

野球投手におけるスピード・トレーニングとしての遠投の意義

下山 優¹⁾ 島田一志²⁾ 川村 卓³⁾ 奈良隆章³⁾

Significance of long-distance play catch as speed training in a baseball pitcher

Yutaka Shimoyama¹⁾, Kazushi Shimada²⁾, Takashi Kawamura³⁾ and Taka-aki Nara³⁾

Abstract

The purpose of this study was to clarify how two factors (distance and release angle) influenced the performance of long-distance play catch as speed training in baseball pitchers. Twelve university baseball pitchers were assigned as the subjects. For the first experiment, they threw balls from 20m up to 80m at intervals of 10m under the free condition. For the second experiment, they threw balls from 20m up to 40m at intervals of 5m under the controlled condition to keep the angle of release flat as much as possible.

The results are summarized as follows; (1) In S zone (20-40m), the tendency of which the resultant ball velocity at release increased was seen by the horizontal component being emphasized. (2) In M zone (40-70m), the resultant ball velocity at release was decreased and/or flatten as increasing the release angle significantly. (3) In L Zone (70-80m), the resultant ball velocity at release increased with the rise of the release angle. It was thought that these results indicated (1) long-distance play catch in S Zone was useful as a speed training, (2) long-distance play catch in L Zone was useful as a method of breaking speed plateau.

Key words: long-distance play catch, speed training, release angle.

遠投, スピード・トレーニング, 投距離, 投射角

I. 緒言

野球における投手の遠投は、パフォーマンス向上を目的として広く用いられる練習法のひとつであり、一般的にはピッチャープレートからホームプレートまで(18.44m)よりも大きい距離をとった2名の選手間でキャッチボールの形式で行われる。野球の指導書においても遠投に関する多くの記述がみられ、「ボールを遠くへ投球することで全身を使うようになり、その結果としてより速いボールを投げる事が可能となる」(石井ら, 1984), 「遠投を繰り返すことでバランスのとれた力強いフォームができあがり、スピードが備わっていく」(黒江, 1986) など、遠投を超最大スピードの発揮および獲得を目的としたスピード・トレーニングとして位置づける記述が多い。また、遠投を実施

する際の留意点としてBennett (1999) は「ボールを水平に投球できる最大の距離で行うべき」としており、ボール初速度を最大にするとともに投射角を小さくすることを強調しており、国内の指導書においても、「遠投は山なりの球を投げず、全力をもって直線的な球を投げるようにする(稲葉, 1974)」などの記述がみられる。

一方、通常よりも遠くまでボールを投げることを課題とした投動作について、科学的手法を用いて分析を行った研究は少数である。三浦ら(1983)は、ボールの投射角と初速度の関係に着目し、熟練度の異なる被験者を対象に4種類の異なる質量のボールを用いて水平投げ、遠投および真上投げを行かせた結果、いずれの質量のボールにおいても水平投げのボール初速度が最も大きく、また水平投げおよび遠投の各試技内にお

1) 尽誠学園高等学校

Jinsei Gakuen High school

2) 金沢星稜大学人間科学部

Kanazawa Seiryō University, The school of human science

3) 筑波大学大学院人間総合科学研究科

University of Tsukuba, the Graduate School of Comprehensive Human Sciences

いて投射角と初速度の間に負の相関がみられたことを明らかにしている。また、高嶋ら(1964)はハンドボール選手を被験者としてハンドボール投げの投距離とボール初速度の関係について検討した結果、10mまでの距離では投距離が増すにつれて初速度は増したが、10m以上では、投距離の増加に伴い初速度が低下する傾向にあったことを報告している。

このように、野球の指導書において遠投はスピード・トレーニングとして有用であるとされる一方で、投距離の増加およびこれに伴う投射角が生じる遠投ではボール初速度が低下するとの先行研究も存在する。したがって、遠投において投距離の増加がボール初速度および投射角度に及ぼす影響について定量的に検討を加えることは、遠投をスピード・トレーニングとして合目的的に活用するうえで有意義であるといえよう。

本研究の目的は、野球の遠投における投距離の増加および、投射角度の抑制がボールの初速度に及ぼす影響を明らかにし、スピード・トレーニングとしての方法論上の知見を提示することである。

II. 方法

1. 実験

本研究における被験者は大学硬式野球部に所属する投手12名(年齢 20.5 ± 1.5 歳, 身長 180.5 ± 8.5 cm, 体重 74.0 ± 11.0 kg, 投手歴 8.3 ± 3.3 年)であり, 大学野球連盟の公式戦で登板経験のある投手が4名含まれていた。また, 高校時代に全国高校野球選手権大会および選抜高校野球大会で登板経験のある投手がそれぞれ1名, 同じく高校時代の県大会において準決勝および決勝戦で登板したことのある投手が4名含まれていた。実験に先立ち, 各被験者に実験の主旨, 内容および危険性について説明を行ったうえで参加の同意を得た。また, 投球腕を中心とした身体の状態について確認し, いずれの被験者からも良好との回答を得た。なお, 実験中に痛みを訴えた場合は直ちに実験を中止することを各被験者に約束していた。

被験者は十分なウォーミングアップの後, 「できるだけ速いボールを捕球者にノーバウンドで到達させるように」という指示のもと, ワンステップスローにより遠投を行った。捕球者が両足を動かさずに捕球できた試技を有効試技とし, 3回の有効試技が得られた後に次の投距離の試技に移った。3回の試技で設定された投距離に到達しない場合は試技を終了した。投球間の休憩時間については, 被験者に対して「試技に疲労

の影響が生じないように」と口頭で指示したうえで自由に決定させた。実験試技には硬式野球ボールを使用した。

上記の条件のもと, 以下の2種類の遠投動作を行った。

① F試技

上記以外の特定の指示を与えない試技をF試技とし, 20mから10mごとに80mまでの各距離で遠投を行った。以下では, F試技の各距離における試技をそれぞれF20, F30, F40, F50, F60, F70およびF80とする。

なお, F試技において投距離が20mから40mまでをSゾーン, 50mから60mまでをMゾーン, 70mおよび80mをLゾーンとした。

② C試技

できるだけリリース時のボールの投射角を小さくするよう指示をあたえた場合の遠投をC試技とし, 20mから5m刻みに40mまでの各距離で試技を行った。以下ではC試技における各距離の試技をそれぞれC20, C25, C30, C35およびC40とする。

Fig. 1に本研究における実験の設定を示した。本研究では高速ビデオカメラ(Nac社製, HSV-500)を被験者の側方40mに設置し, 毎秒250コマ, シャッタースピード $1/5000$ 秒で撮影した。

2. データ処理および算出項目

撮影した画像上からデジタイズによってボールおよび較正マークの座標を求め, ボールの画像上の座標を較正マークをもとに実長換算することによって実座標を求めた。本研究においてはスローイング動作中にボールが被験者の手から完全に離れた時点をリリースと定義し, デジタイズ範囲はリリース前2コマ, リリース1コマおよびリリース後2コマの計5コマとした。

得られた実座標に対しラグランジェの5点公式を用いて数値微分を行い, リリース時のボールの正味の速度(以下, ボール初速度), ボール初速度の水平および鉛直方向の成分(以下, 水平方向および鉛直方向のボール初速度), ボール初速度が静止座標系のX軸となす角度(以下, ボールの投射角度)をそれぞれ算出した。分析には各投距離における有効試技のうち, ボール初速度が最大であったものを用いた。

3. 統計処理と比較検討の手順

本研究においては12名の被験者が参加したが, F試

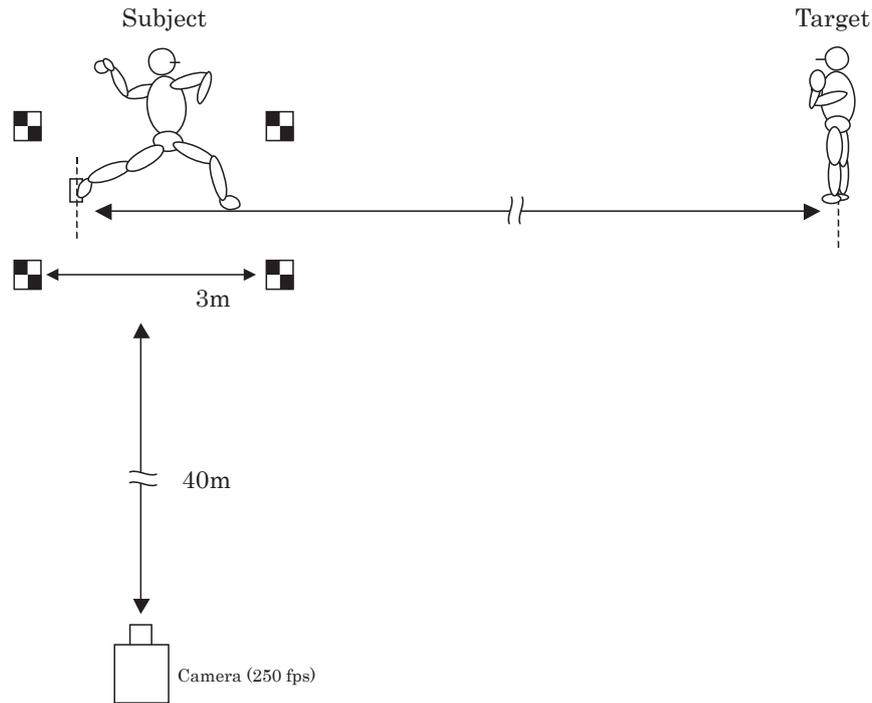


Fig. 1 The experimental set up.

技において参加12名中2名が80mまで到達せず70mで試技を終えたため、F試技およびC試技のいずれも80mまで満たなかった2名を除いた10名で統計処理を行った。投距離間における検定には対応ありの一元配置分散分析を用い、F値が有意であったものに関してはTukeyの方法によって多重比較検定を行った。また、実験1および実験2の同距離間の比較は対応ありのt検定を用いた。有意水準はいずれも5%未満とした。

Ⅲ. 結果

1. ボール初速度

Fig. 2はF試技およびC試技におけるボール初速度を示したものである。白のダイヤがSゾーンのF試技、白の丸がMゾーンのF試技、白の三角がLゾーンのF試技、黒のダイヤがSゾーンのC試技をそれぞれ示す。

F試技についてみると、Sゾーン(20m-40m)においてはF20で $33.90 \pm 2.03\text{m/s}$ 、F30で $34.57 \pm 1.84\text{m/s}$ 、F40で $34.93 \pm 2.26\text{m/s}$ であった。Mゾーン(50m-60m)においてはF50で $34.49 \pm 1.46\text{m/s}$ 、F60で $34.43 \pm 1.40\text{m/s}$ 、Lゾーン(70m-80m)ではF70で $34.48 \pm 1.24\text{m/s}$ 、F80で $35.17 \pm 1.28\text{m/s}$ であった。いずれの試技間にも

有意な差は認められなかった。

C試技についてみると、C20で $34.52 \pm 1.44\text{m/s}$ 、C25で $34.89 \pm 1.49\text{m/s}$ 、C30で $35.49 \pm 2.00\text{m/s}$ 、C35で $35.01 \pm 1.67\text{m/s}$ 、C40で $35.64 \pm 1.36\text{m/s}$ であった。C20とC30およびC40の間にそれぞれ有意な差が認められた($p < 0.05$)。

C試技とF試技を比較すると、20m、30mおよび40mのいずれの距離においてもC試技が大きなボール初速度を示したが、C30とF30の間にのみ有意な差がみられた($p < 0.05$)。

2. ボールの投射角

Fig. 3はF試技およびC試技におけるボールの投射角を示したものである。白のダイヤがSゾーンのF試技、白の丸がMゾーンのF試技、白の三角がLゾーンのF試技、黒のダイヤがSゾーンのC試技をそれぞれ示す。

F試技についてみると、SゾーンにおいてはF20で $3.18 \pm 1.7\text{deg}$ 、F30で $4.98 \pm 1.45\text{deg}$ 、F40で $6.16 \pm 2.11\text{deg}$ 、MゾーンにおいてはF50で $8.64 \pm 1.98\text{deg}$ 、F60で $10.6 \pm 2.78\text{deg}$ 、LゾーンではF70で $16.79 \pm 2.84\text{deg}$ 、F80で $19.38 \pm 3.38\text{deg}$ であり、投距離に伴って投射角が増加を示した。いずれの試技も、F40とF50の間を除き、異なるゾーンの各試技との間に有意な差

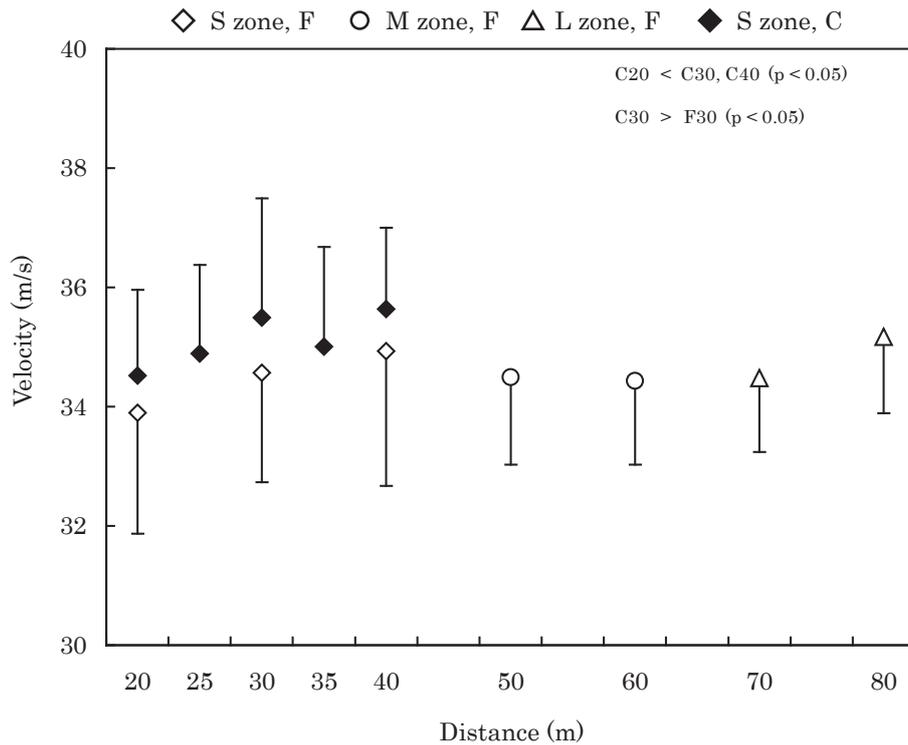


Fig. 2 Changes in the ball velocity at release.

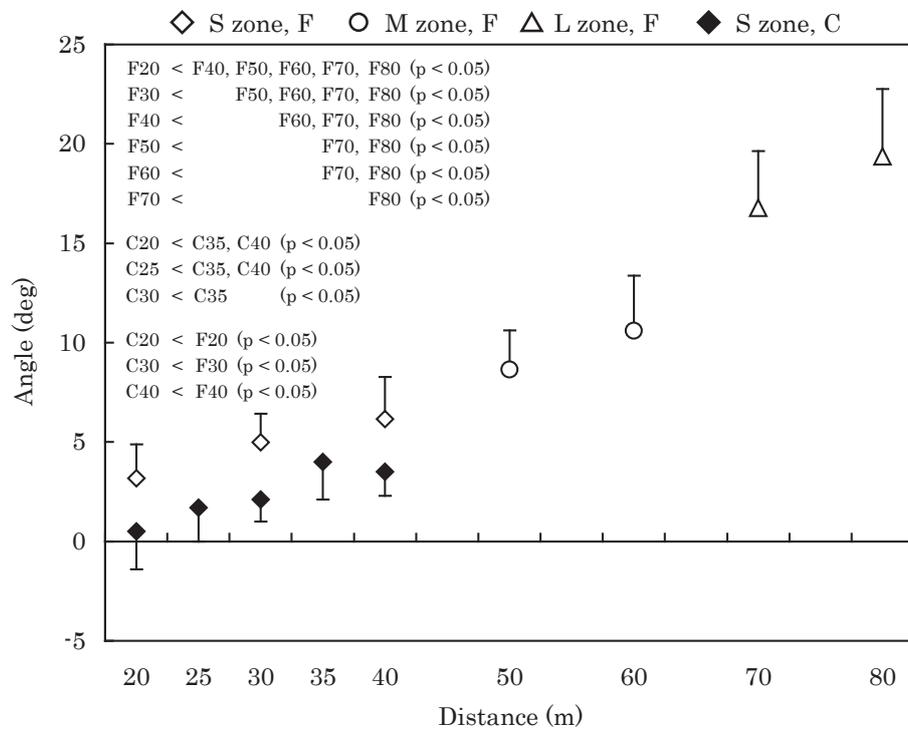


Fig. 3 Changes in the release angle of ball at release.

を示した (いずれも $p < 0.05$).

C試技についてみると、投射角はC20で $0.5 \pm 1.90\text{deg}$, C25で $1.7 \pm 1.70\text{deg}$, C30で $2.1 \pm 1.10\text{deg}$, C35で $4.0 \pm 1.90\text{deg}$, C40で $3.5 \pm 1.20\text{deg}$ であった。C20とC35およびC40, C25とC35およびC40, C30とC35の間にそれぞれ有意な差がみられた (いずれも $p < 0.05$).

同距離のC試技はF試技よりも小さな投射角を示し、C20とF20, C30とF30, C40とF40の間にそれぞれ有意な差がみられた (いずれも $p < 0.05$).

3. 水平方向および鉛直方向のボール初速度

Fig. 4はF試技およびC試技における水平方向および鉛直方向のボール初速度を示したものである。横軸が各試技における水平方向のボール初速度、縦軸に鉛直方向のボール初速度をそれぞれ示す。また、白のダ

イヤがSゾーンのF試技、白の丸がMゾーンのF試技、白の三角がLゾーンのF試技、黒のダイヤがSゾーンのC試技をそれぞれ示す。

F試技における水平方向のボール初速度は、SゾーンにおいてはF20で $33.85 \pm 2.06\text{m/s}$, F30で $34.43 \pm 1.87\text{m/s}$, F40で $34.72 \pm 2.34\text{m/s}$, MゾーンにおいてはF50で $34.09 \pm 1.54\text{m/s}$, F60で $33.82 \pm 1.56\text{m/s}$, LゾーンではF70で $32.98 \pm 1.56\text{m/s}$, F80で $33.13 \pm 1.81\text{m/s}$ であった。F30とLゾーンの各試技, F40とLゾーンの各試技の間にそれぞれ有意な差が認められた (いずれも $p < 0.05$)。C試技についてみると、C20で $34.49 \pm 1.46\text{m/s}$, C25で $34.86 \pm 1.50\text{m/s}$, C30で $35.45 \pm 2.01\text{m/s}$, C35で $34.90 \pm 1.71\text{m/s}$, C40で $35.57 \pm 1.39\text{m/s}$ であった。C20とC30およびC40の間に有意な差がみられた (いずれも $p < 0.05$)。C試技とF試技を比較すると、20m, 30mおよび40mのいずれの距離において

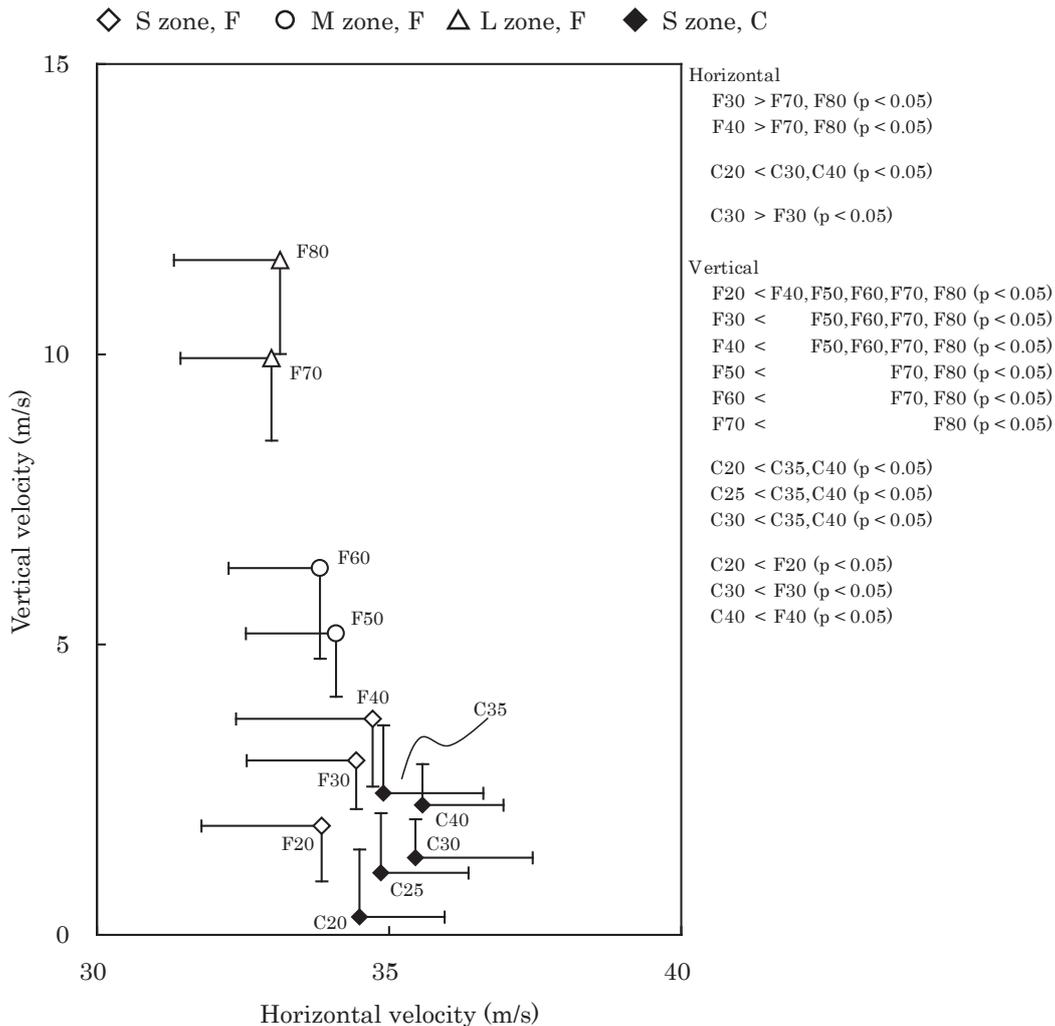


Fig. 4 Relationships between the horizontal and vertical ball velocity at release.

もC試技が大きなボール初速度を示したが, C30とF30の間でのみ有意な差がみられた ($p < 0.05$).

鉛直方向についてみると, SゾーンにおいてはF20で $1.88 \pm 0.96\text{m/s}$, F30で $3.01 \pm 0.84\text{m/s}$, F40で $3.72 \pm 1.17\text{m/s}$, MゾーンにおいてはF50で $5.19 \pm 1.09\text{m/s}$, F60で $6.32 \pm 1.56\text{m/s}$, LゾーンではF70で $9.93 \pm 1.42\text{m/s}$, F80で $11.63 \pm 1.62\text{m/s}$ と, F20からF80まで投距離に伴って増加を示し, F60とF70の間では増加の幅が大きかった. いずれの試技も, 異なるゾーンの各試技との間に有意な差を示した (いずれも $p < 0.05$).

C試技についてみると, C20で $0.31 \pm 1.16\text{m/s}$, C25で $1.07 \pm 1.03\text{m/s}$, C30で $1.33 \pm 0.66\text{m/s}$, C35で $2.44 \pm 1.17\text{m/s}$, C40で $2.24 \pm 0.70\text{m/s}$ であった. C20とC35およびC40, C25とC35およびC40, C30とC35の間にそれぞれ有意な差がみられた (いずれも $p < 0.05$). C試技はF試技よりも小さな速度を示し, C20とF20, C30とF30, C40とF40の間でそれぞれ有意な差がみられた (いずれも $p < 0.05$).

IV. 考 察

1. 各ゾーンにおけるスピード・トレーニングとしての遠投の特性および意義について

Sゾーン (20-40m) におけるF試技の遠投では, F30およびF40の水平方向のボール初速度はF70およびF80よりも有意に大きかった (Fig. 4). また, F20およびF30はMゾーンおよびLゾーンのすべての試技, F40はF60およびLゾーンの試技に比べ, ボールの投射角が有意に小さく (Fig. 3), このことからSゾーンにおける試技は総じてMゾーンおよびLゾーンにおける試技に比べ, 水平方向にボールをリリースしていたといえよう. 野球における投球動作は, マウンド上から18.44mの距離をとって着座した捕手にボールを投げるため, 水平方向のボール初速度を大きくすることが重要な運動課題のひとつであると考えられることができる. また, ザチオルスキー (1972) は「スピードの養成には最大スピードで行うことのできる運動を用いる」と述べており, さらにオゾーリンら (1966) は「スピード向上策として通常の条件よりも高度の筋活動を刺激する複雑な条件を利用して運動を遂行させる」と述べている. これらのことから, Sゾーンにおける遠投は, マウンド上からの投球よりも大きな距離をとった状態で投球に必要な水平方向のボール初速度の発揮が強調されることに意義があるといえよう.

次いでMゾーン (50-60mの範囲の投距離) にお

ける試技について検討すると, F50およびF60のボール初速度および水平方向のボール初速度は, 他の投距離の試技との間に有意な差はみられなかった (Fig. 2およびFig. 4). 一方, ボールの投射角はSゾーンでの試技にくらべて有意に大きくなっていったことがFig. 3よりみてとれる. 高嶋ら (1964) は, ハンドボール投げにおいて目標までの距離が6m以下の場合には投距離の増加に伴ってボール初速度も大きくなるものの, 6mを超えた場合にはボール初速度は増加を示さず, さらに10mを超える距離では低下することを明らかにしており, このことの原因として捕球者あるいは目標物の存在を指摘している. また, 投動作においては投擲物の初速度の増加に伴って目標に対する正確性が低下する, いわゆるtrade offの関係が存在することが明らかになっている (森本ら, 2002, 2003). これらのことをあわせて考えると, Mゾーンでの遠投は, Sゾーンからの投距離の増加に対してボール初速度を増加させるのではなく投射角度を大きくすることでボールをリリースし, このことでtrade offによる正確性の低下を防ごうとしていることが考えられる. これらのことをあわせて考えると, Mゾーンにおける遠投は投手のスピード・トレーニングとしては必ずしも適切ではないことが示唆されよう.

Lゾーン (70-80m) の遠投においては, ボールの投射角および鉛直方向のボール初速度が他のゾーンの試技よりも有意に大きく (Fig. 3およびFig. 4), Lゾーンの試技ではMゾーンよりもボールがさらに上方へ投球されているといえる. 宮西ら (1995) は, できるだけ速くボールを投げることを指示した投球動作 (速投) と, できるだけ遠くへボールを投げることを指示した投球動作 (遠投) の相違について検討した結果, 速投および遠投における投射角はそれぞれ $6.3 \pm 2.5\text{deg}$ および $30.3 \pm 3.2\text{deg}$ であり, 両試技間で有意な差がみられたことを明らかにしている. また, 遠投は速投よりも上腕の後傾および左傾, 投球腕側肩関節の内転および水平外転動作が大きく, 両試技の動作間にキネマティクスの相違がみられたことから, 投射角度の差は両試技間の身体動作の相違により生じたものであることを明らかにしている. 本研究では, リリース時のボールのキネマティクスのパラメータに着目して二次元画像解析法を用いて分析を行ったため, 被験者の身体動作に関する詳細なキネマティクスのデータは算出していないが, 上述したようなボールの投射角のゾーン間での相違と上述の宮西ら (1995) の知見をあわせて考えると, SゾーンおよびLゾーンの試技間には動

作の相違が生じていたことが示唆されよう。一方、村木 (1994) はスピード・トレーニングを実施する方法について「反復法は最大スピードの養成に効果的である反面、動的ステレオタイプを形成してスピードの頭打ち (スピード障害) を招く」と述べている。そして、スピード障害の解決法として「スピード障害破壊法 (ザチオルスキー, 1972; 村木, 1994)」を提唱しており、その内容を「選手が自分の持てる最大速度を上まわる条件を人為的に作り出し、その速いスピード感を頭に入れることである」と記述している。また、オゾーリンら (1966) は、同じくスピード障害の解決法のひとつとして「若干条件を変えるが、だいたいふつうの状態を遂行させる方法」を提唱している。実験と同じ時期に行われた公式戦で登板した被験者Cについて、ゲーム中のストレートをホームプレート後方スタンドからスピードガンで計測したところ、ボール初速度は $36.25 \pm .077\text{m/s}$ であり、Lゾーンにおける球速 (F70 で 37.30m/s , F80 で 37.47m/s) よりも小さかった。宮西ら (2000) は、マウンドから 40m 離れ、かつ投手と捕手を結ぶ線に対して 5° の角度で設置したスピードガンによって計測したボール初速度は、画像解析法によって算出した速度よりも 1.5km/h (0.42m/s) から 2.0km/h (0.56m/s) の程度に小さくなることを報告している。被験者Cにおける、ゲームでの投球とLゾーンでの試技の両ボール初速度の間の差は宮西ら (2000) らの報告よりも大きく、このことからLゾーンにおける試技は、ゲーム中の投球よりもボール初速度が大きいことが示唆されよう。したがって、Lゾーンにおける試技は、スピード障害破壊法の条件に当てはまると考えることができよう。

これらのことから、本研究におけるLゾーンの遠投は、通常の投球動作やSゾーンおよびMゾーンの遠投との間に動作の相違の存在が示唆されること、また、有意差はないもののF80のボール初速度は3.1で述べたように全被験者においてF試技内で最も大きかったことなどをあわせて考えると、ボールを目標に到達させるために大きな初速度でリリースする必要性が高いLゾーンの遠投は、ステレオタイプの形成によって生じるスピード障害を防止するためのスピード障害破壊法のドリルとしての意義を有する可能性をもつことが示唆されよう。

2. C試技について

野球の指導書においては、遠投を実施するさいになるべく水平方向にボールを投げる、すなわち投射角を

小さくしてボールを投げるのが強調されている (今任, 2001; 稲葉, 1974; Bennett, 1998)。

本研究においては、投距離が 20m , 30m および 40m の場合ではC試技はF試技に比べ投射角が有意に小さかった (Fig. 3)。また、本研究においては事前に予備実験を行った結果、 40m を超える試技では投射角度の増加が大きく、C試技を遂行することはできなかった。これらのことから、Sゾーンの範囲内の遠投においては投射角の抑制が可能であると考えられる。また、C30の初速度はF30に比べ有意に大きく、 20m および 40m においても有意な差はみられないもののC試技のボール初速度はF試技よりも大きい傾向にあった (Fig. 2)。これらのことから、ボールの投射角を小さくするように指示することによって、より大きなボール初速度を発揮できる可能性があることが示唆されよう。したがって、Sゾーン ($20-40\text{m}$) で遠投を実施する際に、「投射角度を可能な限り抑えるように」という指示は、自由投球条件で認められた合成ボール初速度の発揮を、同距離でのF試技よりもさらに強調し得る効果的な指示であるといえよう。

V. まとめ

本研究では、野球の遠投における投距離の増加がパフォーマンスに及ぼす影響について検討した結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) Sゾーン ($20-40\text{m}$) における遠投は、水平方向のボール初速度の発揮が強調されることからスピード・トレーニングとしての意義を有する。
- 2) Sゾーン ($20-40\text{m}$) における遠投では、「投射角を可能な限り抑えるように」と指示することで水平方向のボール初速度が増加する。
- 3) Mゾーン ($50\text{m}-60\text{m}$) における遠投は、ボール初速度の増加は抑制される一方で投射角が増加することから、スピード・トレーニングとして適切ではない。
- 4) Lゾーン ($70-80\text{m}$) における遠投は、ボール初速度が最大となる可能性が高く、またSゾーンおよびLゾーンとは異なる投動作であることが示唆されるため、スピード障害破壊法としての意義は大きい。

文献

- Bennett, B. (1999) 101 pitching drills. Coaches Choice: Monterey, pp.69.
- 今任靖之 (2001) 投手革命. 報知新聞社: 東京, pp.30.
- 石井藤吉郎・佐藤千春・西大立目永 (1984) 実戦ベースボール. 大修館書店: 東京, pp.19-21.
- 稲葉誠治 (1974) 投手の育て方. ベースボール・マガジン社: 東京, pp.14-19.
- 黒江透修 (1986) 野球. 西東社: 東京, pp.12-15.
- 三浦望慶・池上康男・松井秀治・橋本 勲 (1983) 投げの方向とボールの重さが初速度におよぼす影響について. キシオロジー研究会編 身体運動の科学V. 杏林社: 東京, pp.189-195.
- 宮西智久・藤井範久・阿江通良・功力靖雄・岡田守彦 (1995) 大学野球選手における速投および遠投動作の3次元的比較研究. 体育学研究, 40 (2) : 89-103.
- 宮西智久・向井正剛・川口鉄二・関岡康雄 (2000) スピードガンとボールスピードの比較. 仙台大学紀要, 31 (2) : 72-77.
- 森本吉謙, 伊藤浩志, 川村 卓, 村木征人 (2002) 野球の投球運動における主観的努力度とパフォーマンスの対応関係. 日本体育学会大会号53 : 480.
- 森本吉謙, 伊藤浩志, 川村 卓, 村木征人 (2003) 主観的努力度の変化が野球の投球パフォーマンスに及ぼす影響. 日本スポーツ方法学会大会号14 : 13.
- 村木征人 (1994) スポーツ・トレーニング理論. ブックハウスHD : 東京, pp.121.
- オゾーリン, ロマノフ: 岡本正巳訳 (1966) スポーツマン教科書. 講談社: 東京, pp.87-95.
- 高嶋 洵・宮崎顕一郎・高沢 惇・三浦陸夫 (1964) ハンドボールの投球動作の分析. 芝浦工業大学紀要, 1 : 73-81.
- ザチオルスキー: 江上修代訳 (1972) スポーツマンと体力. ベースボール・マガジン社: 東京, pp.11.

平成23年11月16日受付

平成25年2月11日受理