

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金研究成果報告書）

平成 24 年 6 月 6 日現在

機関番号：11501

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2010～2011

課題番号：22800070

研究課題名（和文） サッカーのロングスローイン技術のバイオメカニクスの解明

研究課題名（英文） Biomechanical analysis on long throw-in technique in soccer

## 研究代表者

新海 宏成 (SHINKAI HIRONARI)

山形大学・地域教育文化学部・講師

研究者番号：10581217

## 研究成果の概要（和文）：

本研究の主たる目的は、サッカーのロングスローインについて、その動作の特徴を明らかにすることであった。大学サッカー選手のスローイン動作を対象として3次元動作分析を行った結果、飛距離の大きな選手には「体幹の大きくかつ効果的なタイミングでの動き」、「前方よりのリリースポイント」といった特徴が認められた。これらの動きは、ボールに対する投球方向への作用力を増大させ飛距離を大きくする効果があり、また視覚的にも判断しやすいポイントであることから指導の現場で有効な評価指標となり得ると考えられた。

## 研究成果の概要（英文）：

The main purpose of this study was to reveal the characteristics of long throw-in motion in soccer. The throw-in motions of university soccer players were analyzed three-dimensionally using high-speed cameras. As a result, large trunk rotation performed at effective time and more anterior position of the ball release point were observed in the motion of long distance thrower. These characteristics have the effect on increase in the force acting on the ball leading to long throwing distance. Moreover, since these motions are relatively easy to judge visually, it was considered that these points can be effectual assessment index for throw-in coaching.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,050,000	315,000	1,365,000
2011年度	1,040,000	312,000	1,352,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,090,000	627,000	2,717,000

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：サッカー、スローイン、動作分析

## 1. 研究開始当初の背景

近年の守備がよく組織化されたサッカーでは、得点を上げるための手段としてセットプレーの重要性が増してきている。特にスローインは、フリーキックやコーナーキックと比較して試合中に行われる回数が多いセットプレーである。30m 前後の飛距離を持つ「ロングスローイン」は、敵陣深い位置ではゴール付近へのセンタリングとなり、自陣ではクリアリングやカウンターとなる、攻撃・守備の両面で有用な技術である。選手のスローインの飛距離が伸びることでゲーム展開の幅が広がり、チームは得点を上げるためにより多くの選択肢を持つことができる。

しかしながら、野球のピッチングに代表されるような片手での投動作について分析を行った先行研究が数多くある一方で、両手で投げるスローインを対象とした研究は少なく、飛距離の短いスローインを分析した研究 (Lees, et al., 2002; Linthorne & Everett, 2006) や、実際の上肢の動きを捉えきれない 2 次元 (矢状面) 動作分析を行った研究 (Kollath & Schwirtz, 1988; Messier & Brody, 1986) などがあるのみである。サッカーの現場では得点力向上のために求められている技術であるにもかかわらず、学術的研究の蓄積が少ないため、科学的根拠に基づいた指導法が確立されていない状態にあると言える。

## 2. 研究の目的

本研究は、ロングスローイン動作を 3 次元的に分析し、ボールの挙動や助走を含めた全身の動きおよびボールリリース付近における上肢の動きの特徴を抽出することで、サッカー選手がスローインの飛距離を向上させるために必要となる投技術について明らかにすることを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 上半身および投げられたボールの分析

被験者は大学の体育会サッカー部に所属する男子選手 10 名とした。各選手の自由助走からの全力でのスローイン動作をボールリリース地点の真横と真後ろに設置した 2 台のハイスピードカメラを使用して、250fps で撮影した。実験は屋外で行った。

各カメラの映像におけるボールおよび上半身の各点は手動でデジタイズされ、DLT 法 (池上ら, 1991) を用いて各点の 3 次元座標値を算出した。その後、ボール速度およびリ

リース角度、助走速度、上肢の各関節角度等について算出した。

### (2) 異なる助走速度におけるスローイン動作の分析

(1)の研究において、選手によって助走歩数や速度が異なっていたため、動作の特徴を正確に抽出することが困難であった。これまで Kollath & Schwirtz (1988) や Lees et al.

(2005) が立位状態からのスローインと自由助走からのスローインを比較して、後者の方で飛距離が大きい結果を報告しているが、助走を生かせる選手とそうでない選手の動きの違いについては明らかにされていない。

そこで 3 つの異なる助走条件 (1. 助走なし, 2. 1 歩助走, 3. 自由助走) におけるスローイン飛距離と動作の変容を明らかにする実験を行った。

被験者は大学の体育会サッカー部に所属する男子選手 14 名とした。各助走条件からの全力でのスローイン動作を 3 台のハイスピードカメラを使用して、300fps で撮影した。実験は風の影響を考慮して屋内で行った。

各カメラの映像におけるボールおよび全身各点の 3 次元座標値を算出した後、ボール速度およびリリース角度、助走速度や歩幅、全身の動き等について定量化を行った。

### (3) 上肢の動きとボールの回転の分析

特にリリース局面における上肢の動きやボールの回転について明らかにするための実験を実施した。

被験者は大学の体育会サッカー部に所属する男子選手 14 名とし、自由助走からの全力でのスローイン動作をリリースポイント真横に設置した 1 台のウルトラハイスピードカメラを用いて 2250fps で撮影した。実験は風の影響を考慮して屋内で行った。

ボール表面上のマーカーおよび上肢各点の 2 次元座標値から、ボールの回転量、肘関節および手関節の動きについて定量化した。

## 4. 研究成果

### (1) 上半身および投げられたボールについて

被験者 10 名のボール飛距離は  $21.7 \pm 6.0$  m, ボール速度は  $15.1 \pm 2.6$  m/s, ボールリリース角度は  $31.6 \pm 4.5^\circ$  であった。

ボール速度と飛距離の間には強い正の相関が認められ ( $r=0.96$ , 図 1), ボール飛距離を伸ばすためにはまずボール初速度を大きくする必要があることが確認できた。この結果は遠投に関する多くの先行研究の結果と同様であった。

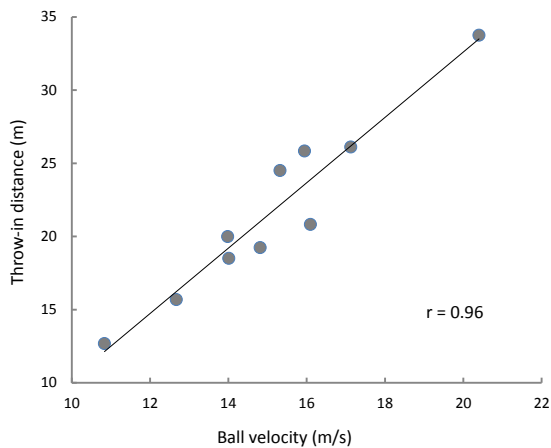


図 1. ボール初速度と飛距離の関係

また、ボールリリース角度と飛距離の間にも負の相関関係が見られた ( $r=-0.75$ , 図 2). リリースポイントが地面よりも 2m 前後高いサッカーのローインの場合、空気抵抗を考慮すると最適リリース角度は  $45^\circ$  よりも低くなる. Linthorne & Everett (2006) は、シミュレーションから最適リリース角度を  $30^\circ$  付近と報告しており、本研究の結果は概ねそれに近い値であった.

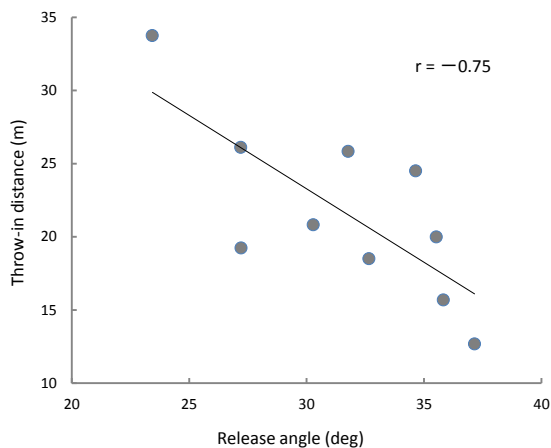


図 2. ボールリリース角度と飛距離の関係

Linthorne & Everett (2006) はボール速度とリリース角度との間の負の相関関係を報告しているが、被験者 1 名の実験データであった. 本研究でのボール速度とリリース角度との関係を見ると (図 3), ボール速度の大きな選手ほど低い確度でボールを投げしており, Linthorne & Everett (2006) の結果と同様となった. これにより, サッカー選手のロングローインにおけるボール速度とリリース角度との負の相関関係がある程度一般化できたとと言える.

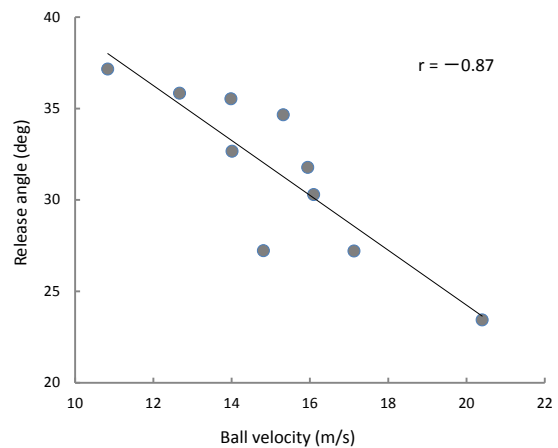


図 3. ボール初速度とリリース角度の関係

これらの結果に対し、助走速度とボール速度との間には相関関係が見られなかった ( $r=0.15$ ). スローインでは、リリースの瞬間に両足が地面に接していなければならないというルールが存在する. サッカーのキックでは一般的に助走速度が大きいくほどボール速度も大きくなる傾向が見られるが、スローインでは助走速度が大きくなりすぎると最後の一步でそれを受け止めることが難しくなってしまうため、選手個々が助走速度を小さめにコントロールしていたと思われる.

また、リリースの瞬間の肘関節角度とボール速度との間には中程度の正の相関 ( $r=0.50$ ) が認められたが、どの選手もほとんど変わらない値 ( $91 \pm 0.9^\circ$ ) であった. 分析局面全体の肘関節可動域でみても選手間に大差がないことから、大きなボール速度を生み出す要因は肘関節の姿勢以外の点にあると考えられた.

(2) 異なる助走速度におけるスローイン動作について

(3) 上肢の動きとボールの回転について

## 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)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新海 宏成 (SHINKAI HIRONARI)  
山形大学・地域教育文化学部・講師  
研究者番号：10581217