

## サッカーのキック動作における ボールと飛距離の関係について

榎 原 潔\*

(平成2年10月31日受理)

### 要 旨

サッカーの競技規則では、ボールの材質、外周、重さ、空気圧が定められており、市販のボールのほとんどは、この基準に則したものである。したがって、実際の体育授業で実情に応じた創意工夫を行う一つの方法として、ボールの空気圧を変化させることが考えられる。本研究では、身体的発育が完了したと考えられる大学生を対象に、ボールの空気圧が、キック動作やボールの飛距離に及ぼす影響について明らかにし、ボールの空気圧を低くすることの有効性を示す、基礎的資料を得ようとした。

未熟練者女子、男子および中熟練者男子に対し、標準的空気圧のボールと空気圧の低いボールをキックさせ、飛距離を測定した。キック動作は、ビデオテープに収録後、スーパーインボーズ機能を備えたマイクロコンピュータを用いて画像解析を行った。

その結果、未熟練者女子、男子および中熟練者男子において、空気圧の低いボールの方が、飛距離が大きい傾向を示した。また、ボールの空気圧を低くすることが、速いボールスピードを得るために必要な、ボールと足部の接触部位、足首の固定などの技術的要因を補う一つの方法として有効であることが明らかとなった。

### KEY WORDS

ball kicking distance

ボール飛距離

soccer サッカー

ball air pressure

ボール空気圧

### 1. 緒 言

小学校学習指導要領では、サッカー系の教材として、3、4年生でゲーム領域のラインサッカー、5、6年生でボール運動領域のサッカーが取り上げられている<sup>(5)(9)</sup>。中学校、高等学校では、球技領域でサッカーが選択できるように取り上げられている<sup>(6)(12)</sup>。昭和35年には、適正な体育用品が少ないこともあり、体育用品の基準が制定され、サッカーで使用されるボールも基準が設けられていた<sup>(4)</sup>。しかし、現在では、ボールなどの用具だけでなく、ゲームの人数、コート of 広さ等は、各学校の実情に合わせて創意工夫ができるよう、細かい基準は設けられていない。

一方、サッカーの競技規則<sup>(7)</sup>では、第2条にボールに関する規則が定められている。ボールの

\* 生活・健康系教育講座

外周は 68 cm 以上 71 cm 以下, 重量は 396 g 以上 453 g 以下, 空気圧は 0.6~1.1 気圧 (600~1100 g/cm<sup>2</sup>) とされている。そのため, 市販されているサッカーボールは, この競技規則に則したものがほとんどである。

したがって, 競技規則に則したボールを用い, 実際の体育授業で実情に応じた創意工夫を行う一つの方法として, ボールの空気圧を変化させることが考えられる。

これまでも, 実際の体育授業で, ボールの空気圧を低くした方が有効である, との実践報告がされているが<sup>(2)(3)(10)</sup>, その多くは, ボールに対する恐怖心をなくすことを目的としている。しかし, 何がどのように変化し, どのように有効なのかを具体的に示したものは見当たらない。

そこで本研究は, 身体的発育が完了したと考えられる大学生を対象に, ボールの空気圧の変化が, キック動作やボールの飛距離に及ぼす影響について明らかにし, ボールの空気圧を低くすることの有効性を示す, 基礎的資料を得ようとした。

## 2. 実験方法

### 2.1 第1実験

被験者は, J 大学に所属する定期的なサッカーの練習経験のない女子 85 名, 男子 35 名である。表 1 に被験者の身体的特徴を示した。

表 1 被験者の身体的特徴 (第 1 実験)

Group		Age (yrs)	Body height (cm)	Body weight (kg)
Unskilled female (n=85)	Mean	19.0	160.8	54.1
	SD	0.9	5.2	5.1
Unskilled male (n=35)	Mean	19.1	172.2	62.7
	SD	1.1	4.6	6.2

被験者に対しては, 屋外のグラウンドにおいて, 次の 2 種類のボールを任意の助走から全力でプレスキック<sup>1)</sup>するように指示した。

A: 標準空気圧ボール (0.7 気圧, 以後, 標準ボールと呼ぶ)

B: 低空気圧ボール (0.3 気圧, 以後, ソフトボールと呼ぶ)

これらの試技は, それぞれ 3 回ずつ行い, 飛距離を測定した。そして, 最長飛距離をその被験者の記録とした。

飛距離は, ボールを置いた地点から, 蹴られたボールが最初に地面に落下した地点までの実測値を飛距離とした。

ボールは, ミカサ製 (PKC5-PRO) 人工皮革 5 号球を使用した。標準ボールは, 外周 68.7 cm, 重量 437 g, 床との反発係数<sup>2)</sup>は 0.81 であった。また, ソフトボールは, 外周 68 cm, 重量 437 g, 床との反発係数は 0.74 であった。

### 2.2 第2実験

被験者は, 第 1 実験の被験者のなかから, 女子 13 名, 男子 8 名を抽出した。また, 中熟練者

は、週4日以上以上の定期的なサッカーの練習を2年以上経験した者15名である。表2は、第2実験の被験者の身体的特徴を示したものである。被験者に対しては、第1実験と同様に、グラウンドにおいて、次の2種類のボールを用い、全力でプレースキックするように指示した。

表2 被験者の身体的特徴 (第2実験)

Group		Age (yrs)	Body height (cm)	Body weight (kg)
Unskilled female (n=13)	Mean	20.7	159.8	51.5
	SD	0.5	3.5	2.9
Unskilled male (n=8)	Mean	20.6	173.8	63.4
	SD	0.5	4.2	5.4
Middle-skilled male (n=15)	Mean	19.7	171.7	64.5
	SD	0.8	4.5	5.1

A: 標準ボール

B: ソフトボール

これらの試技は、それぞれ2回ずつ行い、飛距離を測定した。そして、最長飛距離をその被験者の記録とした。

キック動作は、被験者の右側方30mより、8mmビデオカメラ (SONY CCD-F 340) を用い、毎秒30コマ、シャッタースピード1/1000秒で撮影した。

撮影したビデオテープは、飛距離の記録となったキック動作を分析対象とした。キック動作は、スーパーインポーズ機能を備えたマイクロコンピュータ (SHARP X1turbo) を用い、右足関節とボールの座標を読み取った。読み取った座標値から、インパクト直前の右足関節速度 (以後、スイング速度と呼ぶ) およびボールの初速度 (以後、ボールスピードと呼ぶ) を算出した。また、スイング速度に対するボールスピードの割合をスイング効率として、さらに、ボールスピードに対する飛距離の割合をボールスピード効率として算出した。

ボールは、第1実験と同じ条件のものを使用した。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 第1実験について

図1は、未熟練者女子、男子のボール飛距離をボール別に示したものである。女子では、標準ボール13.85m、ソフトボール15.85mと、0.1%水準で有意な差がみられた。男子でも、標準ボール26.12m、ソフトボール29.29mと1%水準で有意な差がみられた。女子、男子ともに、ソフトボールを使用した方が飛距離が大きいという結果であった。

#### 3.2 第2実験について

##### 3.2.1 ボール飛距離について

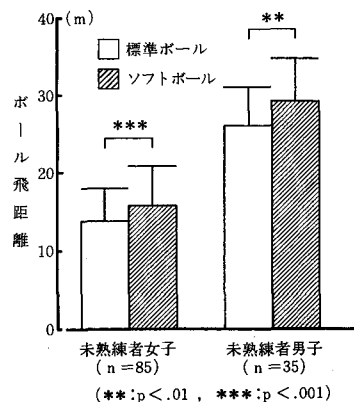


図1 男女別、ボールの空気圧の違いによるボール飛距離の変化 (第1実験)

図2は、抽出された未熟練者女子、男子および中熟練者男子のボール飛距離をボール別に示したものである。女子では、標準ボール15.38 m、ソフトボール17.82 mと1%水準で有意な差がみられた。未熟練者男子では、標準ボール23.36 m、ソフトボール27.52 m、中熟練者男子では、標準ボール39.62 m、ソフトボール41.27 mと、統計的に有意な差は認められなかったが、どのグループとも、ソフトボールを使用した方が飛距離が大きい傾向を示している。

### 3.2.2 スイングスピードとボールスピードについて

ボールの空気圧の違いによって、キック動作に変化が生じたのかどうかを検討するために、スイングスピードとボールスピードを算出した。

表3・表4・図3は、スイングスピード、ボールスピードおよびボール飛距離をボール別に示したものである。未熟練者女子では、スイングスピードは10.39 m/sと10.10 m/s、ボールスピードは14.31 m/sと14.30 m/sであった。スイングスピード、ボールスピードともに、ボール間で差がみられないが、飛距離は、ソフトボールの方が高い値を示している。同じボールスピードでも、標準ボールよりもソフトボールの飛距離の方が大きいという結果であった。

表3 標準ボールをキックした際のスイングスピード、ボールスピード、ボール飛距離、スイング効率およびボールスピード効率

Group		Swing speed (A) (m/s)	Ball speed (B) (m/s)	Kicking distance (C) (m)	Efficiency of swing speed (B/A)	Efficiency of ball speed (C/B)
Unskilled female (n=13)	Mean	10.39	14.31	15.38	1.38	1.07
	SD	1.15	2.36	4.20	0.20	0.21
Unskilled male (n=8)	Mean	12.71	19.80	23.36	1.56	1.19
	SD	0.81	1.96	3.99	0.13	0.22
Middle-skilled male (n=15)	Mean	13.76	23.66	39.62	1.73	1.67
	SD	1.11	1.53	6.04	0.14	0.18

未熟練者男子では、スイングスピードは、12.71 m/sと11.55 m/sであった。スイングスピードは、ボール間で差がみられ、標準ボールの方が高い値を示した。しかし、飛距離は、逆にソフトボールの方が大きい傾向を示した。

中熟練者男子では、スイングスピードは、13.76 m/sと13.87 m/sであった。スイングスピー

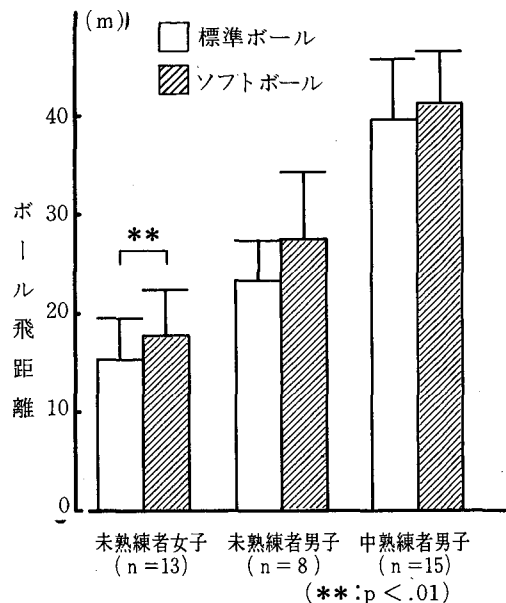


図2 被験者別、ボールの空気圧の違いによるボール飛距離の変化 (第2実験)

ドは、ボール間に差は認められなかったが、ボールスピードと飛距離において、ソフトボールの方が高い傾向を示した。

これらの結果は、ソフトボールの方が大きく変形するために、足部との接触状態・接触面積および接触時間などが、標準ボールの場合とは異なるためであると考えられる。

3.2.2 スイング効率とボールスピード効率について

表3・表4・図4は、スイング効率とボールスピード効率を示したものである。

スイングスピードをボールスピードに変換する割合を、スイング効率として算出した。この値が2に近いほど、スイングスピードをボールスピードにより高く変換していること

表4 ソフトボールをキックした際のスイングスピード、ボールスピード、ボール飛距離、スイング効率およびボールスピード効率

Group		Swing speed (A) (m/s)	Ball speed (B) (m/s)	Kicking distance (C) (m)	Efficiency of swing speed (B/A)	Efficiency of ball speed (C/B)
Unskilled female (n=13)	Mean	10.10	14.30	17.82	1.43	1.23
	SD	0.99	1.72	4.60	0.20	0.25
Unskilled male (n=8)	Mean	11.55	19.69	27.52	1.71	1.42
	SD	1.04	2.05	6.82	0.16	0.41
Middle-skilled male (n=15)	Mean	13.87	24.75	41.27	1.79	1.67
	SD	1.16	2.07	5.16	0.19	0.19

を示す。

また、ボールスピードを飛距離に変換する割合をボールスピード効率として算出した。この値が大きいほど、ボールスピードを飛距離により高く変換していることを示す。

標準ボール、ソフトボールともに、女子よりも男子、未熟練者よりも中熟練者の方が高い傾向を示している。戸苺<sup>(1)(11)</sup>、渋川<sup>(6)</sup>らは、足首の固定は、ボールスピードを増すための一要因である、と報告している。したがって、この結果は、ボールと足部の接触部位、足首の固定など、技術的な熟練の程度を示してい

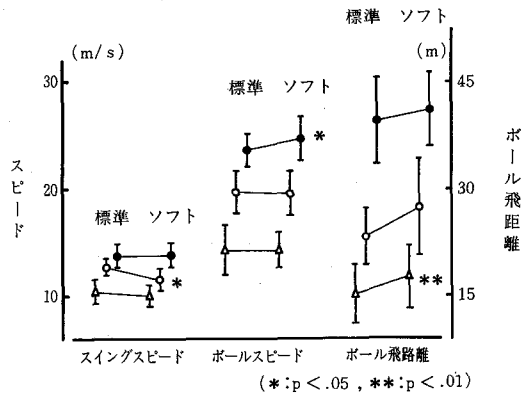


図3 被験者別、ボールの空気圧の違いによるスイングスピード、ボールスピードおよびボール飛距離の変化 (△:未熟練者女子, ○:未熟練者男子, ●:中熟練者男子)

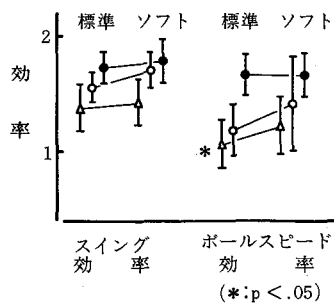


図4 被験者別、ボールの空気圧の違いによるスイング効率とボールスピード効率の変化 (△:未熟練者女子, ○未熟練者男子, ●中熟練者男子)

ると考えられる。

また、ボール間の比較では、どのグループともソフトボールの方が高い傾向を示している。このことは、ボールの空気圧を低くすることが、ボールスピードを増すために必要な技術的要因を補う、一つの方法となることを示していると考えられる。

#### 4. ま と め

空気圧の異なる2種類のボールを用い、大学生未熟練者女子、男子、中熟練者男子にプレースキックを行わせ、飛距離を測定した。それらのキック動作を撮影したビデオテープをもとに、スイングスピード、ボールスピード、キック効率およびボールスピード効率を算出した。その結果、以下の点が明らかとなった。

- 1) 未熟練者女子、男子、中熟練者男子ともに、空気圧の低いボールの方が、飛距離が大きい傾向が見られる。
- 2) スイング効率、ボールスピード効率ともに、女子よりも男子、未熟練者よりも中熟練者の方が、また、空気圧の高いボールよりも低いボールの方が大きい傾向が見られる。

今回の結果は、ボールの空気圧を低くすることが、ボールスピードを増すために必要な、ボールと足部の接触部位、足首の固定などの技術的要因を補う一つの方法として、有効であることを示していると考ええる。

したがって、今後は、ボールと足部の接触部位、足首の固定などの技術的側面を、ボールの空気圧の違いとの関連で、詳細に検討を加えていく必要があると考ええる。

#### 注

- 1) 地面に置いてある静止したボールをキックすることを、プレースキックと呼ぶ。
- 2) 1 mの高さからボールを自由落下させ、床からはずみ上がった高さをもとに算出した。

#### 引用・参考文献

- (1) 浅見俊雄(編)：スポーツの科学的研究レビューシリーズ1 サッカー，新体育社，1981.
- (2) 松延博，西山常夫，増田靖弘，安藤幸：子どもの遊び・スポーツ百科 3 ボールゲーム編，大修館，1980.
- (3) 宮崎昇作「下手になるサッカーの指導」別冊学校体育，9：34-42，1988.
- (4) 文部省：体育用品の手びき，大蔵省印刷局，1960.
- (5) 文部省：小学校指導書体育編，東洋館出版社，1989.
- (6) 文部省：中学校指導書保健体育編，大日本図書，1989.
- (7) 日本サッカー協会：サッカー競技規則と審判への指針，日本サッカー協会，1989.
- (8) 渋川侃二「ボールキックの際の関節固定の効果」東京教育大学体育学部スポーツ研究所

- 報, 11: 81-83, 1973.
- (9) 杉山重利, 梅本二郎(編): 改訂小学校学習指導要領の展開 保健体育編, 明治図書出版, 1989.
  - (10) 高田典衛, 栗田憲昭, 松井貞夫: サッカー系教材の指導のコツ, 明治図書出版, 1985, pp. 29-32.
  - (11) 戸苺晴彦, 浅見俊雄, 兵頭圭介「インステップ・キックの習熟過程の分析」体育学研究, 34-2: 151-158, 1989.

## A Relationship between the Ball and the Ball Kicking Distance in Soccer

Kiyoshi SAKAKIBARA

### ABSTRACT

The purpose of this study was to obtain the data that the low air-pressure ball (soft ball) was effective for unskilled players. The subjects were 13 unskilled females, 8 unskilled males and 15 middle-skilled males. They kicked standard ball ( $700 \text{ g/cm}^2$ ) and low pressure ball ( $300 \text{ g/cm}^2$ ) each three times. The ball kicking distance was measured and the longest distance was recorded in each subjects. The kicking motion was recorded by the video camera and the video tape was analyzed with the video motion analyzing system. The swing speed before ball impact, the initial speed, the efficiency of swing speed (ball speed/swing speed) and that of ball speed (ball kicking distance/ball speed) were calculated.

The results were as follows:

- 1) The kicking distance of soft ball was longer than that of standard ball in each subjects.
- 2) In both of the efficiency of the swing speed and that of the ball speed, the middle-skilled subjects showed higher value than the unskilled subjects, and the value of soft ball was larger than that of standard ball.