

## 各種パワー発揮能力からみた野球選手における 投手と野手の体力特性： フィールドテストのデータをもとに

比留間浩介<sup>1)</sup> 尾縣 貢<sup>2)</sup>

Kosuke Hiruma<sup>1</sup> and Mitsugi Ogata<sup>2</sup>: Characteristics of physical fitness for baseball pitchers and infielders, focusing on variations in power output ability in field tests. Japan J. Phys. Educ. Hlth. Sport Sci. 56: 201-213, June, 2011

**Abstract** : The purpose of this study was to investigate the characteristics of physical fitness in baseball pitchers and infielders focusing on variations in power output ability and stretch-shortening cycle (SSC) ability in field tests.

Twenty-five male university pitchers and 22 university infielders participated. They performed five kinds of jumping (Standing triple jump (STJ), Standing double leg triple jump (SDTJ), Standing long jump (SLJ), Counter movement jump (CMJ), 5 rebound jumps (RJ)), and five kinds of medicine ball throw (Overhead throw (OT), Back throw (BT), Push of upper limb (Push), Shoulder horizontal adduction (SHA) and Twist of trunk throw (Twist)).

Push, SHA and Twist were performed purely concentrically (concentric throw: CT) and with SSC movement (rebound throw: RT). These powers were assessed using the Throw index (Tauchi et al., 2006), and pre-stretch augmentations (Walshe et al., 1996) were calculated. It was found that: 1) OT, BT and SDTJ in pitchers were significantly higher than in infielders, and that there were significant correlations between pitched ball speed and OT, BT, and SDTJ. 2) Push RT-index and Push CT-index in infielders were significant higher than in pitchers, and significant correlations were found between thrown ball speed, batted ball speed and Push RT-index and Push CT-index in infielders. 3) SHA augmentation in infielders was significantly higher than in pitchers, and there was a significant correlation between thrown ball speed and SHA augmentation in infielders. 4) Twist of trunk power did not differ between pitchers and fielders.

These results indicate that baseball pitchers and infielders obtain different physical fitness characteristics through the differences in their movement forms and required abilities.

**Key words** : SSC ability, medicine ball throw, jump ability

キーワード : SSC 能力, メディシンボール投げ, ジャンプ能力

### I 緒 言

野球ではポジション別に役割が異なってくるこ

とが考えられ, それによってポジション別にトレーニングの目的や方法が異なることが予想される. 一般的に, 投手は主に打者を打ち取るための投球能力, 野手は走, 攻, 守といった能力をバラ

1) 国立鶴岡工業高等専門学校 総合科学科  
〒997-8511 山形県鶴岡市井岡字沢田104

2) 筑波大学大学院 人間総合科学研究科  
〒305-8574 茨城県つくば市天王台 1-1-1

連絡先 比留間浩介

1. *Tsuruoka national college of technology*  
104 Sawada, Inooka, Tsuruoka, Yamagata 997-8511

2. *Graduate School of Comprehensive Human Sciences,*  
*University of Tsukuba*

1-1-1 Tennoudai, Tsukuba, Ibaraki 305-8574  
Corresponding author hiruma@tsuruoka-nct.ac.jp

ンス良く高めることが求められることから、投手と野手とでは、体力特性が異なることが考えられる。

投手と野手の体力特性を検討することは、それぞれのポジションに合わせた体力トレーニングを遂行するために重要であると考えられるが、これまで投手と野手の体力特性を比較した研究は少ない (Eugene, 1982 ; 車谷ほか, 2003). 車谷ほか (2003) は、社会人野球選手を対象に肘関節屈曲・伸筋力を測定し、内野手、外野手は投手に比べて肘関節屈曲筋力が優れていたことを報告している。しかし、実際の野球選手に求められる投球やバッティングに必要な体力要因を考慮すると、上肢だけでなく、体幹や下肢、さらには身体全体での大きなパワー発揮が要求されると考えられる。また、これまでの先行研究から、走、投、打、あるいは守備に必要なフットワークといった野球選手に必要な基礎的なスキルには、伸張—短縮サイクル (Stretch-shortening cycle, 以下 SSC) 運動 (Komi and Buskirk, 1972) が関わっていることが示唆されている (桜井ほか, 1990 ; 関子ほか, 1993; Hennessy and Kilty, 2001 ; 宮西・櫻井, 2009). 例えば投動作について桜井ほか (1990) は、腕の主要な関節運動は、リリースに向かう動作に先立ち逆方向への運動 (水平外転から内転, 肘関節の屈曲から伸展など) がおきていることから、筋の弾性エネルギーを有効に活用していると推測している。また、体幹に関しては、投・打で捻転の重要性が指摘されているとともに、SSC 運動の利用が示唆されている (宮西・櫻井, 2009).

これらのことから、SSC 運動を利用したのパワー発揮能力 (以下 SSC 能力) も重要な体力要因であると考えられる。したがって、これらの要素を含む体力を評価し、比較、検討することが必要であると考えられるが、これまで野球選手を対象に、全身のパワー発揮や SSC 能力を測定、評価し、投手と野手の相違を検討している研究はみられない。また、実際のスポーツの現場で体力を測定評価する場合は、特別な測定機器を利用することは困難であるため、簡便に測定を実施できる

ことが望まれている (関子ほか, 1993). さらに、これらの測定項目と野球に必要な能力であると考えられる投球および打撃能力との関係を明らかにすることができれば、ポジション特性を活かしたトレーニング方法に関する知見が得られると考えられる。

そこで本研究では、フィールドテストを用いて、全身のパワーおよび上肢、体幹、下肢のパワー、SSC 能力を測定評価し、投手と野手の体力特性を明らかにするとともに、各測定項目と野球に必要なと考えられる基礎的スキル (投球、打撃) との関係について明らかにすることを目的とする。

## II 方 法

### 1. 被検者

被検者は、大学の野球部に所属する投手15名 (年齢:  $19.5 \pm 1.5$  歳, 身長:  $174.5 \pm 5.2$  cm, 体重:  $69.8 \pm 4.9$  kg, 経験年数  $10.9 \pm 2.4$  年, 右投げ右打ち12名, 左投げ左打ち3名) および野手22名 (年齢:  $19.3 \pm 1.2$  歳, 身長:  $173.1 \pm 5.8$  cm, 体重:  $68.2 \pm 5.3$  kg, 経験年数  $11.3 \pm 2.6$  年, 右投げ右打ち19名, 左投げ左打ち3名) の合計37名であった。なお、被検者には実験の目的、方法を十分に説明し、書面により実験参加の同意を得た。

### 2. 測定項目および測定方法

以下に示す測定を行い、すべての測定を1日で行った。

#### 1) 体力

##### (1) 全身パワー

全身が発揮したパワーの測定には、メディシンボール (3 kg, 直径20 cm) を用いて、バック投げ (Back throw, 以下 BT) およびオーバーヘッド投げ (Over head throw, 以下 OT) を行わせた。BT は、両手でボールを保持し、頭上を通して後方に出来るだけ遠くに投げる投運動であり、OT は、両手で頭上にボールを保持し、上体を反らしてから出来るだけ遠くに投げる投運動であった。いずれの投運動も一本のラインの内側から行

わせ、ラインの外側を始点とし、ボールが落下した位置までを1 cm 単位までメジャーで測定した。なお、ボールを投げた後の動作には制限は加えなかった。各種目 2—3 回行わせ、それぞれ最も優れている記録を採用した。

(2) 上肢および体幹捻転パワー

上肢および体幹捻転パワーの測定では、SSC 能力を測定するために、先行研究（田内ほか、2006）を参考に SSC 運動を利用しない（反動なし）投動作であるコンセントリックスロー（Concentric throw, 以下 CT）、SSC 運動を利用する（反動あり）投動作であるリバウンドスロー（Rebound throw, 以下 RT）の二つの条件で行わせた。まず、上肢に関して、上肢の屈曲、伸展を含む運動として、ベンチに仰向けの状態から両腕の伸展動作を用いて真上に投げ上げる運動を行わせ、これを上肢伸展パワーの指標とした。上肢伸展パワーの CT（Push of upper limb power at concentric throw, 以下 Push CT）では胸の前にボールを保持した状態から反動を用いない投運動を行わせ、RT（Push of upper limb power at rebound throw, 以下 Push RT）ではボールを保持し、最大限伸展させた状態から反動を用いての投運動を行わせた（Fig. 1-①）。次に、肩の水平内転運動を用いてメディシンボールを斜め上に投げ

る運動を行わせ、これを肩水平内転パワーの指標とした。肩水平内転パワーの CT（Shoulder horizontal abduction power at concentric throw, 以下 SHA CT）では、能動的な最大肩水平外転位の状態から反動を用いない投運動を行わせ、RT（Shoulder horizontal abduction power at rebound throw, 以下 SHA RT）では上肢と地面が平行の状態から反動を用いての投運動を行わせた（Fig. 1-②）。体幹に関しては、膝立ちの状態からのサイドメディシンボールスローを行わせ、これを体幹捻転パワーの指標とした。体幹捻転パワーの CT（Body trunk twist power at concentric throw, 以下 Twist CT）では、ボールを両手で保持し、投げる方向と逆方向に最大限体幹を捻転させた状態からの投運動を行わせ、RT（Body trunk twist power at rebound throw, 以下 Twist RT）では、正対させた状態から投げる方向と逆方向に体幹を捻転させ、反動を用いての投運動を行わせた。なお、体幹捻転パワーの測定では、投球、打撃方向である利き側（Dominant side, 以下 DOM）、投球、打撃方向の逆である非利き側（Not dominant side, 以下 NDOM）の測定を行った。

上肢伸展パワーおよび体幹捻転パワーの測定では 3 kg（直径 20 cm）、肩水平内転パワーの測定

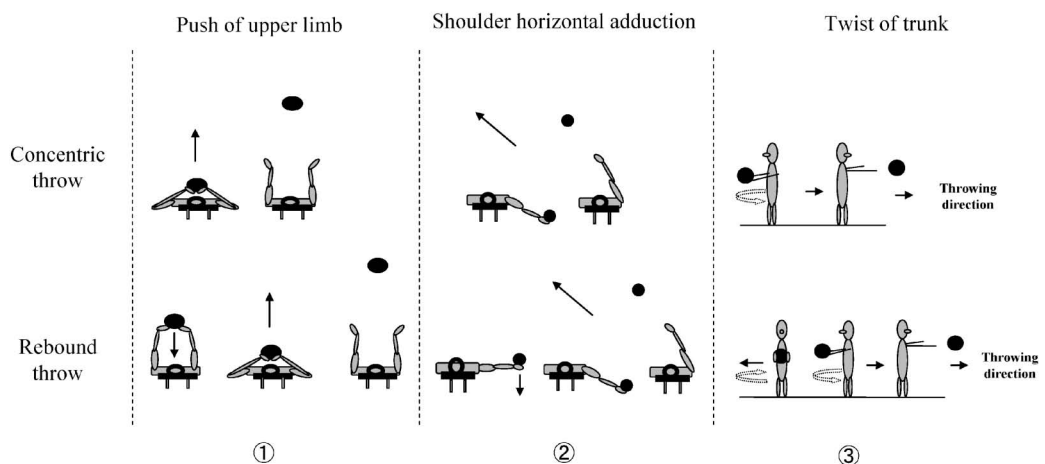


Fig. 1 Method of concentric throw and rebound throw in Push of upper limb, Shoulder horizontal adduction and Twist of trunk.

では1 kgの片手で握れる直径12 cmのボールを使用した。試技の前には十分な練習を行わせ、上肢伸展パワーの測定では「できるだけ高く素早く投げる」、肩水平内転パワーの測定では「できるだけ遠くに素早く投げる」と口頭で指示し、全力での試技を各3回ずつ行わせた。なお、上肢伸展パワーの測定では、三浦ほか(2002)の方法で投げ上げ高を算出し、肩水平内転パワー、体幹捻転パワーの測定ではボールの飛距離をメジャーで1 cm単位まで測定し、投げ上げ高あるいは飛距離が最も優れている試技を分析対象とした。また、各試技における固定方法について、上肢伸展、肩水平内転パワーの測定では、大腿部および腹部をベルトでベンチに固定し、体幹捻転パワーの測定では、検者が被検者の足首を手で押さえ固定した。

本研究では動作全体をビデオカメラ(CASIO社製, EXILIM EX-F1, 300fps)で撮影し、撮影した映像からCT局面の動作時間を読み取り、投げ上げ高または飛距離をCT局面の動作時間で除することでThrow-index(田内ほか, 2006)を算出した。なお、Throw-indexについて、上肢伸展パワーでは、Push RT-index, Push CT-index, 肩水平内転パワーではSHA RT-index, SHA CT-index, 体幹捻転パワーの利き側は、Twist (DOM) RT-index, Twist (DOM) CT-index, 非利き側は、Twist (NDOM) RT-index, Twist (NDOM) CT-indexとした。また、SSC運動の効果を示す指標として、CTに対するRTのCT局面での増加率(Augmentation)を以下の式1(Walsh et al., 1996)によって算出し、それぞれPush augmentation, SHA augmentation, Twist (DOM) augmentation, Twist (NDOM) augmentationとした。

$$\text{Augmentation} = \frac{\text{RT-index} - \text{CT-index}}{\text{CT-index}} \times 100$$

式1

### (3) 下肢のパワー

下肢のパワーの測定には、カウンタームーブメントジャンプ(Counter movement jump, 以下

CMJ), 5回連続リバウンドジャンプ(5 rebound jump, 以下5RJ), 立ち幅跳び(Standing long jump, 以下SLJ), 立ち三段跳び(Standing triple jump, 以下STJ), 両足立ち三段跳び(Standing double leg triple jump, 以下SDTJ)を行わせた。CMJおよび5RJの測定には、マットスイッチ(DKH社製, マルチジャンプテスト)を用い、CMJでは跳躍高(1 mm単位まで)を、5RJは、跳躍高を接地時間で除した値であるRJ-indexを算出し(遠藤ほか, 2007), SLJ, STJ, SDTJでは、メジャーで跳躍距離を1 cm単位で測定した。各種目、2-3回行わせ、跳躍高, RJ-index, 跳躍距離が最も優れている試技を採用した。

### 2) 基礎的スキル

本研究では、野球選手に必要とされる基礎的スキルとして、50 m走, 打球スピード, 遠投, および投手はピッチングからの投球, 野手は捕球してからの送球を行わせ、これらを基礎的スキルとした。

#### (1) 50 m 走

被検者はスタンディング姿勢から、手旗の振り上げと掛け声でスタートした。タイムは一人の被検者に対して、一人の検者が手動計時を用いて測定した。記録は10分の1秒単位とし、100分の1秒台は切り捨てた。また、各被検者に2回行わせ、記録の優れている方を採用した。

#### (2) 打球スピード

ティーの上に置かれたボールを前方に設置したネットに向かって全力で打つティーバッティングを行わせ、ネット裏の後方10 m(打撃方向の延長線上)に設置したスピードガン(ミズノ社製, 2ZM1025)で打球スピードを測定した。各被検者に2-3回行わせ、ボールの速度が最も優れている試技を採用した。

#### (3) 遠投

直径2 mの円内からの全力投球を行わせ、メジャーを使用し、円の外側からボールの落下地点までの飛距離を1 cm単位で測定した。各被検者に2-3回行わせ、最も飛距離が優れていた試技を採用した。

(4) 投手の投球スピードおよび野手の送球スピード

投手は、通常のマウンドを使用し、18.44 m 先のホームベースの後方に座る捕手に向かって、全力での投球を行わせた。野手には、遊撃手の定位置付近に前方からボールを転がし、捕球後、一塁に構える捕手に向かって、素早く且つ全力で送球するワンステップスローを行わせた。また、捕球者の後方10 m (投球方向の延長線上) に設置したスピードガン (ミズノ社製, 2ZM1025) で投球、送球スピードを測定した。各被検者に2—3回行わせ、最も投球、送球スピードが優れていた試技を採用した。

3. 試技間の休息

すべての試技の間には、疲労の影響をなくすた

めに、3—5分程度の休息時間を設け、被検者の疲労感がないことを口頭で確認してから次の試技を行わせた。

4. 統計処理

2群間における測定値の差の検定には、対応のないt検定を行った。また、各項目間の関係はピアソンの相関分析を用いた。なお、いずれも有意水準は危険率5%とした。

III 結 果

Table 1に、各測定項目の平均値±標準偏差、および投手と野手の平均値の比較を示した。投手と野手との間で統計的に有意な差が見られた項目は、全身パワーの指標である OT ( $t = -2.18, p <$

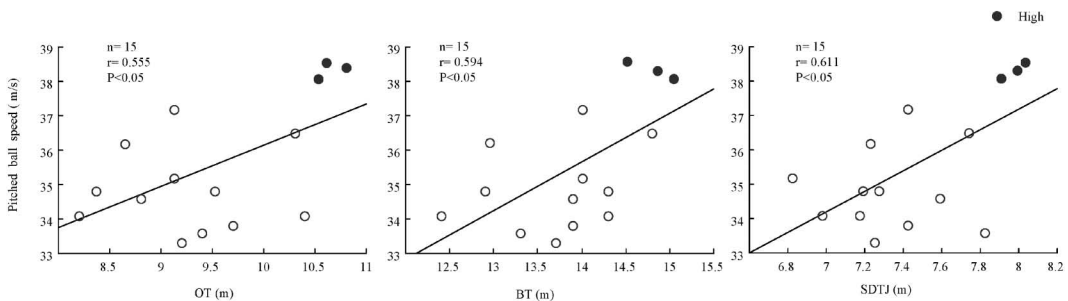
Table 1 Comparison between pitcher and fielder players in measured values.

	Pitcher (n=15)	Fielder (n=22)	difference
Height (cm)	174.5±5.2	173.1±5.8	
Weight (kg)	69.8±4.9	68.2±5.3	
Throwing distance (m)	87.44±6.65	86.39±6.09	
50 m run (sec)	6.8±0.3	6.7±0.3	
Pitched ball speed (m/s)	35.6±1.8		
Thrown ball speed (m/s)		33.2±2.0	
Batted ball speed (m/s)		33.5±2.1	
OT (m)	9.42±1.25	8.91±1.19	*
BT (m)	13.84±1.55	13.35±1.47	*
Push RT-index (m/s)	14.14±3.20	16.79±3.18	*
Push CT-index (m/s)	15.35±3.06	17.61±3.22	*
Push augmentation (%)	-7.6±4.9	-5.1±4.4	
SHA RT-index (m/s)	24.84±4.28	26.66±4.15	
SHA CT-index (m/s)	21.74±4.04	22.04±4.25	
SHA augmentation (%)	14.2±10.8	22.5±10.7	*
Twist (DOM) RT-index (m/s)	39.32±9.02	38.93±5.10	
Twist (DOM) CT-index (m/s)	31.55±4.81	31.02±5.52	
Twist (DOM) augmentation (%)	24.7±13.4	25.4±15.6	
Twist (NDOM) RT-index (m/s)	38.27±6.74	37.21±9.15	
Twist (NDOM) CT-index (m/s)	31.62±5.53	31.19±5.94	
Twist (NDOM) augmentation (%)	20.8±14.8	19.6±15.5	
CMJ (m)	0.442±0.051	0.423±0.059	
RJ-index (m/s)	1.949±0.481	2.201±0.411	
SLJ (m)	2.46±0.20	2.36±0.28	
STJ (m)	7.29±0.41	7.38±0.56	
SDTJ (m)	7.41±0.44	7.13±0.47	*

\* p<0.05

**Table 2** Correlation coefficient between pitched/thrown ball speed, batted ball speed and measured values.

	Pitcher (n = 15)	Fielder (n = 22)	
	pitched ball speed	thrown ball speed	batted ball speed
OT (m)	0.555*	0.529*	0.121
BT (m)	0.594*	0.389	0.364
Push RT-index (m/s)	0.249	0.432*	0.478*
Push CT-index (m/s)	0.134	0.456*	0.427*
Push augmentation (%)	0.155	-0.040	0.223
SHA RT-index (m/s)	0.612*	0.641**	0.377
SHA CT-index (m/s)	0.490	0.534*	0.346
SHA augmentation (%)	0.449	0.606**	0.131
Twist (DOM) RT-index (m/s)	0.574*	0.511*	0.564**
Twist (DOM) CT-index (m/s)	0.528*	0.442*	0.467*
Twist (DOM) augmentation (%)	0.543*	0.484*	0.515*
Twist (NDOM) RT-index (m/s)	0.623*	0.535*	0.623**
Twist (NDOM) CT-index (m/s)	0.552*	0.492*	0.502*
Twist (NDOM) augmentation (%)	0.582*	0.532*	0.529*
CMJ (cm)	0.492	0.304	0.398
RJ-index (m/s)	0.328	0.415	0.386
SLJ (m)	0.439	0.387	0.419
STJ (m)	0.441	0.408	0.385
SDTJ (m)	0.611*	0.400	0.396

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ **Fig. 2** Relationship between pitched ball speed, and OT, BT, and SDTJ at pitcher.

0.05), BT ( $t = -2.45$ ,  $p < 0.05$ ), 上肢のパワーの指標である Push RT-index ( $t = 3.40$ ,  $p < 0.01$ ), Push CT-index ( $t = 3.08$ ,  $p < 0.01$ ) および SHA augmentation ( $t = 2.37$ ,  $p < 0.05$ ), 下肢のパワーの指標である SDTJ ( $t = -2.76$ ,  $p < 0.05$ ) であった。

Table 2 には、投手の投球スピード、野手の送球スピードおよび打球スピードと各測定項目との相関係数を示した。投手では、10項目、野手では12項目で有意な相関関係が認められた。体幹

捻転パワーに関しては、投手、野手ともにいずれの項目も有意な相関関係が認められ ( $r = 0.442 - 0.623$ ,  $p < 0.05 - 0.01$ ), CT-index より RT-index との相関係数が高い傾向を示した。

Fig. 2 には、投手の OT, BT および SDTJ と投球スピードとの関係を示した。相関係数はそれぞれ、 $r = 0.555$ ,  $0.594$ ,  $0.611$  であり、有意な相関関係が認められた ( $p < 0.05$ )。また、投球スピードの上位3名 ( $38.1 - 38.6$  m/s, 以下 High) の被検者はいずれの測定項目でも高値を示していた。

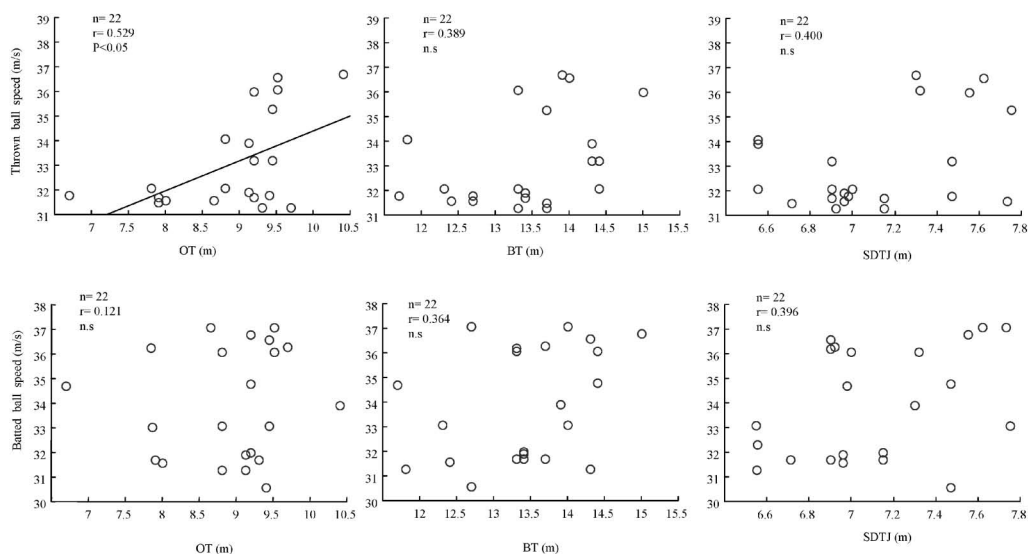


Fig. 3 Relationship between thrown ball speed and batted ball speed, and OT, BT and SDTJ at fielder players.

Table 3 Correlation matrix of OT, BT, and SDTJ at pitcher.

	①	②
① OT (m)		
② BT (m)	0.428	
③ SDTJ (m)	0.475	0.663**

\*\* p < 0.01

Fig. 3 には野手の OT, BT および SDTJ と野手の送球スピードと打球スピードとの関係を示した。送球スピードと OT との間に有意な相関関係が認められた ( $r=0.529, p<0.05$ ) が、その他の項目間では有意な相関関係が認められなかった。

Table 3 には、投手における OT, BT および SDTJ の相関マトリックスを示した。BT と SDTJ との間に有意な相関関係が認められた ( $r=0.663, p<0.01$ ) が、その他の項目間では有意な相関関係が認められなかった。

Fig. 4, 5 に野手の Push CT-index, RT-index と送球スピード、打球スピードとの相関係数を示した。Push CT-index, Push RT-index と送球スピード、打球スピードとの間に有意な相関係数が認められた (Push CT-index それぞれ  $r=0.456,$

0.427, Push RT-index それぞれ  $r=0.432, 0.478,$  共に  $p<0.05$ )。

Fig. 6, 7 には投手の投球スピードと Push CT-index, Push RT-index との相関係数を示したが、有意な相関関係は認められなかった。

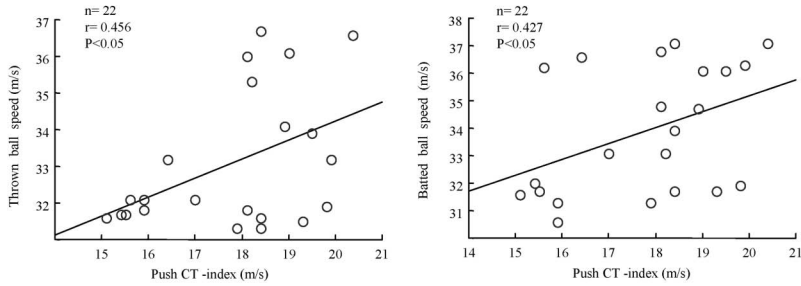
Fig. 8 に野手における SHA augmentation と送球スピード、打球スピードとの相関係数を示した。送球スピードとの間に有意な相関関係が認められた ( $r=0.606, p<0.01$ ) が、打球スピードとの間には有意な相関関係は認められなかった。

Fig. 9 には投手の投球スピードと SHA augmentation との間の相関係数を示したが、有意な相関関係は認められなかった。

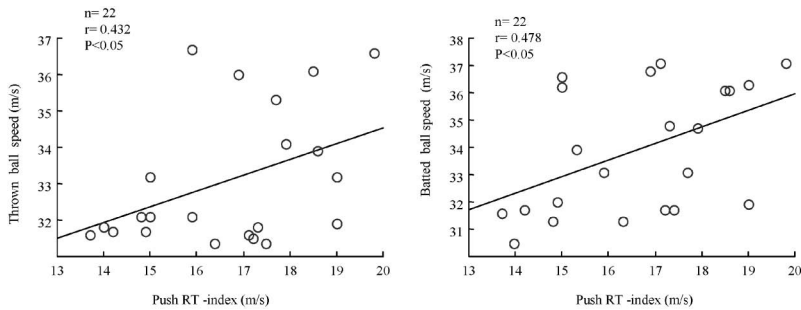
## IV 考 察

### 1. Throw-index と投球、送球および打球スピードとの関係

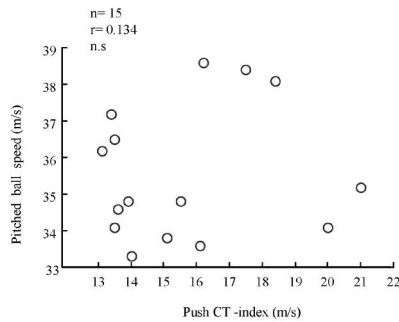
本研究では、上肢および体幹捻転パワーの指標として田内ほか (2006) の先行研究を参考に Throw-index を用いた。田内ほか (2006) は上肢のスイング型の運動を用い、やり投げ選手の競技成績と Throw-index との関係を検討してい



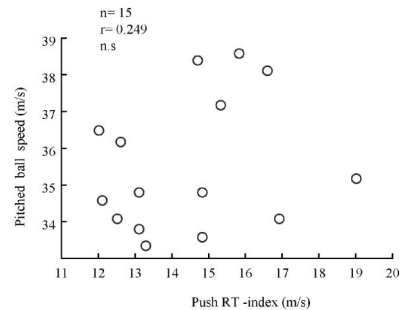
**Fig. 4** Relationship between Push CT-index, and thrown ball speed and batted ball speed at fielder players.



**Fig. 5** Relationship between Push RT-index, and thrown ball speed and batted ball speed at fielder players.



**Fig. 6** Relationship between Push CT-index and pitched ball speed at pitcher.

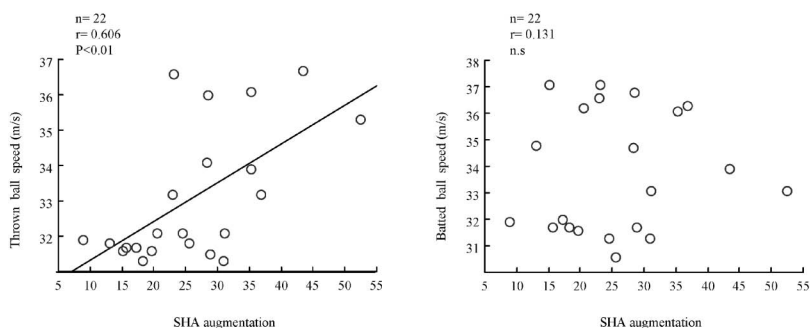


**Fig. 7** Relationship between Push RT-index and pitched ball speed at pitcher.

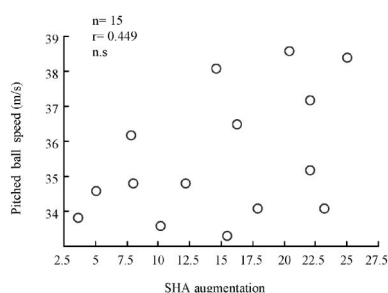
る。この報告によると競技成績に優れるものは上肢のパワー発揮能力に優れ、その傾向は特にSSC運動を利用したRTにおいて顕著であることを示しており、やり投げ選手における上肢のSSC運動を利用したパワー発揮能力の重要性を示唆している。本研究では先行研究とは動作形態

が異なるものの、肩水平内転パワーおよび体幹捻転パワーにおいては、CTよりもRTの方がThrow-indexが高く、投球、送球および打球スピードとの相関係数も高い（肩水平内転パワーと野手の打球スピードは除く）ことから先行研究と類似した結果が得られた。また、SSC能力を示





**Fig. 8** Relationship between SHA augmentation, and thrown ball speed and batted ball speed at fielder plays.



**Fig. 9** Relationship between SHA augmentation and pitched ball speed at pitcher.

す Augmentation と投球，送球および打球スピードとの間にも高い相関関係が認められた．このような，Throw-index, Augmentation と投球，送球および打球スピードとの間の高い相関関係は，肩水平内転，体幹捻転運動によるパワー発揮能力および SSC 能力と投球，送球および打球スピードとの関係を適切に評価していることを示唆するものである．これらのことから，CT のような短縮性収縮によるパワー発揮能力だけでなく，RT のような SSC 運動を利用したパワー発揮能力も野球選手にとって必要な体力要因であることが予想される結果となった．

上肢伸展パワーに関しては RT よりも CT の方が値が高く，Augmentation も値がマイナスを示すなど SSC の効果が認められなかった．このような結果は，動作形態が類似している三浦ほか (2002) の先行研究と同様であった．三浦ほか (2002) は，上肢の運動では，SSC による反動の

効果が下肢の運動のように顕著に現れない可能性を示唆しているが，本研究においても，田内ほか (2006) の研究においても上肢における反動の効果は認められている．これらのことから，動作形態などによって同じ上肢でも反動の効果が異なることが考えられるがこの点については，本研究では明らかにすることはできなかった．

SSC の効果が認められなかったものの，Push RT-index, Push CT-index と野手の送球，打球スピードとの間に有意な相関関係が認められた．したがって，本研究で用いた Push RT-index, Push CT-index は上肢の短縮性収縮によるパワーの指標として扱うものとする．

## 2. 投手と野手の体力特性の比較

### 1) メディシンボールスローとジャンプ能力について

投手が野手よりも優れた項目は，全身のパワーの指標である OT と BT，下肢のパワーの指標である SDTJ であった．投球動作は下肢から上肢にむけて運動が連鎖的に起こることで遂行されているため (宮下ほか, 2002)，下肢と上肢をつなぐ体幹の役割については指導現場においても重要視されている．実際の投球時において島田ほか (2000) は，リリース前に体幹は伸展トルクにより負のパワーを発揮し，体幹の過度な屈曲を防ぐことを示唆している．Hirashima et al. (2002) は，投球時の筋電図を調べ，腹直筋はボールリリースの直前に大きな筋活動が見られ，それは上

肢の回転運動によって働く遠心力に対して求心力を発揮するという重要な役割を担っていると報告していることから、投球時における体幹の筋群の重要性は理解できる。また、勝亦ほか(2007b)は、投手および投手経験者の腹部、背部の筋量を測定し、投球スピードとの間に有意な相関関係が認められたことを報告している。本研究で用いた OT と BT は体幹の屈曲、伸展を伴う動作であり(大川ほか, 2004)、体幹の筋群が大きく関与していることが予想される。したがって、本研究で用いた OT と BT は投手に必要な体幹のパワー発揮能力を反映していたと考えられる。

SDTJ と STJ に関しては、主に下肢の各関節筋群を利用した運動であると考えられ、特に SDTJ は、着地し、その後再び跳躍する運動であるため、下肢の各関節筋群は典型的な SSC 運動を遂行していることが推測される。STJ も下肢の SSC 運動を利用した跳躍であるが、SDTJ にのみ差が生じた理由としては、跳躍時の接地時間の違いが考えられる。本研究では、測定を行っていないが、先行研究を参考にすると、STJ の接地時間は約 0.12 秒 (Mero and Komi, 1994) と短い、立ち幅跳びのような両足ジャンプを繰り返す SDTJ は跳躍時間が約 1.0 秒 (Horita et al., 1991) と比較的長いことが推測される。

実際の投球における下肢の動作について、高橋ほか(2005)は、球速の速い投手は、踏み出し期に軸足の膝、股関節を大きく屈曲し、踏込脚が接地する直前に大きな角速度で伸展していることを示している。このことに関連して宮西(2006)は、軸脚各関節を曲げて沈み込む踏み出し期前半では、エキセントリックパワーを、各関節を伸ばす後半ではコンセントリックパワーを発揮していることから、軸脚の筋群は典型的な SSC 運動となっていることを示唆している。この踏み出し期(宮西, 2006)の動作時間を大学生のピッチング動作を対象とした島田ほか(2000)のデータから読み取ると、約 0.9 秒と SDTJ の接地時間に比較的近いことがわかる。このことから、SSC 運動を利用し、比較的長い時間をかけて跳躍する SDTJ が STJ よりも投手における下肢のパワー

発揮能力をより反映していたと考えられる。

以上のことから、投球練習の多いと考えられる投手は野手と比較して、特異的に体幹屈筋群や下肢の各関節筋群が発達している可能性が考えられ、それが投手と野手の測定値の差に現れたものと推測される。

次に、上述した OT, BT, SDTJ は、投手の投球スピードと有意な相関関係が認められ (Fig. 2), High 群においては、いずれの測定項目でも高値を示していた。また、OT, BT, SDTJ の相関マトリックス (Table 3) を見ると、BT と SDTJ との間に有意な相関関係が認められたものの、OT と BT, SDTJ との間に有意な相関関係は認められなかったことから、これらはそれぞれ異なる能力を測定評価していることが考えられる。したがって、OT, BT, SDTJ で評価される、体幹、下肢、全身の爆発的なパワー発揮能力をそれぞれバランスよく高めることは、投手の投球スピードを高めるための必要条件になりうる可能性があると考えられる。一方で、野手に着目すると、OT と送球スピードとの間に有意な相関関係が認められたがその他の項目では有意な相関関係は認められなかった。このことから、OT によって評価されるパワー発揮能力は野手の送球スピードの向上にも影響を及ぼす可能性があると考えられる。また、野手の送球スピード、打球スピードと BT, SDTJ との間には、5%水準には満たないものの、それに近い正の相関関係 ( $p < 0.364 - 0.400$ ,  $p < 0.10$ ) があった。このことから、BT, SDTJ によって評価されるパワー発揮能力は、野手の送球スピードや打球スピードにも少なからず影響を及ぼしている可能性が考えられるが、この点については本研究で明らかにすることはできなかった。したがって今後、サンプル数を増やすなどして、詳細に検討する必要があると考えられる。

## 2) Throw-index について

### (1) 上肢

上肢のパワーに関しては、野手が投手より Push RT-index, Push CT-index, SHA augmentation が優れていた。車谷ほか(2003)は、社会人野球選手を対象に、肘関節伸展筋力、屈曲筋力

を測定し、投手の測定値が野手と比べて、有意に低かったと報告している。本研究で用いた、Push RT-index, Push CT-index は主に上肢の伸展筋群が発揮した能力を評価していると考えられることから、本研究の結果は先行研究を支持していたといえる。Push RT-index, Push CT-index と野手の送球、打球スピードとの関係を見るといずれも有意な相関関係が認められた。まず、打球スピードについて、有賀 (2002) は、引き手でバットをリードしていることがパフォーマンスの優劣を決定づけるとし、引き手前腕部の専門的筋力と調整力の強化が重要であると示唆している。このことから、投手に比べてバッティング練習が多いと考えられる野手は、バッティングによって前腕部が強化されていたことが考えられる。次に送球スピードに関して、勝亦ほか (2007a) は、中学生および大学野球選手を対象として、肘関節伸展トルクを測定し、中学生では、打球スピードとの間に有意な相関関係が認められたが、大学生では有意な正の相関関係は認められなかったと報告している。その理由として、中学生は肘関節伸展動作が主体になった動作であったことを示唆している。本研究では、野手の Push RT-index, Push CT-index と送球スピードとの間に有意な相関関係が認められたが、投手の Push RT-index, Push CT-index との間に有意な正の相関関係は認められなかった。これらのことから、上記と同様に、野手は投手に比べて肘関節伸展動作が主体になった投動作になっている可能性があるが、この点については、本研究で明らかにすることはできないので、今後の研究に委ねたい。

次に、肩水平内転パワーについて、SSC 運動を利用したパワー発揮能力の指標である SHA RT-index は投手、野手ともに打球、送球スピードとの間に有意な相関関係が認められた。一方、SSC 能力を示す SHA augmentation は、野手が投手よりも有意に高く、野手の送球スピードとの間には有意な正の相関関係が認められたが ( $r = 0.606, p < 0.01$ )、投手は 5% 水準には満たないものの、それに近い正の相関関係 ( $r = 0.449, p < 0.10$ ) があつたに止まった。打球中の肩水平内

外転運動は、打球スピード増大をもたらす動作であるとともに (高橋ほか, 2005), リリースに向かう動作に先立ち逆方向への運動がおきていることから、SSC 運動が生じている可能性が示唆されており、このことが弾性エネルギーの再利用を可能にし、ボールに与えられるエネルギーを高めることにつながると推測されている (桜井, 1992)。これらのことから、肩水平内転運動における SSC 運動を利用してのパワー発揮能力は、投手および野手の打球、送球スピードに影響を及ぼしている可能性が考えられるが、その関係性は野手の方が高い傾向がみられた。

その理由については、投手の打球動作と内野手の送球動作では要求される目的が異なるため関節運動が変化すること (川野ほか, 2007)、投手は投手板から離れ助走をつけて投げるのが許されない (宮西, 2003) が、野手は助走をつけて全力で投げる機会が多い (中山, 2009) といった、投手と野手の打球が異なることが考えられる。また、野手は体勢が崩れた状態からや、走者との兼ね合いからクイックモーションでの送球が多いと予想される。さらに、野手は投手と比べ、上肢の運動に頼った投動作になる機会が多くあり、それを日頃の練習から多用していることで、投手より上肢のパワー発揮能力が発達していたのであると推測される。一方、投手は、実際の指導においても下肢や体幹を使って投げるのが基本とされていることから、試合や日頃の練習から、全身を使って投げることを特に意識して投球することが多いと考えられる。このような、投手と野手の打球形態の相違が、上肢の体力特性や打球、送球スピードとの関係に影響を及ぼしていたと考えられる。しかし、投手と野手の打球動作についての相違点を、詳細に検討した研究は少ないので、今後さらに検討していく必要があるだろう。

## (2) 体幹捻転

体幹捻転パワーに関しては、いずれの種目も投手と野手で有意な差は見られなかった。宮西・櫻井 (2009) は、野球の打球と打撃時の体幹では SSC 運動が行われていることを示唆しており、体幹捻転の SSC 能力は投手にも野手にも必要な

能力であることが考えられる。本研究においても、体幹捻転パワーのすべての測定項目と投手および野手の投球、送球、打球スピードとの間に有意な相関関係が認められ、いずれもCTよりSSC運動を利用したRTとの相関係数が高く、SSC能力の指標であるAugmentationとの間にも有意な相関関係が認められた。これらのことから、CTのような短縮性収縮だけでなくRTのようなSSC運動を利用した体幹捻転パワーも投手、野手にとって必要な体力要因であるため、両者に差が見られなかったと考えられる。

### 3. まとめ

本研究の結果から、投手と野手では、動作形態や求められる能力の違いにより、体力特性が一部異なることが明らかになった。そして、投手は特に体幹や下肢を利用した全身のパワーをバランスよくトレーニングすること、野手は上肢伸展パワー、肩のSSC能力を高めることが、投球スピードや打球スピードを向上させるための必要条件になりうるということが示唆された。また、本研究で用いたフィールドテストの項目は比較的に利用しやすいと考えられるため、個々の能力を測定評価し、個人の体力特性を考慮したトレーニング選択を行うための一つの指標になりうると思われる。

### 4. 本研究の限界について

本研究では、野球選手のパフォーマンスを投球、送球スピードや打球スピードで評価しているが、野手では、打撃面において、変化球への対応や選球眼、ミートの確率、投手ではコントロールやスタミナなどといった野球選手に必要とされる能力を考慮することは出来なかった。この点については本研究における限界であった。

また、本研究では、実際の現場で利用しやすい測定項目を採用したため、いくつかの測定には、測定誤差があることは否定できない。しかし、測定誤差はすべての測定値に等しく含まれると推定されることから、本研究で行った相関分析には大きな影響を及ぼさないと考えられる。

## V 要 約

本研究では、大学野球選手（投手15名、野手22名）を対象にフィールドテストを用いて、全身のパワーおよび上肢、体幹、下肢のパワー、SSC能力を測定評価し、投手と野手の体力特性について検討した。主な結果は以下の通りである。

- 1) OT, BT, SDTJは投手が野手と比べて有意に高く、投手の投球スピードとの間に有意な相関関係が認められた。
- 2) 上肢伸展パワーの指標であるPush RT-index, Push CT-indexは野手が投手に比べて有意に高かった。また、野手のPush RT-index, Push CT-indexと送球スピード、打球スピードとの間に有意な相関関係が認められた。
- 3) SHA augmentationは野手が投手に比べて有意に高く、野手の送球スピードとの間に有意な相関関係が認められた。
- 4) 体幹捻転パワーは、投手と野手との間に差はみられなかった。

以上のことから、投手と野手では、動作形態や求められる能力の違いにより、体力特性が異なることが明らかになった。

## VI 参考、引用文献

- 有賀誠司 (2002) パフォーマンスに活かす筋力トレーニング(17)野球のための筋力トレーニング. *Training Journal*, 24(5): 74-78.
- 遠藤俊典・田内健二・木越清信・尾縣 貢 (2007) リバウンドジャンプと垂直跳の発達に関する横断的研究. *体育学研究*, 52: 149-159.
- Eugene, C.A. (1982) Physiological characteristics of major league baseball players. *Physician sports and medicine*, 10: 51-57.
- Hennessy, L. and Kilty, J. (2001) Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *J. Strength Cond. Res.*, 15: 326-331.
- Hirashima, M., Kadota, H., Sakurai, S., Kudo, K., and Ohtsuki, T. (2002) Sequential muscle activity and its functional role in the upper extremity and trunk dur-

- ing overarm throwing. *J. Sports Sci.*, 20: 301-310.
- Horita, T., Kitamura, K., and Kohno, N. (1991) Body configuration and joint moment analysis during standing long jump in 6-yr-old children and adult males. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23: 1068-1077.
- 勝亦陽一・金久博昭・川上泰雄・福永哲夫 (2007a) 年齢および野球経験の有無が投球スピードと筋力との関係に及ぼす影響. *トレーニング科学*, 19: 149-154.
- 勝亦陽一・高井洋平・太田めぐみ・佐久間淳・川上泰雄・福永哲夫 (2007b) 大学野球選手にみられる筋量および筋量分布の特徴が投球スピードに与える影響. *スポーツ科学研究*, 4: 75-84.
- 川野哲英・野村亜樹・宮下浩二・平野佳代子 (2007) 運動器疾患保存療法. 黒澤尚編 野球肩障害に対するリハビリ運動療法. 全日本病院出版会: 東京, pp. 220-228.
- Komi, P.V. and Buskirk, E.R. (1972) Effect of eccentric muscle conditioning on tension and electrical activity of human muscle, *Ergonomics*, 15: 417-434.
- 車谷 洋・村上恒二・金子文成 (2003) 野球選手のポジション別肘関節屈曲・伸展筋力の比較. *日本臨床スポーツ医学会誌*, 11: 80-83.
- Mero, A. and Komi, P.V. (1994) EMG, force, and power analysis of sprint-specific strength exercises. *J. Appl. Biomech.*, 10: 1-13.
- 三浦 健・図子浩二・鈴木章介・松田三笠・清水信行 (2002) バスケットボールにおけるチェストパス能力を高める上肢のプライオメトリクス手段に関する研究. *体育学研究*, 47: 141-154.
- 宮西智久 (2003) 野球の投球動作のバイオメカニクス—どうしたら速いボールを投げられるようになるのか—. *バイオメカニクス研究*, 7: 360-367.
- 宮西智久 (2006) 野球のピッチング動作とその指導・トレーニング. *トレーニング科学*, 18: 313-322.
- 宮西智久・櫻井直樹 (2009) 野球の投・打動作の体幹捻転研究—SSC 理論に着目して—. *バイオメカニクス研究*, 13: 149-169.
- 宮下浩二・小林寛和・横江清司 (2002) 投球動作における下肢・体幹・上肢関節の連動. *アスレティック・リハビリテーション*, 4: 39-49.
- 中山梯一 (2009) プロ野球選手の体力⑥—フィールドテスト (10・30・50・100 m, 一塁まで, ホームラン, 遠投). *Training Journal*, 31: 46-49.
- 大川昌弘・菅原 勲・櫻井忠義 (2004) 体幹部の筋横断面積および機能に関する陸上競技やり投げ選手と他の投擲選手との比較. *体力科学*, 53: 411-424.
- 桜井伸二・池上康男・矢部京之介・岡本 敦・豊島進太郎 (1990) 野球の投手の投動作の3次元動作解析. *体育学研究*, 35: 143-156.
- 桜井伸二 (1992) 投げる科学. 大修館書店, 東京, pp. 83-84.
- 島田一志・阿江通良・藤井範久・結城匡啓・川村 卓 (2000) 野球のピッチング動作における体幹および下肢の役割に関するバイオメカニクスの研究. *バイオメカニクス研究*, 4: 47-60.
- 高橋佳三・阿江通良・藤井範久・川村 卓・小池関也・島田一志 (2005) 球速の異なる野球投手の動作のキネマティック的比較. *バイオメカニクス研究*, 9: 36-53.
- 田内健二・高松 薫・土江寛裕・磯 繁雄 (2006) 槍投げ競技者における上肢の伸張—短縮サイクル運動の遂行能力の評価. *スポーツ科学研究*, 3: 104-112.
- Walshe, A.D., Wilson, G.J., and Murphy, A.J. (1996) The validity and reliability of a test of lower body musculotendinous stiffness. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 73: 332-339.
- 図子浩二・高松 薫・古藤高良 (1993) 各種スポーツ競技者における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性. *体育学研究*, 38: 265-278.

(平成22年4月6日受付)  
(平成22年11月12日受理)