

学年別にみた男女児童における投動作の特徴

伊藤博一, 塩崎七穂, 田中亮匡, 砂川憲彦
帝京平成大学

キーワード: 小学校体育, 学年別, 投動作, 習熟度, 指導ポイント

【要 旨】

本研究では, 一般的な小学 1~6 年生男女を対象に, 学年別にみた投動作の特徴をハイスピードカメラ 1 台での 2 次元動作分析によって明らかにすることを目的とした。

その結果, 男子では学年が上がると逆手の利用や下肢・体幹の合理的な動作が顕著に現れ, これらの動作によってボールリリース位置をより前方へとシフトさせ, ボール初速度の増大につなげていた。一方, 女子では高学年においても逆手の利用や下肢・体幹の動作は不十分であり, ボールリリース位置は男子低学年と同等のレベルに留まり, ボール初速度は男子中学年より低値であった。

本研究結果により, 一般的な小学生の投動作を指導する際には, ボールリリース位置をより前方へシフトさせるような動作をアーリーコッキング期の終盤からアクセレーション期にかけて多数出現させることが重要であるということがわかり, 男女ともに学年別の指導ポイントが明確になった。

スポーツパフォーマンス研究, 9, 64-77, 2017 年, 受付日: 2016 年 8 月 24 日, 受理日: 2017 年 2 月 22 日
責任著者: 伊藤博一 164-8530 東京都中野区中野 4-21-2 帝京平成大学 hirokazu.ito@thu.ac.jp

Characteristics of the throwing motions of elementary school students in relation to grade in school

Hirokazu Ito, Nanaho Shiozaki, Akimasa Tanaka, Norihiko Sunagawa
Teikyo Heisei University

Key words: physical education in elementary school, school grade,
throwing motion, learning level, points of coaching

【Abstract】

The present study aimed to describe the throwing motions of 1st through 6th grade boys and girls, using data obtained with a high speed camera that enabled a two-dimensional analysis of their movements.

The results were as follows: The boys in the higher grade levels remarkably improved

their motions by using a non-dominant hand and a rational motion of their legs and trunk. This resulted in the ball leaving their hand earlier and an increase in the initial speed of the ball. In contrast, the girls, even in the higher grades, did not progress sufficiently when using a non-dominant hand or in the motion of their legs and trunk. The initial speed of the balls that the girls threw remained at the same level as that of the boys in the lower grades, and the speed of the balls they threw was lower than that of the oldest boys. Those observations suggest that when coaches are teaching elementary school students to throw balls, it is important to have them shift the point at which they let go of the ball so that it is earlier in the period from early cocking to acceleration.

I. 諸言

昭和60年頃から続く、子どもたちの体力・運動能力の低下は深刻な社会問題である。特に、投能力の低下は著しい。文部科学省(online1)が昭和39年度から実施している抽出調査「体力・運動能力調査」によると、昭和60年度と比較して平成27年度では、ソフトボール投げの記録が11歳男子で6.57mの低下、11歳女子で4.02mの低下となっている(図1)。また、文部科学省(online2)が平成21年度から実施している全数調査「全国体力・運動能力、運動習慣等調査」によると、平成21年度と比較して平成27年度では、小学5年生男子で2.90mの低下、小学5年生女子で0.86mの低下となっている(図2)。このように、長・短期的にみても、子どもたちのソフトボール投げの記録は低下が続いている。一方、文部科学省(online3)が昭和23年度から実施している抽出調査「学校保健統計調査」によると、昭和60年度と比較して平成27年度では、身長が11歳男子で2.0cmの増加、11歳女子で1.2cmの増加となっている。また、体重は11歳男子で1.7kgの増加、11歳女子で1.0kgの増加となっている。つまり、この30年の間に、子どもたちの体格は向上してきたにも関わらず、ソフトボール投げの記録は低下を続けており、現代の子どもたちの投動作の未熟さが深刻な状況にあることが伺える。

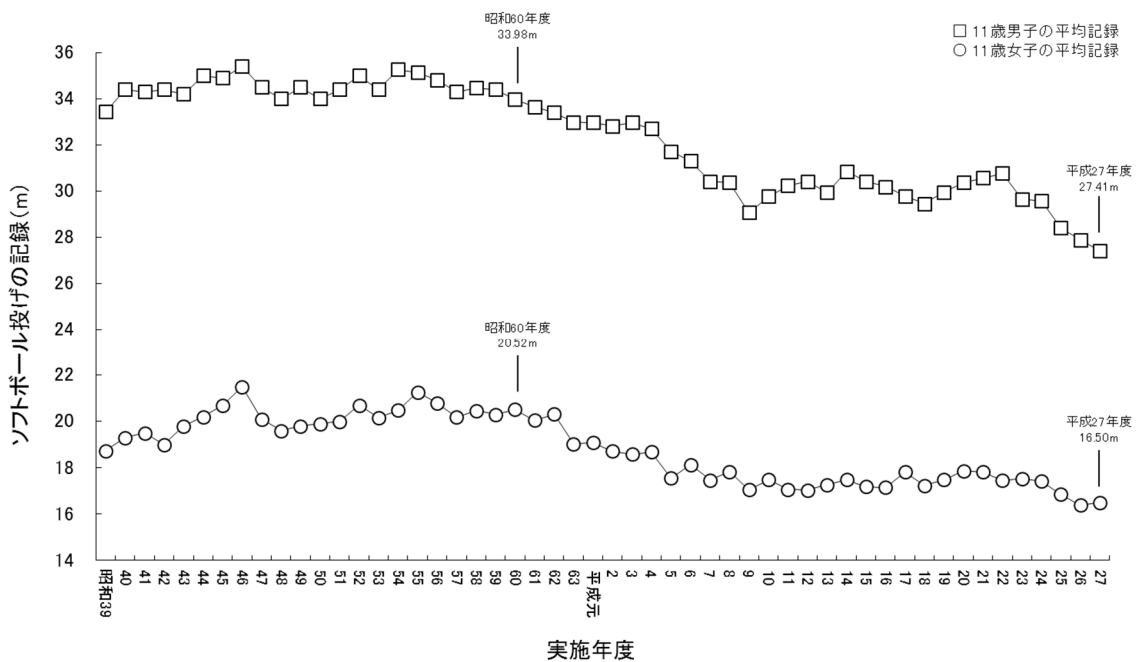


図1 ソフトボール投げの記録の年次推移

※体力・運動能力調査(文部科学省,online1)より作図

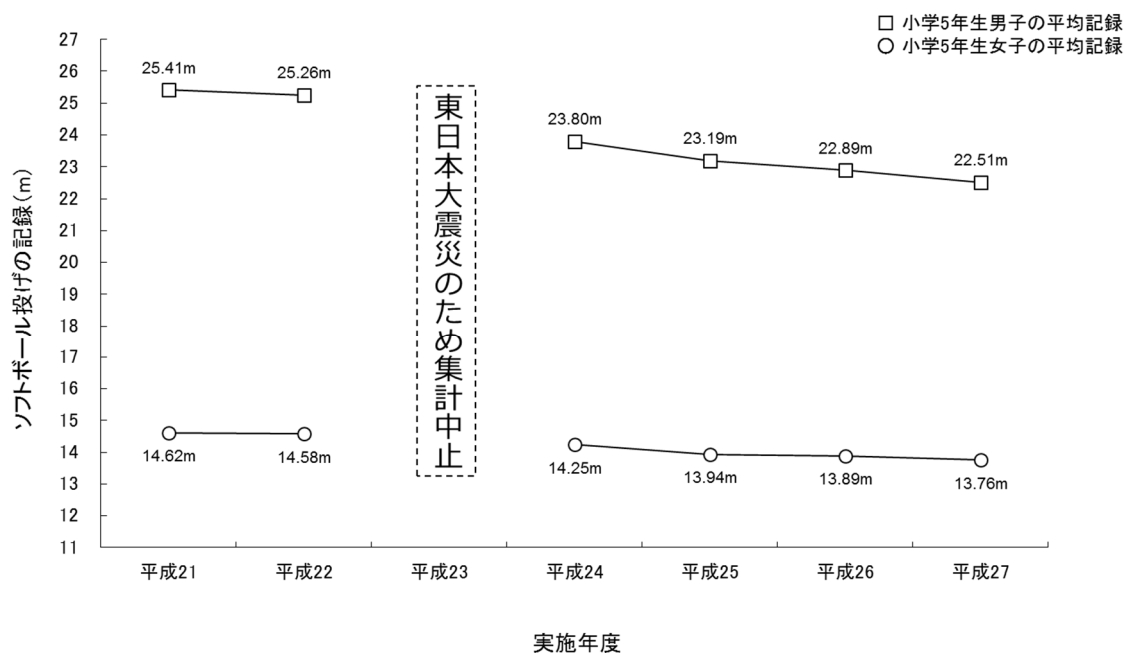


図2 ソフトボール投げの記録の年次推移

※全国体力・運動能力, 運動習慣等調査(文部科学省,online2)より作図

現代の子どもたちの投動作を様々な角度から分析し、その特徴を明らかにすることは、小学校体育において適切な指導方法を確立する上で重要である。小林ほか(2012)は、各学年(小学2・4・6年生)においてソフトボール投げの記録が上位であった男女の投動作を3次的に分析し、その特徴を明らかにしている。また、宮崎ほか(2013)は、全国小学生陸上競技交流大会のソフトボール投げに出場した小学5・6年生女子の投動作を3次的に分析し、その特徴を明らかにしている。これらの先行研究により、優れた投能力をもつ子どもたちの投動作の特徴が明らかになりつつある。一方、一般的な子どもたちの投動作の特徴はほとんど明らかになっていない。優れた投能力をもつ子どもたちの投動作の特徴に加え、一般的な子どもたちの投動作の特徴を明らかにすることができれば、習熟度に応じた適切な指導方法の確立に役立つものと考えられる。

我々は、平成27年度から平成28年度にかけて、一般的な小学1～6年生男女の投動作を分析する機会を得た。そこで本研究では、学年別にみた男女児童における投動作の特徴を明らかにすることを目的とした。

Ⅱ. 対象と方法

1. 対象

対象は、東京都内で開催されたキッズフェスティバルに参加してきた小学生(平成27年度)、東京都内にある児童館に来館してきた小学生(平成27年度)、千葉県内の体操クラブに所属している小学生(平成28年度)、神奈川県内にあるN小学校の全校生徒(平成28年度)など、計384名であった。内訳は、男子低学年61名、男子中学年89名、男子高学年82名、女子低学年43名、女子中学年68名、女子高学年41名、であった(表1)。本研究では、文部科学省(online4)が作成した教師用指導資

料「小学校体育(運動領域)まるわかりハンドブック」における学年の分類と同様に, 小学 1・2 年生を低学年, 小学 3・4 年生を中学年, 小学 5・6 年生を高学年とした。

尚, 対象者全員とその保護者に対して事前に本研究の主旨・安全性について十分な説明を行い, 参加の同意を得た。

表1 対象者の身体特性

性別	学年(人数)	身長(cm)	体重(kg)	現在加入している運動部またはスポーツクラブ
男子	低学年(61名)	122.4±6.2	23.1±3.6	体操9名, 野球6名, その他19名, 未加入27名
	中学年(89名)	132.8±6.0	29.8±6.5	野球31名, サッカー10名, その他19名, 未加入29名
	高学年(82名)	143.0±8.4	36.1±7.7	野球48名, サッカー6名, その他16名, 未加入12名
性別	学年(人数)	身長(cm)	体重(kg)	現在加入している運動部またはスポーツクラブ
女子	低学年(43名)	121.4±4.6	21.7±3.8	体操12名, 水泳5名, その他2名, 未加入24名
	中学年(68名)	132.5±6.0	28.1±6.0	体操21名, 水泳7名, その他8名, 未加入32名
	高学年(41名)	146.4±8.3	35.7±5.9	水泳10名, 野球5名, その他13名, 未加入13名

***: p<0.001

2. 分析方法

十分な準備運動と投球練習後, 5m 先の防球ネットに設置された的(身長と同等の高さの的)に向かって, セットポジションからソフトボール1号球を全力で2回投げさせた。その際, 対象者の側方10m からハイスピードカメラEX-FH25(CASIO社製)を用いて投動作を240fpsで撮影した。尚, 天候や撮影場所などの条件に応じて, カメラの絞り値, シャッタースピード, ISO感度, および画角を変更した。レンズ高は105cm であった。得られた映像を基に, 映像解析ソフトFrame-DIAS V(DKH社製)を用いて投動作を分析した。つまり, 本研究はハイスピードカメラ1台での2次元動作分析であった。

分析項目は, ①ステップ幅(身長比%)=セットポジション時に軸足爪先を通過する垂線(V1)から踏込足の踵までの直線距離(A)÷身長×100, ②下腿角度(°)=下腿前面(L)と水平線(H1)とのなす角度(D1), ③大腿角度(°)=大腿前面(F)と水平線(H2)とのなす角度(D2), ④体幹角度(°)=腋窩中心を通過する体幹中心線(T)と水平線(H3)とのなす角度(D3), ⑤ボールリリース位置(身長比%)=セットポジション時に軸足爪先を通過する垂線(V1)からボールリリース位置までの直線距離(B)÷身長×100, ⑥ボール初速度(km/h)=ボールリリース直後から3フレーム分のボール移動距離(C)÷所要時間, であった(図3)。

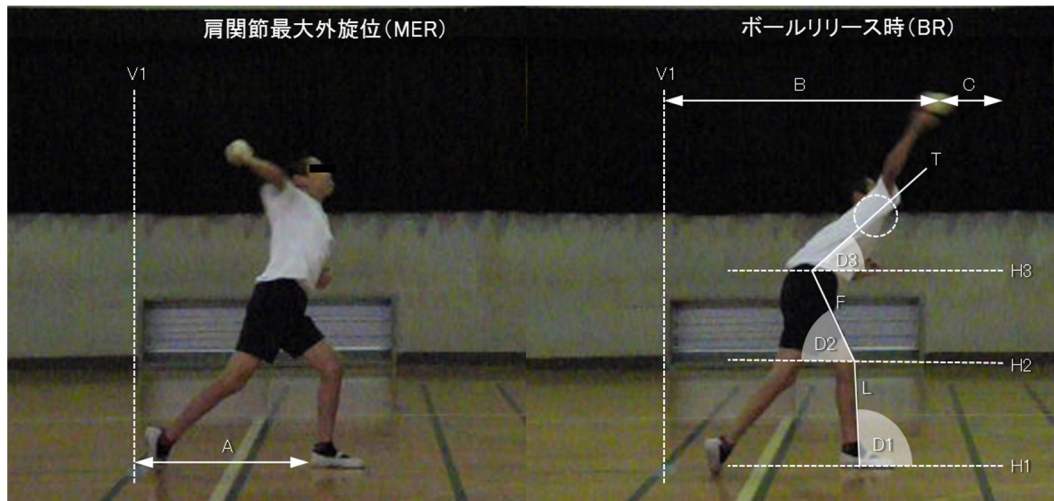


図3 分析項目

尚, 分析項目②③については, アクセレーション期 (Jobe and Kvitne, 1990) における下肢動作の特徴を分析するため, 肩関節最大外旋位 (MER) での角度とボールリリース時 (BR) での角度を分析した. その際, レイトコッキング期 (Jobe and Kvitne, 1990) の終盤において, 映像上での前腕の動きが反時計回り (肩関節外旋運動) から時計回り (肩関節内旋運動) へと切り替わる時点を肩関節最大外旋位 (MER) とした. 分析項目④については, ボールリリース時 (BR) での角度のみを分析した (図3).

また, 上記の分析項目に加え, アーリーコッキング期 (Jobe and Kvitne, 1990) の終盤からレイトコッキング期にかけて, 肘関節伸展・前腕回内位からの肘関節屈曲・前腕回外という逆手の利用が有るか (動画1) 無いか (動画2) を, 3名の野球指導者 (指導歴3年以上) によって映像から視覚的に判断した.

本研究では, セットポジションからソフトボール 1 号球を全力で 2 回投げさせ, ボール初速度が速かった方の試技を分析の対象とした.

3. 統計処理

各平均値の学年による差に関しては一元配置分散分析を行い, 多重比較には Fisher's PLSD 法を用いた. また, MER と BR の平均値間における統計的有意差検定には対応のある差の検定 (t-test) を用いた. 尚, 危険率を 5% に設定した.

III. 結果

1. 学年別にみたステップ幅の比較

男子のステップ幅は, 低学年が身長比 $39.5 \pm 18.0\%$, 中学年が身長比 $53.6 \pm 16.4\%$, 高学年が身長比 $58.3 \pm 12.4\%$ であり, 学年が上がるとう有意に増大した (表 2). 女子のステップ幅は, 低学年が身長比 $29.0 \pm 14.4\%$, 中学年が身長比 $33.0 \pm 13.8\%$, 高学年が身長比 $38.8 \pm 15.1\%$ であり, 学年が上がるとう増大する傾向があった (表 3).

表2 各平均値の学年による差(男子)

分析項目	低学年 (n=61)	中学年 (n=89)	高学年 (n=82)
①ステップ幅(身長比%)	39.5±18.0	53.6±16.4	58.3±12.4
②BRにおける下腿角度(°)	90.2±8.0	94.7±9.3	93.9±8.8
③BRにおける大腿角度(°)	56.4±16.7	52.6±13.4	49.9±13.4
④BRにおける体幹角度(°)	63.6±8.3	59.8±9.6	54.4±10.5
⑤ボールリリース位置(身長比%)	68.6±17.4	82.1±15.0	88.0±11.8
⑥ボール初速度(km/h)	42.2±9.8	58.6±13.6	72.6±11.8

***: p<0.001
 **: p<0.01
 *: p<0.05
 N.S.: not significant

表3 各平均値の学年による差(女子)

分析項目	低学年 (n=43)	中学年 (n=68)	高学年 (n=41)
①ステップ幅(身長比%)	29.0±14.4	33.0±13.8	38.8±15.1
②BRにおける下腿角度(°)	87.0±7.2	90.4±6.6	92.8±7.4
③BRにおける大腿角度(°)	65.1±12.4	66.7±12.6	65.4±13.2
④BRにおける体幹角度(°)	65.9±9.7	64.0±10.2	65.1±9.3
⑤ボールリリース位置(身長比%)	56.0±14.6	62.6±15.2	70.8±14.9
⑥ボール初速度(km/h)	33.1±6.3	38.4±7.2	54.2±14.1

***: p<0.001
 **: p<0.01
 *: p<0.05
 N.S.: not significant

2. 学年別にみた BR における下腿角度の比較

男子の BR における下腿角度は, 低学年が $90.2 \pm 8.0^\circ$, 中学年が $94.7 \pm 9.3^\circ$, 高学年が $93.9 \pm 8.8^\circ$ であり, 学年が上がると増大する傾向があった(表 2). 女子の BR における下腿角度は, 低学年が $87.0 \pm 7.2^\circ$, 中学年が $90.4 \pm 6.6^\circ$, 高学年が $92.8 \pm 7.4^\circ$ であり, 学年が上がると増大する傾向があった(表 3).

3. 学年別にみた BR における大腿角度の比較

男子の BR における大腿角度は, 低学年が $56.4 \pm 16.7^\circ$, 中学年が $52.6 \pm 13.4^\circ$, 高学年が $49.9 \pm 13.4^\circ$ であり, 学年が上がると減少する傾向があった(表 2). 女子の BR における大腿角度は, 低学年が $65.1 \pm 12.4^\circ$, 中学年が $66.7 \pm 12.6^\circ$, 高学年が $65.4 \pm 13.2^\circ$ であり, 学年が上がっても変化はみられなかった(表 3).

4. 学年別にみた BR における体幹角度の比較

男子の BR における体幹角度は, 低学年が $63.6 \pm 8.3^\circ$, 中学年が $59.8 \pm 9.6^\circ$, 高学年が $54.4 \pm 10.5^\circ$ であり, 学年が上がると有意に減少した(表 2). 女子の BR における体幹角度は, 低学年が $65.9 \pm 9.7^\circ$, 中学年が $64.0 \pm 10.2^\circ$, 高学年が $65.1 \pm 9.3^\circ$ であり, 学年が上がっても変化はみられなかった(表 3).

5. 学年別にみたボールリリース位置の比較

男子のボールリリース位置は, 低学年が身長比 $68.6 \pm 17.4\%$, 中学年が身長比 $82.1 \pm 15.0\%$, 高学年が身長比 $88.0 \pm 11.8\%$ であり, 学年が上がると有意に前方になった(表 2). 女子のボールリリース位置は, 低学年が身長比 $56.0 \pm 14.6\%$, 中学年が身長比 $62.6 \pm 15.2\%$, 高学年が身長比 $70.8 \pm 14.9\%$ であり, 学年が上がると有意に前方になった(表 3).

6. 学年別にみたボール初速度の比較

男子のボール初速度は, 低学年が 42.2 ± 9.8 km/h, 中学年が 58.6 ± 13.6 km/h, 高学年が 72.6 ± 11.8 km/h であり, 学年が上がると有意に増大した(表 2). 女子のボール初速度は, 低学年が 33.1 ± 6.3 km/h, 中学年が 38.4 ± 7.2 km/h, 高学年が 54.2 ± 14.1 km/h であり, 学年が上がると有意に増大した(表 3).

7. 学年別にみた逆手利用率の比較

男子の逆手利用率は, 低学年が 26.2%, 中学年が 65.1%, 高学年が 81.7% であり, 学年が上がると増大する傾向があった(図 4). 女子の逆手利用率は, 低学年が 14.0%, 中学年が 11.8%, 高学年が 31.7% であり, 学年が上がると増大する傾向があった(図 4).

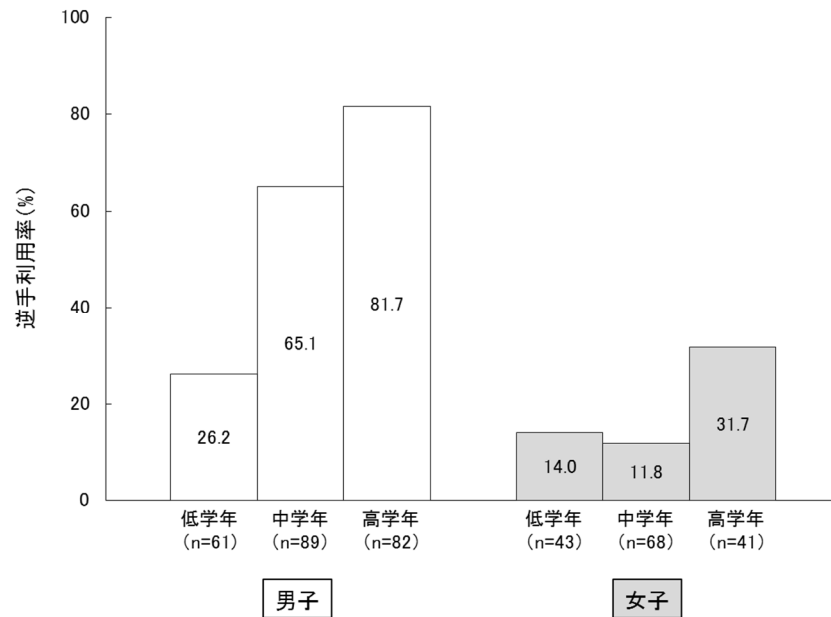


図4 学年別にみた逆手利用率の比較

8. 学年別にみたアクセレーション期における下肢動作の特徴

男子のアクセレーション期における下肢動作は、低学年では足関節を平均 3.7° 底屈しながら膝関節を平均 7.4° 伸展し、中学年では足関節を平均 4.4° 底屈しながら膝関節を平均 13.1° 伸展し、高学年では足関節を平均 4.6° 底屈しながら膝関節を平均 14.3° 伸展していた(表 4)(図 5). 女子のアクセレーション期における下肢動作は、低学年では足関節の底屈や膝関節の伸展はみられず、中学年では足関節を平均 1.8° 底屈しながら膝関節を平均 3.7° 伸展し、高学年では足関節を平均 2.4° 底屈しながら膝関節を平均 7.6° 伸展していた(表 5)(図 6).

表4 MERとBRにおける平均値の差(男子)

分析項目	低学年 (n=61)	中学年 (n=89)	高学年 (n=82)
②下腿角度($^{\circ}$)	MER: 86.5 ± 10.8 BR: 90.2 ± 8.0] ***	MER: 90.3 ± 9.1 BR: 94.7 ± 9.3] ***	MER: 89.3 ± 7.6 BR: 93.9 ± 8.8] ***
③大腿角度($^{\circ}$)	MER: 52.7 ± 16.2 BR: 56.4 ± 16.7] ***	MER: 43.9 ± 13.5 BR: 52.6 ± 13.4] ***	MER: 40.3 ± 11.9 BR: 49.9 ± 13.4] ***
②+③=膝関節角度($^{\circ}$)	MER: 139.2 ± 15.4 BR: 146.6 ± 17.0] ***	MER: 134.2 ± 13.9 BR: 147.3 ± 17.8] ***	MER: 129.5 ± 13.4 BR: 143.8 ± 17.8] ***

***: $p < 0.001$

表5 MERとBRにおける平均値の差(女子)

分析項目	低学年 (n=43)	中学年 (n=68)	高学年 (n=41)
②下腿角度(°)	MER: 85.9±11.0 BR: 87.0±7.2] N.S.	MER: 88.6±8.3 BR: 90.4±6.6] **	MER: 90.4±7.4 BR: 92.8±7.4] *
③大腿角度(°)	MER: 66.9±12.3 BR: 65.1±12.4] *	MER: 64.8±13.6 BR: 66.7±12.6] *	MER: 60.2±13.5 BR: 65.4±13.2] ***
②+③=膝関節角度(°)	MER: 152.8±14.7 BR: 152.1±13.6] N.S.	MER: 153.4±14.8 BR: 157.1±15.0] **	MER: 150.6±14.1 BR: 158.2±15.6] ***

***: p<0.001
** : p<0.01
* : p<0.05
N.S.: not significant

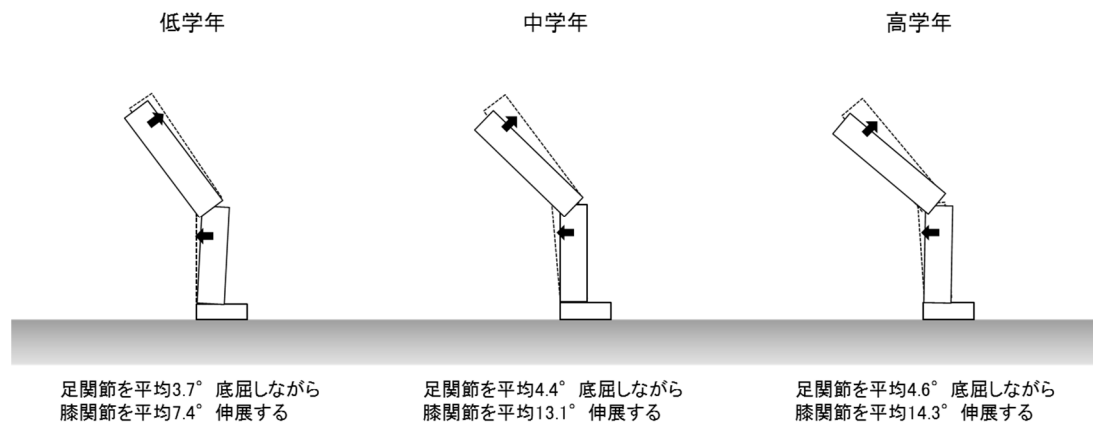


図5 学年別にみたアクセレーション期における下肢動作の特徴(男子)

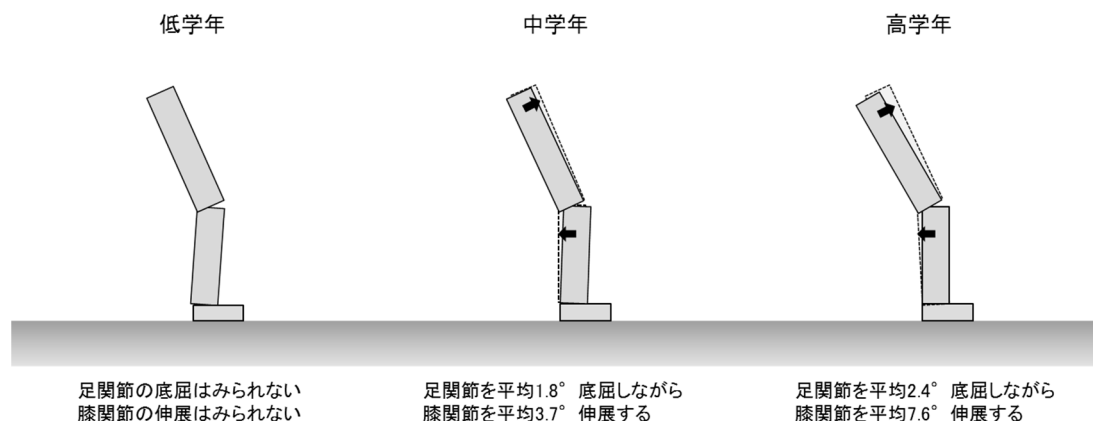


図6 学年別にみたアクセレーション期における下肢動作の特徴(女子)

IV. 考察

本研究では、一般的な小学1～6年生男女を対象に、学年別にみた投動作の特徴を明らかにすることを目的とした。以下、得られた結果を基に、投動作のフェイズ区分に沿って考察を加えていく。

ボールを持つ手が逆手から離れ、踏込脚が接地するまでがアーリーコッキング期である。アーリーコッキング期の終盤からレイトコッキング期にかけて、逆手の利用の有無を映像から視覚的に判断したところ、男女ともに学年が上がると逆手利用率は増大する傾向があった(図4)。ただし、女子の逆手利用率は、高学年においても男子低学年と同等の数値であった。逆手の利用は、レイトコッキング期からアクセレーション期にかけて、体幹部の回旋運動を効率よく遂行するために重要な動作であることが報告されている(深代ほか,1982)。

踏込脚の接地時から肩関節が最大に外旋するまでがレイトコッキング期である。踏込脚の接地直後にステップ幅を分析したところ、男子では学年が上がると有意に増大し(表2)、女子では増大する傾向があった(表3)。ソフトボール投げにおける各学年の記録上位者を対象とした小林ほか(2012)の先行研究においても、男子では2年生と比較して6年生のステップ幅は有意に増大し(身長比17%増大)、女子では増大する傾向がみられている(身長比11%増大)。また、ソフトボール投げにおける全国トップクラス的女子高学年を対象とした宮崎ほか(2013)の先行研究によると、そのステップ幅は身長比83%～89%であり、本研究の女子高学年(身長比38.8%)や男子高学年(身長比58.3%)よりもはるかに大きいことがわかる。レイトコッキング期では、踏込脚の接地後に足関節の背屈運動と膝関節の屈曲運動によって体幹部は投球方向へ運ばれるため(宮下ほか,1999)、ステップ幅の増大は体幹部の並進運動の増大に重要であると考えられる。

肩関節最大外旋位からボールをリリースするまでがアクセレーション期である。アクセレーション期において、男子では全ての学年において踏込脚の足関節を底屈しながら膝関節を伸展しており(表4)(図5)、女子では中学年と高学年において足関節の底屈動作と膝関節の伸展動作がみられたものの(表5)(図6)、特に膝関節の伸展角度については男子低学年と同等かそれ以下の数値であった。また、男子では学年が上がるとBRにおける体幹角度が有意に減少した(表2)。一方、女子では学年が上がってもBRにおける体幹角度に変化はみられなかった(表3)。宮下ほか(1999)は、踏込脚の接地時から始まるレイトコッキング期では足関節の背屈運動と膝関節の屈曲運動によって体幹部の並進運動が行われ、アクセレーション期に入るとこれらの関節運動を急停止し、体幹部の並進運動は回旋運動を含む屈曲運動へと転換されることを報告している。これに本研究結果を照らし合わせてみると、男子では関節運動を急停止するに留まらず、さらに足関節を底屈しながら膝関節を強く伸展することによって体幹部の下端(踏込脚側の股関節)を押し上げ、体幹部の回旋運動を含む屈曲運動を効率よく遂行していると考えられる。また、このような下肢動作による踏込脚の足底への大きな荷重や床反力は、下肢→体幹→上肢への運動連鎖の効率を高め、結果的にボール初速度や手首の速度を増大させることが報告されている(MacWilliams et al.,1998;伊藤ほか,2000;伊藤・渡會,2014;Kageyama et al.,2014;蔭山ほか,2015)。

アクセレーション期に入っても足関節の背屈運動と膝関節の屈曲運動が続いている状態がいわゆる「膝の縦割れ」であり、投能力を低下させる一因であることが報告されている(宮下ほか,1999;伊藤・渡會,2014)。本研究で得られた結果を基に、MERからBRにかけて膝関節角度が減少する児童の割合

を追加して調べてみたところ、男子低学年では24.6%、男子中学年では5.6%、男子高学年では4.9%、女子低学年では46.5%、女子中学年では33.8%、女子高学年では14.6%であり、男女ともに学年が上がると減少する傾向があった。ただし、女子低学年や女子中学年の「膝の縦割れ」の出現率は高く、この動作が上述した体幹部の下端(踏込脚側の股関節)の押し上げや、体幹部の回旋運動を含む屈曲運動の効率を低下させているのではないかと考えられる。

男女ともに学年が上がるとボールリリース位置は有意に前方になった(表2)(表3)。伊藤ほか(2011a)は、BRにおける体幹角度とボールリリース位置との間には負の相関関係がみられることを報告している。また、伊藤ほか(2011b)は、ステップ幅とボールリリース位置との間には正の相関関係がみられることを報告している。つまり、男子では学年が上がるとステップ幅は有意に増大して、BRにおける体幹角度は有意に減少するため、ボールリリース位置がより前方になると考えられる。一方、女子では学年が上がってもBRにおける体幹角度に変化はみられないため、ステップ幅の増大のみによってボールリリース位置を前方にしていると考えられる。

ボールリリース後、全ての動作が終了するまでがフォロースルー期である。男女ともに学年が上がるとボール初速度は有意に増大した(表2)(表3)。伊藤ほか(2011a)は、ボールリリース位置とボール初速度との間には正の相関関係がみられることを報告している。つまり、ボールリリース位置をより前方へシフトさせるような動作をアーリーコッキング期の終盤からアクセレーション期にかけて多数出現させることが、ボール初速度の増大につながると考えられる。このボール初速度は、ソフトボール投げの記録を決定する要因でもあることが報告されている(小林ほか,2012;宮崎ほか,2013;渡辺ほか,2016)。

上述したように、一般的な小学生の投動作を指導する際には、ボールリリース位置をより前方へシフトさせるような動作をアーリーコッキング期の終盤からアクセレーション期にかけて多数出現させることが重要である。特に、男子においては、低学年では「逆手の利用」や「ステップ幅の増大」を、中・高学年では「ステップ幅の増大」を中心に指導することが適切であると考えられる。一方、女子においては、低・中学年では「逆手の利用」や「膝の縦割れ防止」を、高学年では「逆手の利用」や「ステップ幅の増大」を中心に指導することが適切であると考えられる。そして、男女ともに習熟度に応じて、「ステップ幅のさらなる増大」「膝関節の強い伸展」「体幹部の大きな回旋」「体幹部の大きな側屈」「体幹部の大きな屈曲」など、優れた投能力をもつ子どもたちの投動作の特徴(伊藤ほか,2011a,2011b;伊藤・渡會,2014;小林ほか,2012;宮崎ほか,2013)を指導内容に加えていくことが適切であると考えられる。

V. 結語

本研究では、一般的な小学1～6年生男女を対象に、学年別にみた投動作の特徴を明らかにすることを目的とした。本研究で得られた知見は以下の通りである。

男子では学年が上がると、アーリーコッキング期の終盤からレイトコッキング期にかけての逆手利用率の増大とステップ幅の増大、アクセレーション期では足関節の底屈を伴う膝関節の強い伸展動作と体幹部の大きな屈曲動作が顕著に現れ、これらの動作によってボールリリース位置をより前方へとシフトさせ、ボール初速度の増大につなげていた。

一方、女子では学年が上がると、逆手利用率の増大とステップ幅の増大はみられるものの、高学年においても男子低学年と同等の数値であった。また、足関節の底屈動作と膝関節の伸展動作は中学

年と高学年においてみられるものの、特に膝関節の伸展角度については男子低学年と同等かそれ以下の数値であった。さらに、体幹部の大きな屈曲動作はみられず、ボールリリース位置は高学年においても男子低学年と同等の数値であり、結果的にボール初速度は高学年においても男子中学年より低値であった。

本研究結果により、一般的な小学生の投動作を指導する際には、ボールリリース位置をより前方へシフトさせるような動作をアーリーコッキング期の終盤からアクセレーション期にかけて多数出現させることが重要であるということがわかり、男女ともに学年別の指導ポイントが明確になった。

VI. 参考文献

- ・ 深代千之, 稲葉勝弘, 小林規, 宮下充正 (1982) 幼児にみられる投能力の発達. J. J. Sports Sci., 1: 231-236.
- ・ 伊藤博一, 中里浩一, 平野裕一, 渡會公治, 中嶋寛之 (2000) 投球動作中の荷重中心の分析. トレーニング科学, 12 (2): 121-130.
- ・ 伊藤博一, 河崎尚史, 井尻哲也, 眞瀬垣啓, 中嶋寛之, 渡會公治 (2011a) 年代別にみた投動作の特徴 (第一部) ～加速期体幹運動とボールリリース～. 日本臨床スポーツ医学会誌, 19 (3): 480-488.
- ・ 伊藤博一, 河崎尚史, 井尻哲也, 眞瀬垣啓, 中嶋寛之, 渡會公治 (2011b) 年代別にみた投動作の特徴 (第二部) ～加速期における下肢・股関節運動～. 日本臨床スポーツ医学会誌, 19 (3): 489-497.
- ・ 伊藤博一, 渡會公治 (2014) 投法別にみた加速期における踏込脚の膝関節運動. スポーツパフォーマンス研究, 6: 253-262.
- ・ Jobe, F.W. & Kvitne, R.S. (1990) 全米プロ野球選手の肩関節と肘関節の障害～Shoulder and Elbow Injuries among Professional Baseball Players～. J. J. Sports Sci., 9: 429-442.
- ・ Kageyama, M., Sugiyama, T., Takai, Y., Kanehisa, H., Maeda, A. (2014) Kinematic and Kinetic Profiles of Trunk and Lower Limbs during Baseball Pitching in Collegiate Pitchers. J. Sports Sci. Med., 13: 742-750.
- ・ 蔭山雅洋, 鈴木智晴, 藤井雅文, 前田明 (2015) 傾斜台を用いた投球トレーニングが投球速度および投球動作に及ぼす即時的効果～ある小学野球投手の場合～. スポーツパフォーマンス研究, 7: 42-54.
- ・ 小林育斗, 阿江通良, 宮崎明世, 藤井範久 (2012) 優れた投能力をもつ小学生の投動作の特徴とその標準動作. 体育学研究, 57: 613-629.
- ・ MacWilliams, B.A., Choi, T., Perezous, M.K., Chao, E.Y., McFarland, E.G. (1998) Characteristic Ground-Reaction Forces in Baseball Pitching. Am. J. Sports Med., 26 (1): 66-71.
- ・ 宮下浩二, 小林寛和, 横江清司 (1999) 投球動作で要求される下肢関節機能に関する検討. J. Athlet. Rehabili., 2: 65-72.
- ・ 宮崎明世, 小林育斗, 阿江通良 (2013) 優れた投能力をもつ女子児童の投動作の特徴～全国小学

生陸上競技交流大会ソフトボール投げ出場者の動作分析から～. 体育学研究, 58:321-330.

- ・ 文部科学省. 白書・統計・出版物: 統計情報: 体力・運動能力調査: 統計表一覧.
<http://www.mext.go.jp/>, (参照日 2017 年 1 月 11 日).
- ・ 文部科学省. スポーツ: 全国体力・運動能力, 運動習慣等調査. <http://www.mext.go.jp/>, (参照日 2017 年 1 月 11 日).
- ・ 文部科学省. 白書・統計・出版物: 統計情報: 学校保健統計調査: 統計表一覧.
<http://www.mext.go.jp/>, (参照日 2017 年 1 月 11 日).
- ・ 文部科学省. スポーツ: 子どもの体力向上: 学校体育の充実: 指導資料集: 小学校体育(運動領域)
まるわかりハンドブック. <http://www.mext.go.jp/>, (参照日 2017 年 1 月 11 日).
- ・ 渡辺利信, 砂川憲彦, 佐藤和, 伊藤博一(2016)ソフトボール投げの記録を向上させる新たな教材・
教具としてのメンコ遊びの可能性～小学 5 年生を対象とした調査から～. スポーツパフォーマンス研
究, 8:24-35.