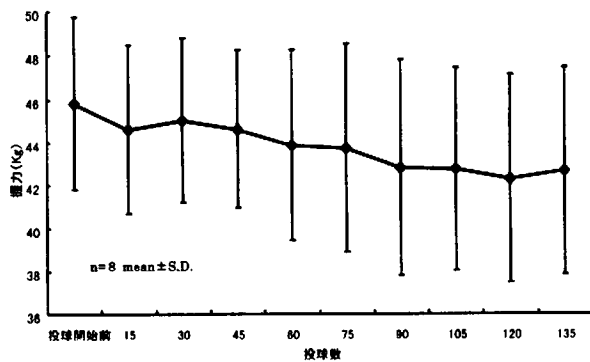


図5 非利手の握力の変動

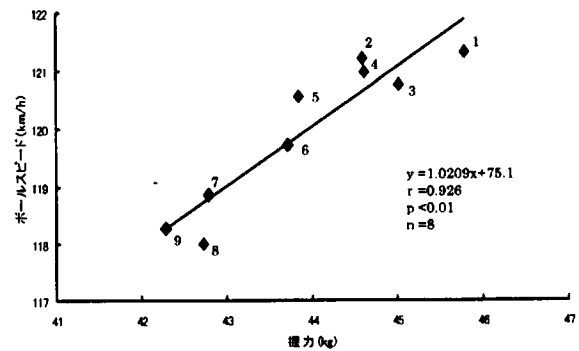


図7 各イニングのボールスピードと非利き手の握力

3) ボールスピードと投球前後および投球中の握力の変動の関係

イニング数の増加による握力の変動をみるため、各イニングのボールスピードとイニング前の握力の推移をプロットしたのが図6（利手）、7（非利手）である。これらの図から、ボールスピードと握力の推移に有意な相関関係が認められ（利手 $r=0.901$, $p<0.01$, 非利手 $r=0.926$, $p<0.01$ ）、利手と非利手ともにボールスピードが低下すると握力も低下するように推移した。また、利手と非利手の握力の推移に大きな差は認められなかった。

さらに、被験者8名の1イニング目のボールスピードと投球開始前の利手（図8）と非利手（図9）の握力の間に有意な相関関係が認められた（利手 $r=0.723$, $p<0.05$, 非利手 $r=0.855$, $p<0.01$ ）。握力の初期値の大きい被験者ほどボールスピードが速いということがいえる。

IV. 考察

1. 筋力とボールスピード

本研究において、身体各部の合計筋力の値が高い被験者ほど1イニング目のボールスピードが高いことがうかがえた（図1）。各部位ごとにみると、背筋力と関係が高く、その値が高い被験者ほど1イニング目のボールスピ

ードが高いという関係が認められた（図2）。さらに、投球開始前に測定した利手と非利手の握力と1イニング目のボールスピードとの間に有意な相関関係が得られた（図8、9）。この結果から、筋力が高い被験者ほど1イニング目（初期）のボールスピードが速いといえよう。このことは、山本ら（1990）の間欠的運動時の初期の発揮パワーは無酸素性能力と有意な相関関係にあるという報告と一致する。

筋力とボールスピードについて、石井（1994）は投球動作で、リリース速度を増大させるためには筋力が必要であり、その初期動作においては、軸足（後ろ足）のキック力に始まり、下肢と体幹の筋力が大きく関与すると報告している。また、桜井（1992）は、上肢に付着している筋量はそれほど多くなく、全身の筋群、特に体幹部や脚部の筋群を動作に参加させることにより、初速を増加させることができると報告している。確かに、体幹部と下肢の筋力はスピードへの貢献度が50%近い（Toyoshima S. et al. 1974）ということから大筋群の重要性は否めない。

しかし、本研究においては手指の筋力である握力、特に投球開始前の握力の関与が大きかったため、握力の強弱も大筋群と同様にボールスピードに大いに関係してい

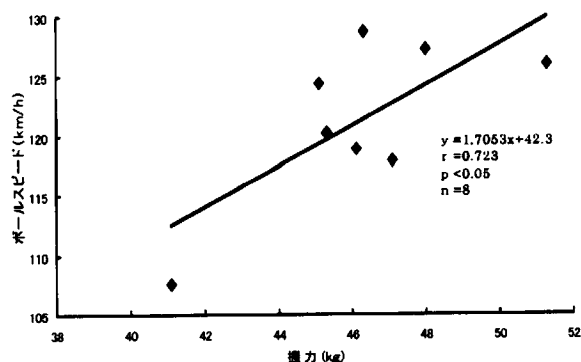


図8 1イニング目のボールスピードと投球開始前の利き手の握力

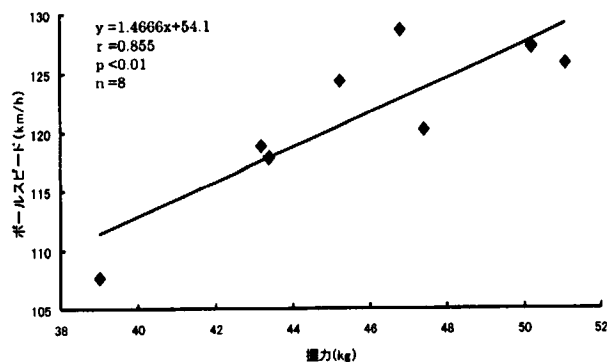


図9 1イニング目のボールスピードと投球開始前の非利き手の握力

ることが示唆された。

2. 握力とボールスピードの変動

投球数の増加とともに、投手のボールスピードが低下するのは周知の事実である。投手は、連投、もしくは投球過多によって、握力の低下をきたし、ボールをしっかりと握れなくなることもあるといわれている。その原因として平野ら（1986）は、「①大脳からの神経鈍化、②筋出力のためのエネルギーの減少、③前腕への血流量の阻害、④前腕での血液性状の変化などが考えられる」と述べている。

投球と握力の関係についてはいくつかの研究がなされている。沢目（1997）は、安静時と投球開始直前、50球の投球後と100球の投球後に握力の測定を行っているが、有意な変化はなかったと述べている。柳沢ら（1998）は、高校生の投手7名に120球の投球を行わせ、安静時と投球開始前、各20球投球後に握力を測定したところ、握力は低下傾向を示し、そのため、握力の低下には繰り返す投球動作が関与していると考えられると述べている。田中ら（1996）および鳥塚ら（1998）は、1996年春の選抜野球大会の各試合で80球以上投球した投手32名について握力を測定した結果、大会前と各試合後の握力に変化はなかったと報告している。その中でベスト8に進んだ8名の結果では、握力は全体的には低下傾向は見られなかったが、中には低下した選手もいたと述べている。後藤ら（2000）は、投球開始前、3イニング後、6イニング後、9イニング後に握力を測定した結果、投球開始前と比較して3、6、9イニング後の値が有意に低く、9イニング後の値が最も低かったと述べている。

本研究においては、全体的にボールスピードは低下傾向を示し、同様に利手の握力も低下傾向を示した。利手の握力とボールスピードは、投球開始前と105、120、135球投球後において有意差が認められたことから、投球活動により、握力が低下し、そのため、握力がボールスピー

ードの低下に何らかの影響を与えるのではないかと推測できる。また、投球動作にともない、前腕屈筋群の選択的な肥大が観測されるとの報告（福永哲夫、1978）があるように、繰り返す投球動作において握力は重要な役割を果たすと考えられる。

しかし、利手の握力のみならず、非利手の握力も同様に低下していることから、単に指先でのボールリリースが、利手の握力を低下させると限定して考えることはできない。鳥塚ら（1998）によると、甲子園大会出場投手の試合前後の握力を測定した結果、利手が非利手と比較して大きく低下した投手もいたため、投球による利手への疲労の影響が示唆されるが、利手と非利手の握力に有意な差は認めなかったと述べている。本研究においても、利手の握力が非利手の握力と比較して大きく低下した被験者が6名いたため、ボールリリースによる影響は考えられるが、利き手だけが大きく低下した被験者は8名中1名のみであり、大きな差は認められなかった。

安田ら（1980）は、6週間の右前腕の持久性トレーニングを行わせたところ、右手のみならず、トレーニングをしていない左手の握力も有意に増加するという交叉性トレーニング効果が認められたと報告している。本研究においてもボールリリースによる利手の握力の低下が交叉性により非利手の握力に影響を及ぼすことが考えられる。しかし、投球動作は全身の筋活動によって行われるため、握力の低下は、利手においてボールリリース時による前腕の筋疲労も含まれるが、その大部分は投球活動による全身の筋疲労を反映していると考えられる。全身の筋疲労により、平野（1986）が言う「大脳からの神経鈍化」がおこり、筋出力が抑制され、両手ともに握力が低下するものと思われる。

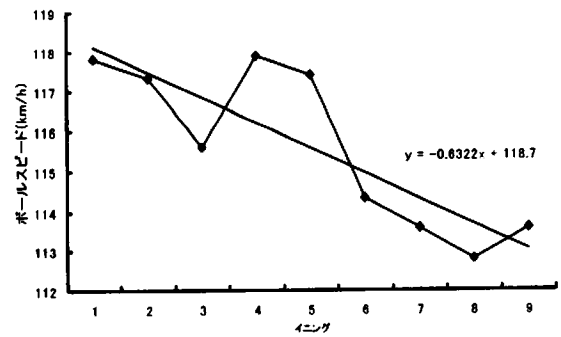
野球のボールの握り方は拇指、示指、中指で挟むように握ること（precision grip）が基本であるのに対し、握力計は、指全体を一緒に曲げる握り（power grip）によって筋出力される（岩村、1987より引用）。浅見ら（1969）

によると、指の基節と中節の指節間関節角度が90度から110度で最高指力を発揮することができ、それ以外の角度では発揮できる力は漸減すると述べている。さらに、高橋ら(2000)は、投球における手および指の動きを3次元画像解析を用いて分析した結果、手指の運動により、ボールリリース時のボール速度に大きな差が生じることが分かり、ボールスピードの増加を生むためには手関節速度最大時に指をより屈曲し、その屈曲位を長く保つことが重要であると報告している。さらに、指の屈筋群は伸張性収縮時には、短縮性収縮に比べて1.44~1.98倍の力を発揮できるため、ボールリリース時に指の屈筋群が伸張性収縮することで、ボールに大きな力を加えることができると述べている。このことから、指節間関節角度が90度から110度の状態から圧搾動作によって角度を小さくしていく握力計による筋出力は短縮性収縮であり、実際のボールリリースの筋出力時の等尺性収縮や伸張性収縮とは異なる。つまり、通常の握力計で測定される前腕の筋力と、投球動作で求められるそれとは相違していると考えるのが妥当であろう。

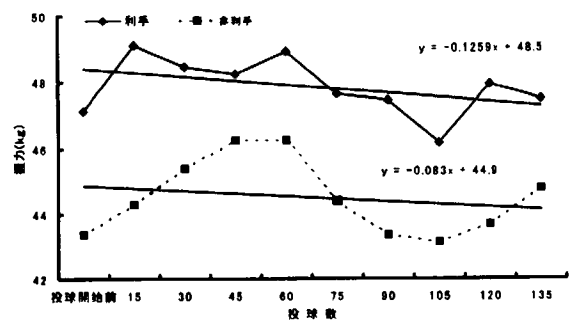
確かに、握力計による筋出力とボールリリース時に求められる前腕部の筋出力は相違しているということが言える。しかし、被験者8名中6名が投球数の増加とともにボールスピードと握力が連動するような変動を示した(図6, 7)。特に被験者Fにおいては、ボールスピードと握力が中盤で同様に上昇するなど明らかに連動して変動していることがうかがえた(図10)。

このことから、握力という一般的な筋力測定法を用いて簡便に筋力の疲労度や評価ができるため、心拍数や主観的運動強度などとともに指導者や選手にとってコンディション把握の助けになると考えられる。また、投手のボールスピードが、筋力や瞬発力などの無酸素性能力に由来することが大きいことから、心拍数やRPEの測定に比べて握力はより実践的な指標として使用できると考えられる。しかしながら、前腕部の筋は小筋群であるため疲労しやすく、回復が遅いため、試合中に握力測定を導入することは困難であると考えられる。

そのため、試合中のパフォーマンスへの影響を考えると、直接ボールをリリースする利手の握力を測定することは避けたほうがよいであろう。しかし、本研究でみられるように、非利手が利手と同様に低下していることから、試合中に非利手の握力の推移を測定することなどで、選手の全身の疲労度を客観的に把握でき、適切な選手交代の時期などの参考となる指標になりうると思われる。また、個々による測定値の推移の差異を知ることで先発、中継ぎ、抑さえなど、選手の起用にあたっての適切な判断を下すための材料を提供することも考えられる。



投球中のボールスピードの変動 (イニング平均)



投球前後および投球中の握力の変動

図10 被験者Fの投球中のボールスピードと握力の変動

V. まとめ

本研究は、投球過程の最重要局面であるボールリリース時の握力がボールスピード低下に及ぼす影響について研究することにより、投手における握力の意義について検討した。

その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 全身の筋力の合計値が大きい投手ほどボールスピードが速い傾向にある。その中でも、大筋群である背筋力と高い相関関係にあった。また、投球開始前の握力とボールスピードの間にも有意な相関関係が認められた。そのため、大筋群である体幹部や大腿部の筋力と同様に握力はボールスピードに大いに関係すると思われる。
- 2) 握力は投球数の増加とともに直接ボールをリリースする利手のみならず、非利手も同様に低下傾向を示した。このことから、握力の低下は、利手において繰り返すボールリリースによる前腕の筋疲労も含まれるが、その大部分は投球活動による全身の筋疲労を反映していると考えられる。
- 3) ボールスピードと握力が同様に変動したことから、握力を測定することにより、投手の全身の疲労の評価が可能となり、指導者や選手にとってコンディション把握

の助けになると考えられる。また、パフォーマンスへの影響を考えると利手と同様に変動した非利手の握力を測定することで、より実用的な指標となりうると思われる。それにより、実際の試合において、選手の適切な交代時期や選手起用にあたっての適切な判断を下すことができると思われる。

文献

- アーサー・マン (1958) ウイニングベースボール. 猪子一利・三宅大輔 訳. ベースボールマガジン社: 東京
- 浅見高明・佐藤行那・米田吉孝 (1969) 指力の分析. 東京教育大学体育学部スポーツ研究所報 7: 32-46.
- バート・ソリン (2002) 選手のためのグリップトレーニング. NSCA Japan Journal: 16-17.
- デビット・E・ピレリ (1999) 投球速度と無酸素性パワーとの関係. NSCA Japan Journal: 14-17.
- Frank W. Jobe・Ronald S. Kvine (1990) 米国プロ野球選手の肩関節と肘関節の障害. Japanese Journal for Sports Sciences 9-7: 429-442.
- 福永哲夫 (1978) ヒトの絶対筋力・超音波による体肢組成. 杏林書院.
- 後藤実・谷口有子・山本正嘉・百武憲一・岩井美樹・成澤三雄 (2000) 野球投手におけるボールスピード低下と筋力, 全身持久力との関係. Journal of Training Science 12-2: 103-110.
- 平野裕一・福永哲夫・近藤正勝・角田直也・池上繁樹 (1989) 身体組成及び体組成からみた野球選手の特性. Japanese Journal for Sports Sciences 8-8: 560-564.
- 平野裕一・川口啓太 (1993) 野球選手の体力の捉えかたとレジスタンストレーニングの実践. Journal of Training Science 5-2: 79-84.
- 平野裕一・加賀谷淳子 (2002) トレーニングによるからだの適応—スポーツ生理学トピックス—. 杏林書院: 東京
- 平野裕一 (1989) 野球選手の体力テストとトレーニングの課題. トレーニングジャーナル 8-5: 60-62.
- 平野裕一 (1987) 野球選手の体力特性. Japanese Journal for Sports Sciences 6-11: 712-719.
- 石田和之・平野裕一 (1996) 投球スピードを高める. Japanese Journal for Sports Sciences 15-5: 297-300.
- 石井喜八・斉藤好史 (1982) 強靱でしなやかな投げ. Japanese Journal for Sports Sciences 1-2: 79-84.
- 石河利寛 (1953) 握力に関する研究 (III) 屈指力と握力. 体育学研究 1-7: 431-435.
- 岩村吉晃 (1987) つまむ一指の運動と触覚. Japanese Journal for Sports Sciences 6-10: 612-616.
- 風井訖恭・熊本水頼・岡本勉・山下謙智・後藤幸弘・丸山宣武 (1976) 野球の投動作 (オーバーハンドスロー) における上肢・上肢帯筋群の作用機序. 体育学研究 21: 137-144.
- 川口啓太・平野裕一・高松薫 (1997) 日本人一流アマチュア野球選手の体力・運動能力とスキルの発達—中学生から社会人野球選手までの横断的観察から—. Journal of Training Science 9-2: 39-46.
- Kevin E. Wilk (2000) Physiology of Baseball. Exercise and Sports Science. William E. Garrett, Jr. and Donald T. Kirkendall, ed. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia
- 三浦朗・友末亮三・池川繁樹・平野裕一・金久博昭・福永哲夫 (1994) ボート・テニス・野球選手の上腕における左右差. Journal of Training Science 6-2: 95-100.
- 室増男・与那正栄・五明公男・関博之 (1992) 筋放電パターンから見た投球指導のポイント. Japanese Journal for Sports Sciences 11-9: 550-557.
- 岡本悌二・武村政徳・辻田純三・堀清記 (1997) 野球選手における投打のボールスピードと体力要素の関係. 体育・スポーツ科学 6: 65-72.
- 小野寺孝一・宮下充正 (1976) 全身持久性運動における主観的運動強度と客観的強度の対応性—Rating of perceived exertion の観点から—. 体育学研究 21: 191-203.
- Potteiger J. A., Blessing D. L. and Wilson G. D (1992) Effects of varying recovery periods on muscle enzymes, soreness and performance in baseball pitchers. Journal of Athletic Training. 27-1: 27-31.
- ロバート・アデア (1996) 野球の物理学. 中村和幸 訳. 紀伊國屋書店: 東京
- 桜井伸二 (1992) 投げる科学. 大修館書店: 東京
- 斉藤健治・仰木裕嗣・井上伸一・市川浩・山岸正克・宮地力・高井省三 (2002) 手首で計測した加速度計による投球スピードの推定. 体育学研究 47: 41-51.
- 佐藤佑 (1989) 運動と体力・疲労. 石河利寛ほか編 運動生理学. 建帛社: 東京
- 鈴木正保・角田俊幸 (1980) 投げの運動に関する文献研究. 体育の科学 30: 515-520.
- 高橋佳三・岡江通良・藤井範久・島田一志・尾崎哲郎 (2000) 野球のピッチングにおける手および指の動きとボール速度増加の関係. バイオメカニクス研究 4-2: 116-124.
- 鳥塚之嘉・中川滋人・正富隆・林田賢治・越智隆弘・田中則子・淵岡聡・玉木彰・小柳磨毅・林義孝 (1998) 甲子園大会出場投手の肩関節外転筋, 握力, 上肢関節可動域の測定結果とその経時的変化. 臨床スポーツ医

- 学 15—3 : 233-240.
- 豊島進太郎 (1980) ボール投げと体幹のひねり. 体育の科学 30 : 478-482.
- Toyoshima S. et al. (1974) Contribution at the body parts to throwing performance. Biomechanics VI, University Park Press : 169-174.
- 内丸仁 (2001) 野球の生理学. 青木純一郎ほか編 スポーツ生理学. 市村出版 : 東京
- 山本正嘉・井上哲朗・竹越達哉・岩井美樹 (1994) 野球のピッチングにおける運動強度と疲労. 体力科学 43—3 : 732.
- 山岡誠一 (1951) スポーツのエネルギー代謝に関する研究 (第2報). 体育学研究 1 : 123-126.
- 山本正嘉・金久博昭 (1990) 間欠的な全力運動の持久性に関する研究 ; 無酸素性および有酸素性作業能力との関係. Japanese Journal for Sports Sciences 9—8 : 526-530.
- 柳澤修・宮永豊・白木仁・下條仁志・向井直樹・佃文子・新津守・板井悠二 (2000) 高校生投手の投球増加が身体諸機能に及ぼす影響—いわゆる 100 球肩の検証—. 臨床スポーツ医学 17—6 : 735-739.
- 矢野雅知 (1997) 握力・前腕部の強化を再考する. トレーニングジャーナル 8—5 : 87-89.
- 安田好・斉藤満・宮村実晴・松井秀治 (1980) 前腕血流量からみた交叉性トレーニング効果について. 体育の科学 30 : 429-432.
- 吉福康郎 (1982) 投げる一物体にパワーを注入する. Japanese Journal for Sports Sciences 1—2 : 85-90.