

ドッジボールトレーニングが小学生の投動作に及ぼす影響

北島 由紀子*・堀田 朋基

Effect of dodge ball training on the throwing performance in elementary-school children

Yukiko KITSHIMA・Tomoki HORITA

E-mail: Yukikita410yukikita@yahoo.co.jp

Abstract

The purpose of present study was to investigate the effect of dodge ball training on the throwing performance in elementary-school children. Total 125 boys and 159 girls ranged 2nd grade to 5th grade in elementary-school participated in this study. The subjects were classified into control group, dodge ball game training group (DBTR), throwing motion training group (TMTR), respectively. DBTR played 10 min dodge ball game in each training session. TMTR trained 15 times dodge ball throwing without game in each training session. Both DBTR and TMTR trained 3 times per week, continued 3 weeks in the school. Kinematic analysis was performed by two directional video camera recordings (30 frames second). Movement evaluation score during throwing movement was also used to categorize the throwing motion from immature pattern (score 1) to mature pattern (score 6). Throwing movement score was improved both 2nd and 3rd grade girls after the training in the DBTR and TMTR ($p<.05$). Moreover, throwing distance was increased in the 3rd grade girls ($p<.01$). Both shoulder and hip rotational velocities were increased in the 2nd grade girls of DBTR and TMTR ($p<.01$). Shoulder rotational velocity was increased in the 2nd grade boys of DBTR and TMTR ($p<.01$). The angle of ball release was increased in the 2nd grade boys of DBTR and TMTR ($p<.01$). It has been suggested that the dodge ball training has influenced throwing performance in the 2nd grade children and the 3rd grade girls.

キーワード：ドッジボールトレーニング，小学生，投動作，投能力

keywords：dodge ball training, elementary-school children, throwing motion, throwing performance

I 目的

文部科学省が行っている新体力・運動能力調査の報告²⁵⁾によると、児童の投能力は、調査開始の1984年からゆるやかに低下しており、小学校高学年になっても投動作を身につけることができないでいる現状が示唆されている。投球に関する運動学習経験という視点で児童の生活を見てみると、一部の者が野球スポーツ少年団に属しているだけで、多くの児童は学校の休み時間にドッジボールを楽しむ程度になっている。また、社会の変化から小学生の遊びの内容が、かつての外遊びから屋内への遊びへと変化し、学習経験量に強く影響される投動作を獲得していくことが難しくなっている現状も影響を及ぼしていると思われる。

角田ら³⁰⁾は、小学生の女子はトレーニングによって投能力の増加が見られるが、トレーニングがなけ

*砺波市立庄川小学校

れば伸びる時期が出現しないまま終わってしまう可能性について報告している。従って、投球に関する学習の場として、体育授業の果たす役割は大きいと考えられる。

藤田³⁾は、幼稚園・保育所で子どもたちが実際に行っているボール遊びにはドッジボールが使用されることが多いことから、幼児期の投動作の発達にはドッジボール投げの経験が大きく関与していると考えた。そこで、ドッジボール投げの動作様式と投能力の発達について検討し、従来行われてきた硬式テニスボールの投動作発達の研究と比較した。それによると、宮丸による6段階の動作様式¹¹⁾がドッジボール投げにも見られたと報告している。また、男子は加齢による投動作と投能力の発達が見られたが、女子においては男子ほどには伸びなかったことが確かめられた。そして、ドッジボールは的当て遊びには適しているが、遠投には向いていないと報告している。

ところで、ドッジボールゲームは小学校における

体育の授業の中ではゲーム領域、またはボール運動領域の中で扱われるため、学習の中心は攻守の工夫となる。そこでは、投げる技能の習得は、あくまでもゲーム展開の中で行われるにすぎない。したがって、ドッジボールゲームが投動作や投能力に及ぼす影響については、これまで検証した事例はない。また、奥野ら¹⁸⁾は、オーバーハンドスロー学習の適時期は、男子は小学校低学年、女子は低・中学年に存在すると報告しているが、これは硬式テニスボール、野球ボール及びソフトボールを使用したものでドッジボールを使用した場合の報告はない。

一方、ドッジボールゲームは投運動を苦手とする児童や当てられるのを嫌がる女子児童にとっては、逃げる動きが中心となり、ボールに触る機会がないままゲームが終わる場合も少なくない。そのような児童にとっては、高本ら²⁷⁾の報告にあるように、体育授業において投動作を見せて模倣させた方が効果があることも示唆される。

以上のことから、本研究では、小学校におけるドッジボールを用いたゲーム及び動作トレーニングが投動作に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

II 研究方法

1 被験者

被験者は、富山県砺波市立出町小学校に所属する2年生から5年生で、男子125名、女子159名であった。各学年をコントロール群、ドッジボール群、動作トレーニング群の3つの群に分けて実験を行った。

2 ドッジボールを使用したトレーニング

1) 内容

① ドッジボールゲーム

小学校体育指導書²³⁾を参考にしてコート及びルールを作成し、男女混合4人のチームで1回につき前・後半5分間ずつ計10分間のドッジボールゲームを行った。

攻守を分離させるために、外野から内野にボールを投げ入れ、5分間で何人に当てられたかを競うルールとした。また、外野の4人ができるだけ同じ回数投げられるように、交互に投げ入れられるようにした。投球回数は1ゲームについて15回前後であった。

ボールは、0号球ドッジボール（molten、空気圧0.4~0.45bar）を使用した。

トレーニング期間及び回数は、2~4年生で1週間につき3回約3週間、5年生は2週間毎日連続で行い、計10回となるようにした。

② 動作トレーニング

尾縣らのトレーニング¹⁷⁾を参考にし、指導者が動作トレーニングの群に動き方を示し、1回につき15球、壁に向かってドッジボール投げを行った。動作トレーニングの方法はFig.1に示した。使用ボール、トレーニング期間及び回数はドッジボールゲームを行った場合と同様である。

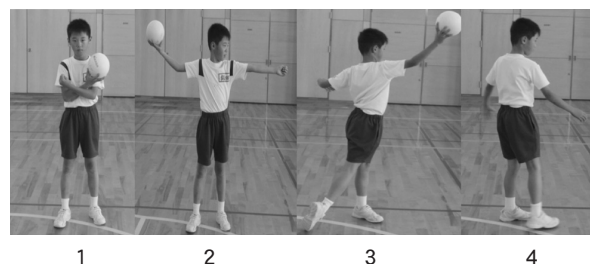


Fig.1 動作トレーニングにおける動作の順番

③ コントロール群

トレーニング期間中は、「投げ」に関する授業を行わないようにした。ただし、実験期間後、動作トレーニング群と同様の指導を行った。

2) 指導者の関与

ドッジボールゲームでは、ボールを捕球した後、できるだけ短時間で内野に向かって投げ入れることができるように指示した。

3 硬式テニスボール投げ

ドッジボールを使用したトレーニングの評価は、硬式テニスボールを用いてトレーニング前後の遠投能力及び投動作の分析を行う事で実施した。硬式テニスボール投げは、風の影響を受けないように室内で行った。

1) 投動作撮影

硬式テニスボール投げの撮影は、被験者の側方5m、高さ60cmの地点にデジタルビデオカメラ（Panasonic社製 NV-GS-250-S）を設置し、撮影速度30コマ/秒、シャッタースピード1/250秒に設定して行った。また、上方7.1mの地点にデジタルビデオカメラ（Canon社製 IVIS HS10）を設置し、撮影速度30コマ/秒、シャッタースピード1/250秒に設定し撮影を行った。

本研究では、ボールの進行方向（水平方向）をX軸、鉛直方向（垂直方向）をY軸とし静止座標系を設定した。

また、被験者は頭頂、肩峰、肘関節、手関節（尺骨端中心）、手先（第5指第2関節中心）、大転子、膝関節、足関節、踵及び足先に反射マーカースでマーキングした。

上方カメラから肩及び腰の動きが分かるように、両肩峰に上方からマーキングし、両側上前腸骨棘から突起を出し、その先端に反射マーカースをつけた。

2) 分析

本研究では、投げる側の手を投げ手とし、ボールリリース（以下リリース）前に投げ手をボール進行方向の反対方向に引く動作をひき動作とした。

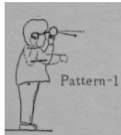
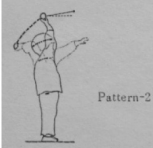

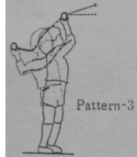
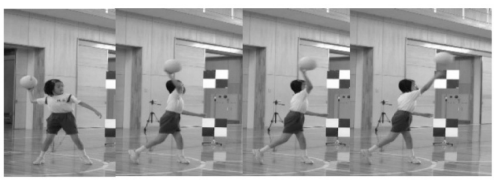
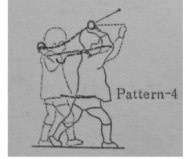

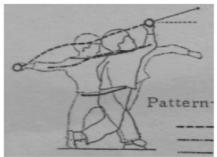

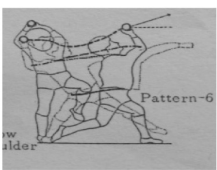

2-1) 投能力

本研究では、投能力は投距離とした。すなわち、「できるだけ遠くへ投げる」という指示のもと、直径1.5mの円内から遠投を実施し、1m単位で巻き尺により計測した。試技回数は、新体力テスト試行実施要項²⁴⁾に従い2回とした。しかしながら、験者により2回とも明らかに失敗投てきと判断された場合は、追加試技を1回行った。また、試技の前に1回練習を行った。

2-2) 投動作

投動作の評価は、宮丸²²⁾が作成した動きのカテゴリーの組み合わせによる6種類の動作パターンをもとにして験者が作成した動作様式をもとに行った（Table 1）。

Table 1 投動作の分類表（例示）

	宮丸の分類	本研究の分類
Pattern 1		該当者なし
Pattern 2		
Pattern 3		
Pattern 4		
Pattern 5		
Pattern 6		

評価に関しては、験者が撮影したビデオ画像を実速、スロー、静止画像より観察して行った。

2-3) 上方カメラ映像による分析

上方カメラによる動作分析は、動作解析ソフト(ダートフィッシュ社製 Dart Fish2005)を用いて、被験者のひき動作からリリースまでの腰の移動範囲及び肩の移動範囲を角度(度)によって表した(Fig. 2, 3)。

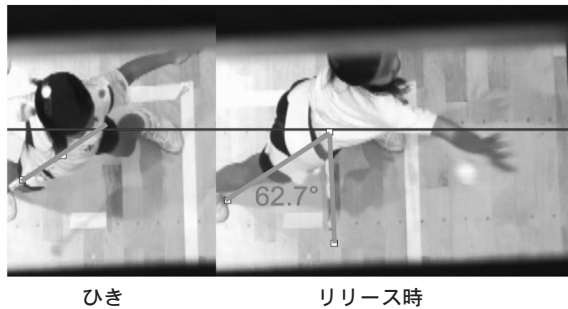


Fig.2 腰移動角度

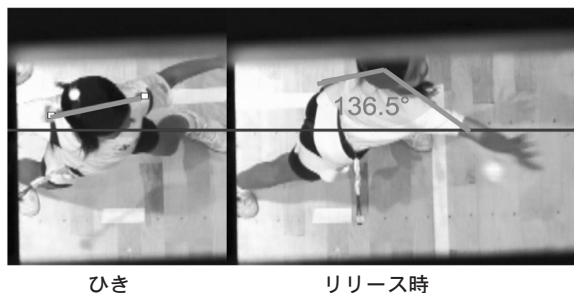


Fig.3 肩移動角度

ひき動作時の投げ手側上前腸骨棘から出た突起の先端にある反射マーカ―と投げ手反対側の上前腸骨棘から出た突起の先端にある反射マーカ―を結んだ線分と、投げ手側上前腸骨棘を中心としてリリース時の同様の線分とがなす角を腰移動角と呼び、その角度を腰移動度とした。また、ひき動作の両肩を結んだ線分と投げ手反対側の肩峰を中心としてリリース時の両肩を結んだ線分とがなす角を肩移動角とし、その角度を肩移動角度とした。さらに、その角度を経過時間で除することで、腰及び肩の平均角速度を算出した。

なお、単位は国際単位系(SI)に基づき、角度は度、角速度はrad/sで表した。

2-4) 側方カメラ映像による分析

側方カメラによる動作分析は、動作解析ソフト(ディケイエイチ社製 Frame-DIAS IV)を用いて、頭頂、肩峰、肘関節、手関節、手先、大転子、膝関節、足関節、踵、足先、ボール中心の計

11点を、毎秒30コマ相当でデジタイズすることで実施した。デジタイズした座標は、2次元DLT法に基づいて実座標に換算し、デジタルローパスフィルタ³²⁾を用い10Hzで平滑化した。そこから、投動作における身体各部位の速度、移動距離、スナップ比及びボールの移動距離を算出した。

各分析項目の定義は以下の通りである。

① 初速度

被験者がリリースした時点のボール速度を初速度とした。

② 投射高

被験者がリリースした時点の手先のY座標から、踵のY座標を引いて算出した。

③ 投射角度

投射角度を θ として、ボールリリース後1コマ目の座標 (x_1, y_1) とリリース時の座標 (x_0, y_0)

から逆正接関数 $\tan \theta^{-1} = \frac{(y_1 - y_0)}{(x_1 - x_0)}$ の式により算

出した。

④ ボール移動距離

ボール移動距離は、ひきからリリースまでのボールの軌跡を1コマごとのボール移動距離の総和として算出した。

4 統計処理

統計処理については、全てのデータを平均値±標準偏差で示し、男女別、学年別に3つの群(コントロール群、ドッジボール群、動作トレーニング群)について次のように検定を行った。すなわち、3つの群のトレーニング前及びトレーニング後における測定値の差を、1元配置分散分析を用いて検定した。ここで有意差があった場合、LSD法により群間の多重比較を行った。投動作評価の検定においては、ノンパラメトリック検定を用いて3つの群を比較し、ここで有意差があった場合、ボンフェローニの修正による多重比較を行った。

さらに、分析項目と投能力及び投動作との相関を、ピアソンの相関分析を用いて調べた。

なお、分析はエスピーエスエス(株)製SPSS 17.0 Japaneseを用い、統計的有意水準を全て5%未満($p < 0.05$)とした。

5 実験日時・トレーニング期間・場所

[2年生・3年生]

実験日時及びトレーニング期間 平成20年9月2日～9月26日

[4年生]

実験日時及びトレーニング期間 平成20年11月4日～11月19日

[5年生]

実験日時及びトレーニング期間 平成21年6月8日～6月19日

III 結果

本研究ではドッジボールゲーム及び動作トレーニングをそれぞれ、ドッジボールトレーニング、動作トレーニングと称し、トレーニング前のテニスボール投げの測定結果をトレーニング前とし、トレーニング後のテニスボール投げの測定結果をトレーニング後とした。

トレーニング後のテニスボール投げの測定結果をトレーニング後とした。

1 投能力及び投動作の変化

1-1) 投能力

硬式テニスボール投げの測定結果を、Table 2に示した。

1-1-1) 男子

動作トレーニング群では、いずれの学年も投能力の変化における差はなかった (n.s.)。

1-1-2) 女子

3年生において3つの群の投能力の変化に差があった (p<0.01)。そのうち、コントロール群とドッジボール群において投能力の変化に差があった (p<0.01)。また、コントロール群と動作トレーニング群において投能力の変化に差があった (p<0.01)。一方、ドッジボール群と動作トレーニング群において投能力の変化に差はなかった (n.s.)。

Table 2 硬式テニスボール投げの測定結果

(male)								(female)										
年	群	n数	pre (m)	post (m)	差	F 値	群間の差	年	群	n数	pre (m)	post (m)	差	F 値	群間の差			
2	I 群	12	13.2	14.6	1.5	0.02		2	I 群	18	9.8	10.2	0.4	0.35				
			3.9	4.7							1.4	1.7						
	II 群	12	16.0	17.4	1.4				9.3	9.3	0.0	II 群	16			1.6	1.6	0.0
			3.5	5.3												1.6	1.6	
	III 群	12	14.6	16.2	1.6				10.8	10.8	0.0	III 群	14			2.4	2.2	0.0
			3.8	4.2												2.4	2.2	
3	I 群	10	18.8	19.5	0.8	0.23		3	I 群	13	13.1	11.9	-1.2	6.23**	I 群とII 群 ** I 群とIII 群 ** II 群とIII 群 n.s.			
			2.3	3.5							2.8	2.4						
	II 群	11	18.4	19.4	1.0				12.0	12.6	0.6	II 群	18			2.4	2.7	0.6
			4.9	5.5												2.4	2.7	
	III 群	11	19.6	21.1	1.5				11.7	12.8	1.2	III 群	18			1.9	2.6	1.2
			3.8	5.3												1.9	2.6	
4	I 群	6	22.6	22.2	-0.5	2.66		4	I 群	9	13.6	12.3	-1.3	3.17				
			5.4	5.9							3.3	3.0						
	II 群	10	20.2	20.6	0.4				14.6	13.8	-0.8	II 群	12			4.1	3.9	-0.8
			5.2	5.1												4.1	3.9	
	III 群	11	21.5	23.2	1.7				12.8	13.1	0.3	III 群	11			2.2	2.4	0.3
			5.7	5.0												2.2	2.4	
5	I 群	9	24.7	26.6	1.9	0.83		5	I 群	8	13.5	13.0	-0.5	2.42				
			5.5	6.0							3.5	3.9						
	II 群	13	23.2	25.5	2.3				15.7	17.0	1.3	II 群	11			3.7	4.5	1.3
			5.7	5.8												3.7	4.5	
	III 群	8	25.0	25.6	0.6				14.4	14.7	0.3	III 群	11			2.6	4.5	0.3
			4.0	6.4												2.6	4.5	

上段：平均値
下段：標準偏差

pre …トレーニング前の結果
post …トレーニング後の結果

I 群=コントロール群
II 群=ドッジボール群
III 群=動作トレーニング群

n.s. …有意差なし
* … p<0.05
** … p<0.01
*** … p<0.001

ニング群の投能力の変化には差はなかった (n.s.)。

1-2) 初速度

男女とも、いずれの学年も3つの群の初速度の変化における差はなかった (n.s.)。

1-3) 投射高

男女とも、いずれの学年も、3つの群の投射高の変化における差はなかった (n.s.)。

1-4) 投射角度

リリース時の投射角度の結果を、Table 3 に示した。

1-4-1) 男子

2年生において3つの群の投射角度の変化に差があった (p<0.01)。そのうち、コントロール群とドッジボール群において投射角度の変化に差があった (p<0.001)。また、コントロール群と動作トレーニング群において投射角度の変化に差があった (p<0.01)。

また、ドッジボール群と動作トレーニング群において投射角度の変化に差が見られた (p<0.01)。一方、コントロール群とドッジボール群には投射角度の変化に差はなかった (n.s.)。

1-4-2) 女子

3年生において3つの群の投射角度の変化に差があった (p<0.01)。そのうち、コントロール群と動作トレーニング群において投射角度の変化に差が見られた (p<0.001)。

2-1) 動作様式

Fig. 4 と Fig. 5 に、2年生及び3年生の動作様式の変化をヒストグラムで示した。ここでは、パターン1を1、パターン2を2というように換算した。

2-1-1) 男子

いずれの学年も、3つの群の動作様式の変化における差はなかった (n.s.)。

Table 3 投射角度の変化

(male)								(female)													
		n数	pre (度)	post(度)	差	F 値	群間の差			n数	pre (度)	post(度)	差	F 値	群間の差						
2年	I群	12	49.3	48.9	-0.4	8.46**	I群とII群*** I群とIII群** II群とIII群n.s.	2年	I群	18	50.1	46.8	-3.3	2.86							
			3.6	4.8							3.1	5.7									
	II群	12	53.9	48.0	-6.0				2.71	II群とIII群**	II群	16	53.7			50.1	-3.7	8.75**	I群とII群n.s. I群とIII群*** II群とIII群**		
			2.1	3.6									2.1			4.1					
	III群	12	53.5	48.3	-5.1				0.31	n.s.	III群	14	52.6			48.7	-3.9	0.05			
			2.2	3.7									1.2			1.0					
3年	I群	10	47.8	49.8	2.0	2.71		3年	I群	13	45.2	51.5	6.3	8.75**	I群とII群n.s. I群とIII群*** II群とIII群**						
			2.7	3.2							5.5	2.5									
	II群	11	44.3	48.0	3.7				1.59		II群	18	45.1			50.0	4.9	0.08			
			2.8	6.4									4.0			6.5					
	III群	11	44.1	43.9	-0.2				0.05		III群	18	44.4			43.7	-0.7			0.08	
			2.2	4.2									2.5			6.2					
4年	I群	6	49.4	48.2	-1.2	0.31		4年	I群	9	47.3	46.7	-0.6	0.05							
			2.0	2.9							6.4	4.8									
	II群	10	47.4	47.6	0.2				1.59		II群	12	48.0			47.6	-0.4	0.08			
			5.3	6.7									6.0			4.6					
	III群	11	46.8	46.4	-0.4				0.05		III群	11	49.2			48.5	-0.7			0.08	
			5.3	6.0									2.1			1.6					
5年	I群	9	50.1	51.7	1.6	1.59		5年	I群	8	51.9	53.2	1.3	0.08							
			2.6	2.2							2.4	2.4									
	II群	13	50.1	52.5	2.4				0.08		II群	11	51.5			52.4	0.9	0.08			
			3.4	2.8									1.1			1.9					
	III群	8	50.5	48.8	-1.7				0.08		III群	11	51.6			52.7	1.1			0.08	
			4.3	6.1									3.1			2.7					

上段：平均値
下段：標準偏差

pre …トレーニング前の結果
post…トレーニング後の結果

I群=コントロール群
II群=ドッジボール群
III群=動作トレーニング群

n.s. …有意差なし
* … p<0.05
** … p<0.01
*** … p<0.001

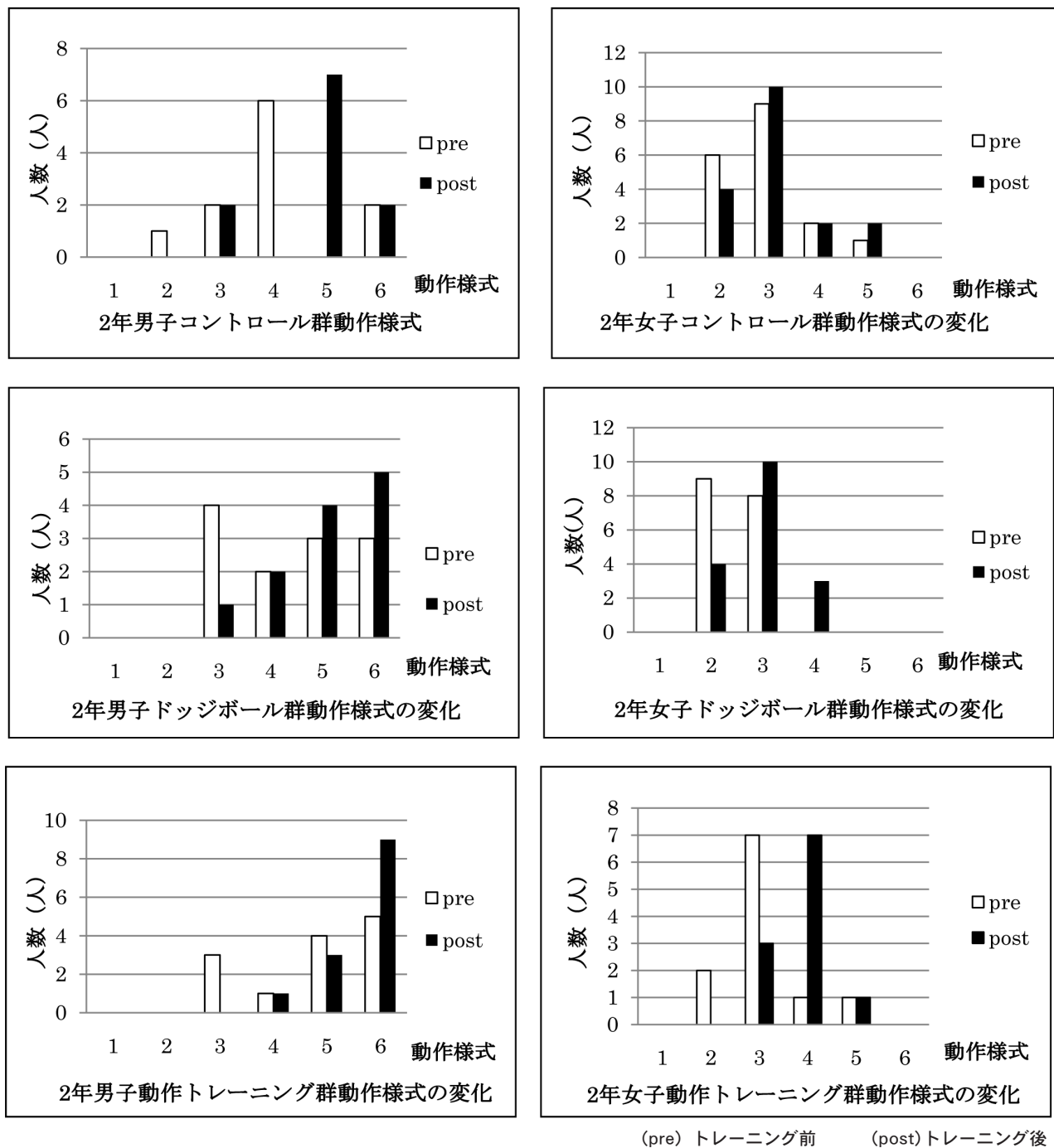


Fig. 4 動作様式の変化 (2年生)

2-1-2) 女子

2年生の3つの群 ($p < 0.05$) 及び3年生の3つの群 ($p < 0.05$) において、動作様式の変化に差があった。2年生では、コントロール群と動作トレーニング群において動作様式の変化に差があった ($p < 0.05$)。また、ドッジボール群と動作トレーニング群において動作様式の変化に差があった ($p < 0.05$)。一方、コントロール群とドッジボール群には動作様式の変化に差はなかった (n.s.)。

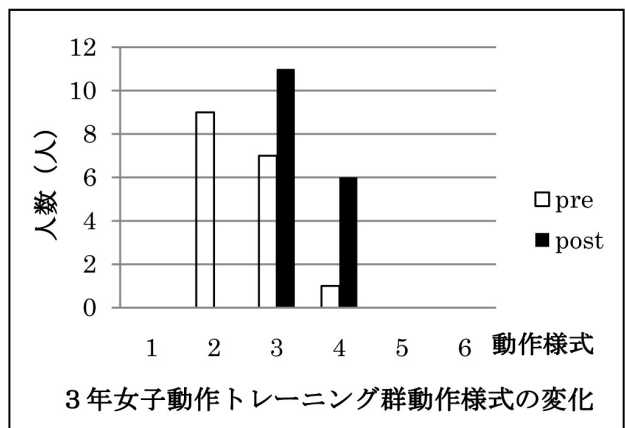
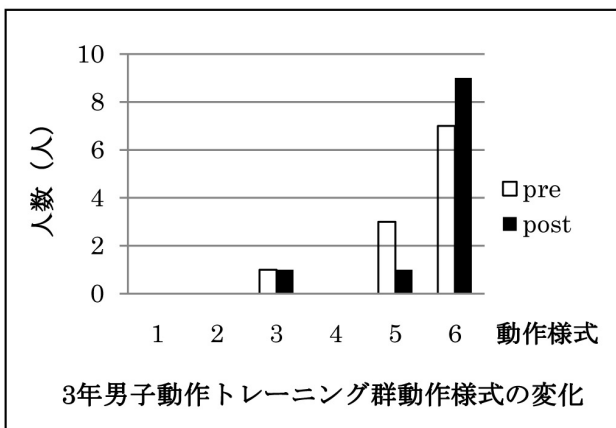
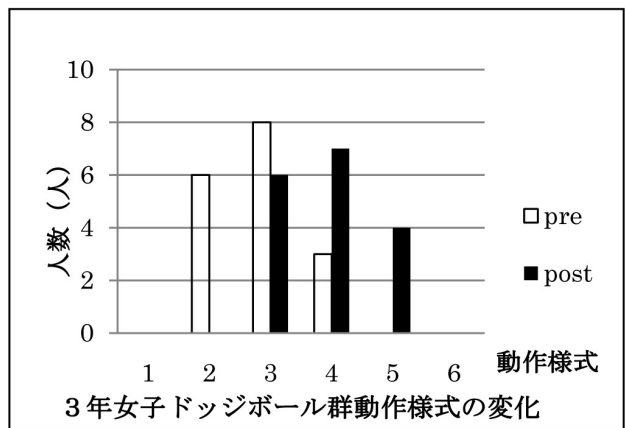
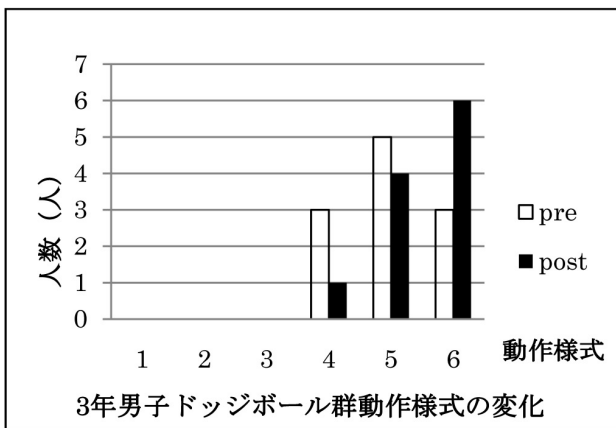
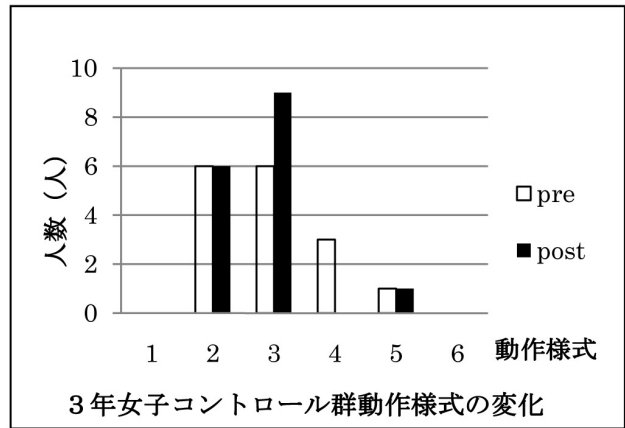
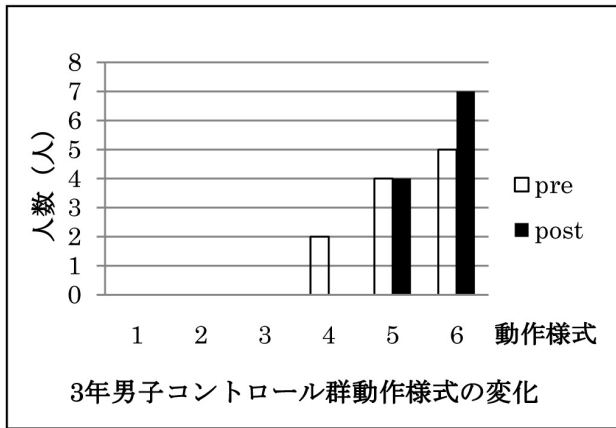
3年生では、コントロール群とドッジボール群

において動作様式の変化に差があった ($p < 0.05$)。一方、コントロール群と動作トレーニング群、ドッジボール群と動作トレーニング群には動作様式の変化に差はなかった (n.s.)

2 腰及び肩の動きの変化

1) 腰移動角度

腰移動角度の2年生及び3年生の結果を、Table 4に示した。



(pre) トレーニング前 (post) トレーニング後

Fig. 5 動作様式の変化 (3年生)

1-1) 男子

2年生及び3年生において3つの群の腰移動角度の変化に差があった ($p < 0.05$)。2年生においては、コントロール群と動作トレーニング群に腰移動角度の変化に差があった ($p < 0.01$)。一方、コントロール群とドッジボール群及びドッジボール群と動作トレーニング群においては腰移動角度の変化に差はなかった (n.s.)。

3年生においては、コントロール群とドッジボール群において腰移動角度の変化に差があった ($p <$

0.01)。また、ドッジボール群と動作トレーニング群の腰移動角度の変化にも差があった ($p < 0.01$)。一方、コントロール群と動作トレーニング群の腰移動角度の変化に差はなかった (n.s.)。

1-2) 女子

2年生において3つの群の腰移動角度の変化に差があった ($p < 0.01$)。そのうち、コントロール群とドッジボール群において腰移動角度の変化に差があった ($p < 0.01$)。また、コントロール群と動作トレーニング群においても腰移動角度の変化

Table 4 腰移動角度の変化

(male)								(female)														
		n 数	pre (度)	post(度)	差	F 値	群間の差			n 数	pre (度)	post(度)	差	F 値	群間の差							
2 年	I 群	12	80.5	95.3	14.8	3.47*	I 群と II 群 n.s. I 群と III 群 ** II 群と III 群 n.s.	2	I 群	18	89.9	84.8	-5.2	7.08**	II 群と III 群 n.s.	I 群と II 群 **						
			27.8	21.8							30.3	35.1					I 群と III 群 **					
	II 群	12	108.5	144.2	35.8				76.4	115.7	39.3	II 群と III 群 **	II 群			16	76.4	115.7	39.3	II 群と III 群 **		
			23.9	47.7													25.7	42.1			II 群と III 群 n.s.	
	III 群	12	112.4	175.2	62.7				87.4	129.7	42.3	I 群	13			78.3	88.3	10.0	0.60	I 群と II 群 **		
			22.9	29.1												32.2	72.8				I 群と III 群 n.s.	
3 年	I 群	10	124.1	126.2	2.1	4.31*	I 群と II 群 ** I 群と III 群 n.s. II 群と III 群 **	3	II 群	18	90.4	96.9	6.5	II 群	18	90.4	96.9	6.5				
			19.3	12.7							29.9	24.8				29.9	24.8					
	II 群	11	118.3	143.7	25.4				79.1	98.2	19.1	III 群	18	79.1	98.2	19.1	III 群	18		79.1	98.2	19.1
			14.3	24.8										25.2	17.1					25.2	17.1	
	III 群	11	126.4	134.5	8.1				22.8	57.1	53.6	I 群	13	78.3	88.3	10.0	II 群	18	90.4	96.9	6.5	
			34.5	33.6										25.2	17.1				25.2	17.1		

上段：平均値 pre … トレーニング前の結果 I 群=コントロール群 n.s. … 有意差なし
 下段：標準偏差 post … トレーニング後の結果 II 群=ドッジボール群 * … p<0.05
 III 群=動作トレーニング群 ** … p<0.01
 *** … p<0.001

Table 5 肩移動角度の変化

(male)								(female)														
		n 数	pre (度)	post(度)	差	F 値	群間の差			n 数	pre (度)	post(度)	差	F 値	群間の差							
2 年	I 群	12	156.5	146.3	-10.2	6.76**	I 群と II 群 *** I 群と III 群 ** II 群と III 群 n.s.	2	I 群	18	143.5	128.2	-15.3	6.12**	I 群と II 群 *							
			57.5	68.6							63.1	57.8				I 群と III 群 **						
	II 群	12	104.3	145.8	41.5				83.3	111.6	28.3	II 群	16		83.3	111.6	28.3	II 群と III 群 n.s.				
			19.0	30.9											28.8	48.4						
	III 群	12	122.8	162.5	39.7				95.7	149.3	53.6	III 群	14		95.7	149.3	53.6	III 群	14	95.7	149.3	53.6
			22.4	24.4											22.8	57.1				22.8	57.1	

上段：平均値 pre … トレーニング前の結果 I 群=コントロール群 n.s. … 有意差なし
 下段：標準偏差 post … トレーニング後の結果 II 群=ドッジボール群 * … p<0.05
 III 群=動作トレーニング群 ** … p<0.01
 *** … p<0.001

に差があった (p<0.01)。一方、ドッジボール群と動作トレーニング群の腰移動角度の変化に差はなかった (n.s.)。

2) 肩移動角度

肩移動角度の2年生の結果を、Table 5 に示した。

2-1) 男子

2 年生において3つの群の肩移動角度の変化に差があった (p<0.01)。そのうち、コントロール群とドッジボール群において肩移動角度の変化に差があった (p<0.001)。また、コントロール群と動作トレーニング群においても肩移動角度の変化に差があった (p<0.01)。一方、ドッジボール群と動作トレーニング群の肩移動角度の変化に差はなかった (n.s.)。

2-2) 女子

2 年生において3つの群の肩移動角度の変化に差があった (p<0.01)。そのうち、コントロール群とドッジボール群において肩移動角度の変化に差があった (p<0.05)。また、コントロール群と動作トレーニング群においても肩移動角度の変化に差があった (p<0.01)。一方、ドッジボール群と動作トレーニング群の肩移動角度の変化に差はなかった (n.s.)。

3) 腰平均角速度

腰平均角速度 (以下、腰速度) の2年生の結果を、Table 6 に示した。

3-1) 男子

2 年生において3つの群の腰速度の変化に差があった (p<0.05)。そのうち、コントロール群と

Table 6 腰平均角速度の変化

(male)

(female)

		n 数	pre (rad/s)	post (rad/s)	差	F 値	群間の差
2 年	I 群	12	6.5	7.6	1.1	3.53*	I 群と II 群 n.s. I 群と III 群 * II 群と III 群 n.s.
			2.0	1.6			
	II 群	12	8.6	11.4	2.8		
			2.2	3.8			
	III 群	12	8.6	13.5	4.8		
			2.2	2.5			

上段：平均値
下段：標準偏差

pre … トレーニング前の結果
post … トレーニング後の結果

I 群 = コントロール群
II 群 = ドッジボール群
III 群 = 動作トレーニング群

n.s. … 有意差なし
* … p<0.05
** … p<0.01
*** … p<0.001

Table 7 肩平均角速度の変化

(male)

(female)

		n 数	pre (rad/s)	post (rad/s)	差	F 値	群間の差
2 年	I 群	12	11.8	10.9	-0.9	6.28**	I 群と II 群 * I 群と III 群 * II 群と III 群 n.s.
			4.3	4.9			
	II 群	12	9.1	12.5	3.4		
			3.8	4.9			
	III 群	12	11.2	14.9	3.7		
			2.3	3.2			
3 年	I 群	10	14.9	15.9	1.0	4.67*	I 群と II 群 n.s. I 群と III 群 n.s. II 群と III 群 *
			1.8	4.2			
	II 群	11	10.2	16.7	6.5		
			5.5	4.1			
	III 群	11	15.4	11.4	-4.0		
			9.0	3.3			

上段：平均値
下段：標準偏差

pre … トレーニング前の結果
post … トレーニング後の結果

I 群 = コントロール群
II 群 = ドッジボール群
III 群 = 動作トレーニング群

n.s. … 有意差なし
* … p<0.05
** … p<0.01
*** … p<0.001

動作トレーニング群において腰速度の変化に差があった (p<0.05)。一方、コントロール群とドッジボール群、ドッジボール群と動作トレーニング群の腰速度の変化に差はなかった (n.s.)。

3-2) 女子

2年生において3つの群の腰速度の変化に差があった (p<0.01)。そのうち、コントロール群とドッジボール群において腰速度の変化に差があった (p<0.01)。また、コントロール群と動作トレーニング群においても腰速度の変化に差があった (p<0.01)。一方、ドッジボール群と動作トレーニング群の腰速度の変化に差はなかった (n.s.)

4) 肩平均角速度

肩平均角速度 (以下、肩速度) の結果を、Table 7

に示した。

4-1) 男子

2年生及び3年生において3つの群の肩速度の変化に差があった (p<0.01)。2年生では、コントロール群とドッジボール群において肩速度の変化に差があった (p<0.05)。また、コントロール群と動作トレーニング群においても肩速度の変化に差があった (p<0.05)。一方、ドッジボール群と動作トレーニング群の肩速度の変化に差はなかった (n.s.)。3年生では、ドッジボール群と動作トレーニング群において肩速度の変化に差があった (p<0.05)。一方、コントロール群と動作トレーニング群においては肩速度の変化に差はなかった (n.s.)。

4-2) 女子

2年生において3つの群の肩速度の変化に差があった ($p<0.01$)。そのうち、コントロール群とドッジボール群において肩速度の変化に差があった ($p<0.01$)。また、コントロール群と動作トレーニング群においても肩速度の変化に差があった ($p<0.01$)。一方、ドッジボール群と動作トレーニング群の肩速度の変化に差はなかった (n.s.)。

3 投能力及び投動作と測定項目との関係

2年生, 3年生及び5年生の投能力と測定項目のトレーニング後の相関ダイアグラムを Fig. 6, 7 に表した。

3-1) 投能力と測定項目の相関

どの学年でも, 男女ともに投能力と投動作及び投能力と初速度において相関があった。

2年男子においては, コントロール群では腰移動角度及び腰速度との相関が認められた。ドッジボール群でも, 腰移動角度及び腰速度との相関が認められた。動作トレーニング群では, 肩移動角度に負の相関, 投射角度に負の相関が認められ, 初速度との相関が強くなっていた。

2年女子においては, ドッジボール群で, 投射角度に負の相関が認められた。動作トレーニング群で

は, 投射高に相関が認められた。一方, コントロール群にはどの測定項目とも相関が認められなかった。

3年男子においては, コントロール群では腰速度との相関が認められた。ドッジボール群でも, 腰速度との相関が認められた。動作トレーニング群では, 腰移動角度及び腰速度との相関が認められた。3年女子においては, コントロール群では初速度との相関が強くなっていた。ドッジボール群では, 肩移動角度との相関が認められた。動作トレーニング群では, 腰移動角度との相関が認められた。

5年男子においては, コントロール群ではスナップ比との相関が強くなっていた。動作トレーニング群では, 肩移動角度に負の相関が認められた。

一方, ドッジボール群では, どの測定項目とも相関が認められなかった。

5年女子においては, コントロール群では, 肩移動角度及び投射角度に負の相関, 初速度に相関が認められた。動作トレーニング群では, 初速度に相関が認められた。一方, ドッジボール群では, どの測定項目とも相関が認められなかった。

3-2) 投動作と測定項目の相関

2年生男子及び女子, 3年生男子, 5年生男子及び女子において, 投動作と投能力, 投動作と初速度に相関があった。

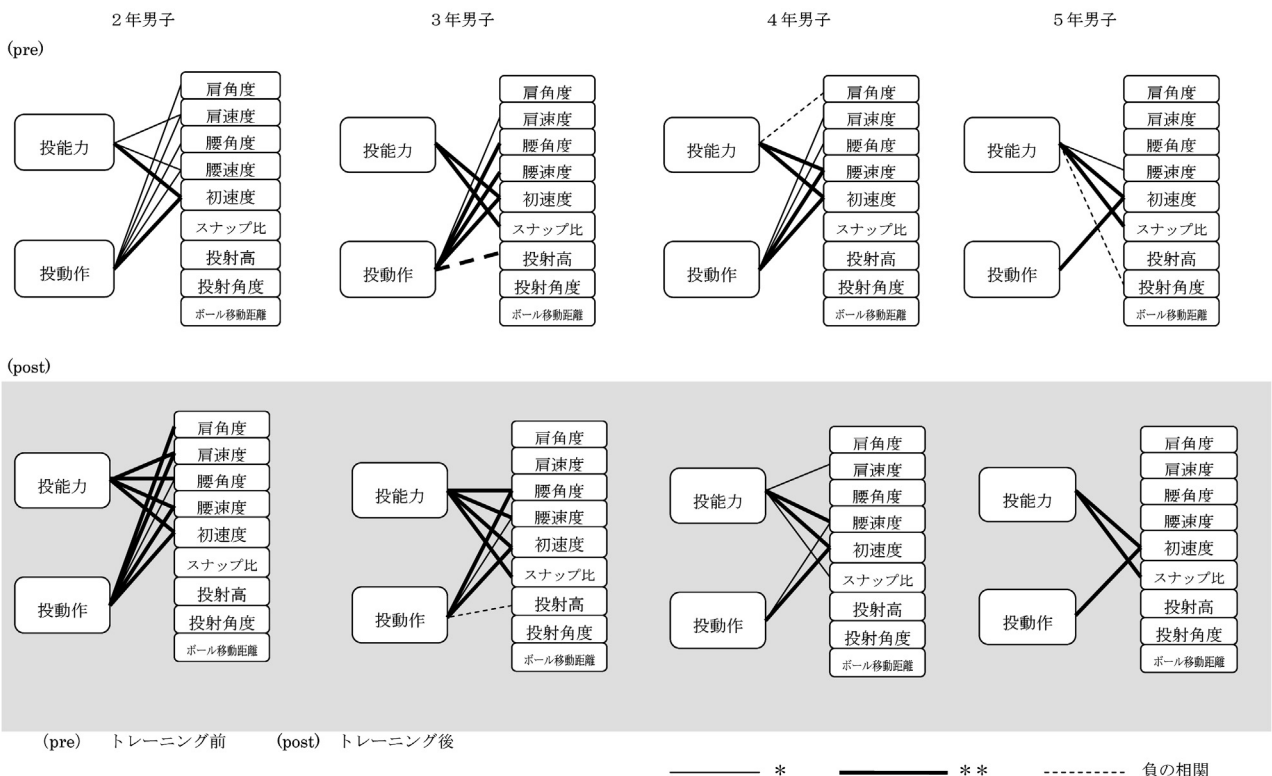


Fig. 6 男子の相関ダイアグラム

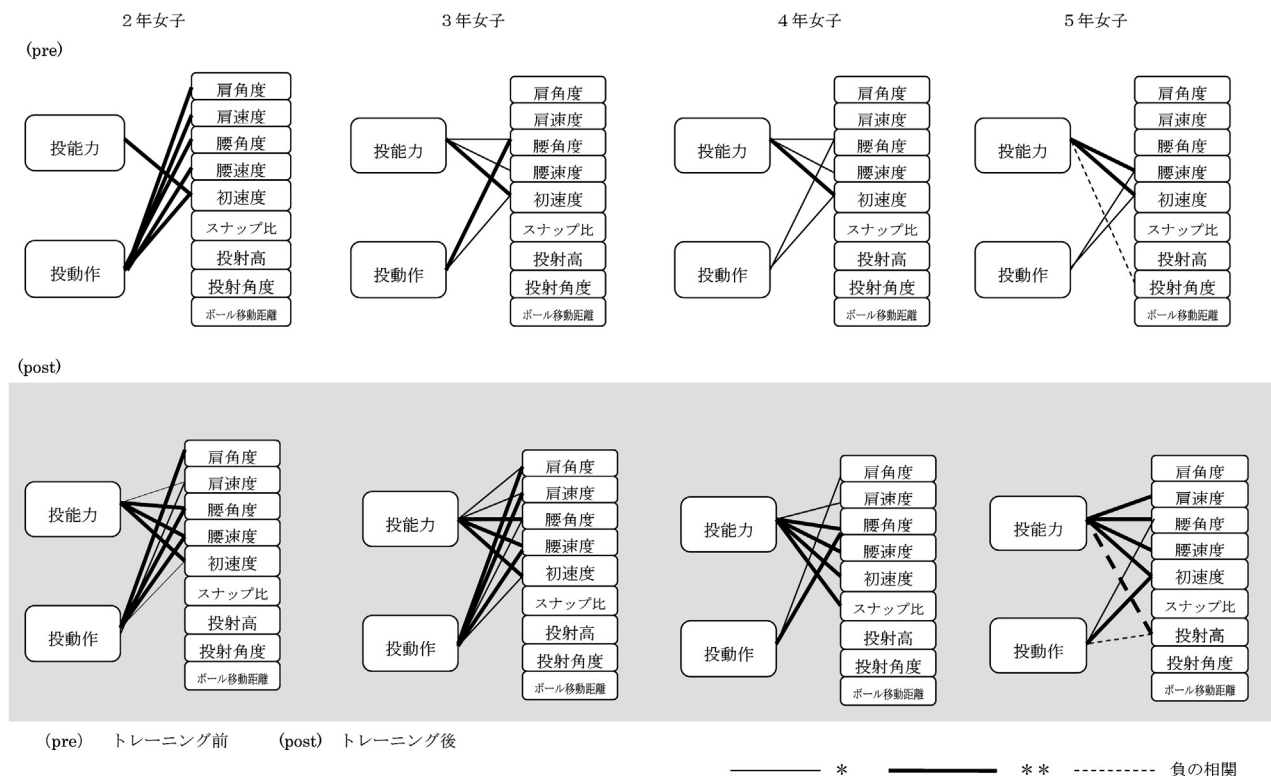


Fig. 7 女子の相関ダイヤグラム

学年ごとに、トレーニング前は投動作との相関がなかったがトレーニング後に投動作との相関が認められた測定項目を以下に示す。

2年男子においては、コントロール群では腰移動角度、腰速度、肩移動角度及び肩速度との相関が認められた。ドッジボール群では、腰移動角度に相関、投射高に負の相関が認められた。動作トレーニング群では、投射角度に負の相関が認められた。

2年女子においては、ドッジボール群で、腰移動角度及び腰速度との相関が認められた。一方、コントロール群及び動作トレーニング群では、どの測定項目とも相関が認められなかった。

3年男子においては、コントロール群では腰移動角度及び肩移動角度との相関が認められた。動作トレーニング群では、腰移動角度及び腰速度との相関が認められた。一方、ドッジボール群では、どの測定項目とも相関が認められなかった。

3年女子においては、コントロール群では腰速度及び肩移動角度との相関が認められた。ドッジボール群では、腰速度及び肩速度との相関が認められた。一方、動作トレーニング群では、どの測定項目とも相関が認められなかった。

5年男子においては、ドッジボール群では初速度との相関が認められた。コントロール群及び動作ト

レーニング群では、どの測定項目とも相関が認められなかった。

5年女子においては、コントロール群では、肩速度との相関が認められた。ドッジボール群では、腰移動角度との相関が認められた。一方、動作トレーニング群では、どの測定項目とも相関が認められなかった。

IV 考察

1 ドッジボールゲームの効果

投能力においては、男子はどの学年もドッジボールゲームの効果が見られなかった (Table 4)。一方、女子は、3年生でコントロール群とドッジボール群の投能力の変化に差があったことから、ドッジボールゲームの効果があったと考えられる。3年生女子のドッジボール群は、 $12.0 \pm 2.4\text{m}$ だった投能力が $12.6 \pm 2.7\text{m}$ と変化し、差は0.6mであった。しかしながら、コントロール群では、 13.1m だった投能力が 11.9m と減少していた。このことから、ドッジボール群の変化とコントロール群の変化に差が生じたのである。

コントロール群の女子では、4年生でも $13.6 \pm 3.3\text{m}$ から $12.3 \pm 3.0\text{m}$ 、5年生でも $13.5 \pm 3.5\text{m}$ から

13.0±3.9mという結果だった。角田ら³⁰⁾は、女子はトレーニングによって投能力の増加が見られるが、トレーニングがなければ伸びる時期が出現しないまま終わってしまう可能性について報告している。本研究でも、角田らと同様のことがうかがわれることから、ドッジボールゲームが、女子にとって角田の言うトレーニングの役割を担うことができる可能性が示唆される。

ところで、2年生女子のドッジボール群における腰移動角度及び腰速度に、トレーニング後に投動作との相関が認められた。2年生女子のドッジボール群は、トレーニング後に腰移動角度、腰速度の測定項目でコントロール群の変化と差があった (Table 4, 6)。したがって、ドッジボールゲームを行った結果、腰移動角度及び腰速度が増大し、それが投動作に影響を及ぼしたと考えられる。トレーニング前は動作様式がパターン2だった9人の被験者が、トレーニング後には半数以下の4人に減少していた。また、パターン4の動作様式も見られるようになった (Fig. 4)。それらは、腰の動きが変化したことよると考えられる。

3年生女子のドッジボール群においては、投動作の改善に効果が認められた (Fig. 5)。トレーニング前の段階で動作様式がパターン2だった被験者が、トレーニング後には全員がパターン3以上となった。すなわち、パターン2の、上体の動きがほとんどない肩関節を中心とした投動作から、パターン3の、準備動作で腕が引き上げられ上体が捻られた後、回転動作を伴って投射する動作に改善されたものと考えられる。

ドッジボールゲームでは、「ボールを持ったらずぐに相手に向かって投げること」や「体を半身にして投げること」を指示した。体を半身にしてから投射することが腰の捻れを生み、投動作が改善されたものと推測される。また、「すぐに投げる」という指示により、肩及び腰の動きの速度を速めたと考えられる。ドッジボールゲームにおけるこの動きが、2年生男子の肩移動角度及び肩速度の増加、2年生女子の肩移動角度及び肩速度の増加、3年生男子の腰移動角度の増加に効果があったと考えられる (Table 4, 5, 7)。

尾懸ら¹⁷⁾の考案した学習プログラムは、小学校2年生及び3年生男女において、腕動作の習熟を確認できなかった。一方、本研究では、小学校2年

生及び3年生男女においてドッジボールゲームによる肩及び腰の動作に改善が見られた。つまり、ドッジボールゲームは、攻守の工夫や戦術の学習に中心が置かれていながらも、投動作の習熟も期待できると考えられる。また、ドッジボールゲームは尾懸らの学習プログラムと比較して、手間がかからない点と子どもたちが喜んで行うゲームである点で、指導者や子どもたちにとって効率的で楽しい学習と考えられる。しかしながら、4年生及び5年生では、男女ともドッジボールゲームの効果はほとんど認められなかった。

したがって、ドッジボールゲームは、3年生女子においては投能力の向上、2年生及び3年生男女においては投動作の改善に効果があると言えるが、4年生以上になると効果は少ないと思われる。

2 動作トレーニングの効果

投能力においては、ドッジボールゲームの効果と同様に、男子はどの学年にも動作トレーニングの効果が認められなかった (Table 2)。一方、女子は、3年生でコントロール群と動作トレーニング群の投能力の変化に差があったことから、動作トレーニングの効果があったと考えられる。ここでは、ドッジボール群と動作トレーニング群の投能力の変化に差はなかった。3年生の女子にとっては、投球の経験が少なく、ドッジボールゲーム及び動作トレーニングにおいて15球ずつ投げるという点で同じ回数を経験をしたことが同量のトレーニング負荷となり、ドッジボール群と同様の結果になったものと考えられる。投球経験の少なさという点からだと、2年生女子にも当てはまることだが、2年生女子は、投能力が非常に低い水準にあり、本研究のトレーニング量では、投能力に影響を及ぼすに至らなかったと推察される。

2年生男子の動作トレーニング群は、トレーニング前で動作様式がパターン3の被験者が3名だったが、動作トレーニング後には、動作様式パターン3の被験者が見られなくなった (Fig. 4)。

動作トレーニングでは、胸の前で腕を交差させ、その後腕を大きく広げ肩の高さまで上げ、投げたい方向におへそを動かし腕を大きく振って投げるように指示を出した。そうすることで、腕が上体とともに後方に引かれ、腕を振ることで腰の捻りから肘伸展までに順序性が見られるようになることを期待したからである。2年生男子動作トレーニング群は、

トレーニング前の投射角度が 53.5 ± 2.2 度でトレーニング後には投射角度が 48.3 ± 3.7 度になった。尾縣¹⁴⁾は、女子学生8名の投射角度の変化と初速度、投射高及び投動作に及ぼす影響を調査する中で、最適投射角度は 33.8 度から 39.4 度であったと報告している。本研究では、尾縣の報告にある投射角度とは異なっていたが、トレーニング前で 50 度以上だった投射角度が減少したことは、尾縣の言う最適投射角度に近づいたと考えられる。したがって、動作トレーニングを行った結果、動作が改善されて投射角度が減少したのではないかと考えられる。

さらに、2年生男子の動作トレーニング群は、投射角度の測定項目でコントロール群の変化と差があった (Table 3)。トレーニング前は、上体の捻りが少なく、反り動作を中心にして上方に投射するため、上肢で投げ上げるような動作となり投射角度が大きくなっていった。しかし、トレーニングによって腕動作が習熟し、適切な投射角度に近づいたことが推察される。投射角度が大きいということは、腕が後方へ引かれるような肩関節を中心とした動作で投射していることが推測される。それは、ボールが上方に投げ上げられることになり、遠くへ投げることに結びつかない。

2年生男子の動作トレーニング群において、投射角度と投動作に負の相関が認められた。それは、動作様式がパターン3の被験者は、動作トレーニングによって投動作が改善されたと考えられ、その結果投射角度と投動作に負の相関が認められたと思われる。

同様な事が、3年女子の動作トレーニング群にも見られた。3年女子動作トレーニング群は、トレーニング前の投射角度が 44.4 ± 2.5 度からトレーニング後は 43.7 ± 6.2 度という結果だった。コントロール群及びドッジボール群は、投射角度が増加する傾向を示したのに対し、投射角度の変化に差があったことから、ここでも動作トレーニングの効果が認められた。

動作トレーニングにおける動きは、2年生男女における腰移動角度、腰速度、肩移動角度及び肩速度の増加にも効果があった (Table 4, 5, 6, 7)。

一方、2年生女子においてドッジボールゲームによる動作様式の変化と動作トレーニングによる動作様式の変化に差があった。動作様式がパターン2だった被験者が全員パターン3以上となった (Fig.

4)。ドッジボールゲームでは、受けたボールを相手に向かって素早く投げる必要がある。従って、十分な上体の捻れがないまま投球を行い、動作が改善されないことも起こる。一方、動作トレーニングでは自分に合った速度で確実に動作のトレーニングができる点で有効だったと推察できる。

したがって、動作トレーニングは、3年生女子においては投能力の向上、2年生及び3年生男女においては投動作の改善に効果があると思われる。また、女子は、2年生においてはドッジボールゲームよりも動作トレーニングの方が投動作の改善に有効であると思われ、4年生及び5年生においても投動作の改善が期待できると思われる。

3 投能力及び投動作と測定項目の関係

各学年の男女それぞれにおける投能力及び投動作と測定項目との相関ダイアグラムを学年別に Fig. 6, 7 に示した。ここでは、3つの群を合わせて相関が認められれば「相関がある」として表した。

男子では、2年生において投動作と相関のある測定項目は、肩移動角度、腰移動角度、腰速度、肩速度及び初速度であった。トレーニング後に、そのうち4つの測定項目において投能力との相関が強くなった。このことから、2年生男子においては、投動作の指導を行う事が投能力の向上につながるようになることが示唆される。

しかしながら、2年生から5年生へと学年が上がると共に投動作に相関のある測定項目が減少し、5年生では、投動作に相関のある測定項目は初速度のみだった (Fig. 6)。5年生になると、投動作は成熟型となり、ほとんどの被験者が動作様式はパターン6となっていた。したがって、投動作と測定項目との相関が出なかったのであろう。しかしながら、5年生の被験者の中には、トレーニングを行ってもほとんど動作様式は変化しなかったケースも見られ、ドッジボールゲームや動作トレーニングを行ったにもかかわらず動作様式がパターン4のままで留まる被験者も見られた。このような被験者は、2年生あるいは3年生の頃に、投動作の経験が少なく、動作が未熟なまま5年生に移行したものと推察される。奥野ら¹⁸⁾は、小学生の練習効果の大きい年齢は男子では7・8歳、女子では8歳から10歳と報告している。本研究の結果からも、奥野らと同様に、男子においては小学校2年生が投動作を身につけ

るのに適した時期だと考えられる。

一方、投能力と相関のある測定項目は、2年生の段階では肩及び腰の動きに関するものが主だったが、3年生からは、肩の動きに関する測定項目が減り、腰速度、初速度及びスナップ比に移行していた。2年生では、投動作を改善することが投能力の伸びにつながっていたが、学年が進むにつれて、肘から末端を使うような質の高い動きが投能力に関与していることが考えられる。

女子では、どの学年においても、トレーニング後に投能力及び投動作と相関が見られるようになった、あるいは相関が強くなった測定項目が増加した(Fig. 7)。特に、投能力と相関のある測定項目が増加し、腰速度及び肩速度がトレーニング後に投能力との相関が強くなっていった。4年生のトレーニング後にスナップ比と投能力の相関が見られたが、女子は、概ね肩や腰の速度を増加させることで投能力を増加させていることが推察される。また、男子のように投動作と投能力に相関のある測定項目がはっきりと分化していくような段階はうかがえなかった。5年生の段階でも、投動作に相関のある測定項目と投能力に相関のある測定項目が重複しており、投動作の改善が投能力の向上につながるということが示唆される。

したがって、女子の場合、投運動の学習経験を積むことが重要であり、5年生であっても投動作を身につけることを中心とした指導の必要性が示唆される。

V 結 論

小学校の体育授業におけるドッジボールを用いたゲーム及び動作トレーニングは、2年生男女及び3年生女子において投動作の改善に有効である。なお、2年生女子においては、ドッジボールを用いたゲームよりも動作トレーニングの方がより投動作の改善に有効である。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、ご指導、ご協力していただいた諸先生方、実験補助にご協力いただいた皆さん及び被験者の砺波市立出町小学校の児童の皆さんに心から感謝いたします。

参考文献

- 1) 出村慎一：(1993) 幼児におけるボール遠投に対する体力及び投動作の貢献度とその性差，体育学研究 37(4). 339-350
- 2) 海老原修・桜井伸二・宮下充正：(1983) 就学前児童のスポーツ参加が投動作に及ぼす影響について，J.J. sports Sci. 2. 72-78
- 3) 藤田公和：(2003) 幼児期におけるドッジボール投げの動作と投距離の発達，体育の科学 53(4). 306-311
- 4) 堀田朋基・鶴賢行・河野信弘・北村潔和：(1986) 硬式野球ボール，ハンドボール及びバスケットボール投げにおける動作の特徴，第8回バイオメカニクス学会大会論集，杏林書院. 118-122
- 5) 石田和之：(2003) どうしたらじょうずに投げられるようになるか—投動作の発達，日本体育学会第54回大会関連報告バイオメカニクスシンポジウム. 368-372
- 6) 石井喜八：(1986) 動きのコツを探る，第8回バイオメカニクス学会大会論集，杏林書院. 192-195
- 7) 金善應・松浦義行：(1988) 幼児及び児童における基礎運動技能の量的変化と質的变化に関する研究—走，跳，投運動を中心に—，体育学研究 33(1). 27-38
- 8) 金子公宥・淵本隆文・森本剛史・趙秋蓉：(1993) 遠投力に及ぼす体捻転力と動作学的要因の影響について，体育科学 21. 81-87
- 9) 松尾知之：(2003) 「じょうずに投げる」ためのバイオメカニクス・モデルの検討，日本体育学会第54回大会関連報告バイオメカニクスシンポジウム. 355-359
- 10) 三浦望慶・橋本勲：(1980) 投げにおける方向と初速度と重量と，体育の科学 30(10). 473-477
- 11) 宮丸凱史：(1980) 投げの動作の発達，体育の科学 30(7). 464-471
- 12) 宮丸凱史・平木場浩二：(1982) 幼児のボールハンドリング技能における協応性の発達(3)—投動作様式の発達とトレーニング効果—，体育科学 10. 111-124
- 13) 宮下充正ら：(1977) 投能力の向上に関する研

- 究 (第2報), 昭和52年度日本体育協会スポーツ科学研究報告 NO.IV, 財団法人日本体育協会スポーツ科学委員会
- 14) 尾縣貢・関岡康雄:(1994) 遠投における投射角度の変化が投射初速度, 投射高及び投動作に及ぼす影響, スポーツ教育学研究 Vol.14. 49-59
- 15) 尾縣貢・市村操一:(1995) パス解析を用いたオーバーハンドスロー動作の検討:成人女性を対象として, 体育学研究 40. 170-180
- 16) 尾縣貢・関岡康雄:(1996) 遠投における投射角度及び投距離の散布度に関する研究, 体育の科学 46. 665-670
- 17) 尾縣貢・高橋健夫・高本恵美・細越淳二・関岡康雄:(2001) オーバーハンドスロー能力改善のための学習プログラムの作成:小学校2・3年生を対象として, 体育学研究 46. 281-294
- 18) 奥野暢通・後藤幸弘・辻野昭:(1988) 小・中学生のオーバーハンドスローの練習効果について, 第9回日本バイオメカニクス学会大会論集, 杏林書院. 119-125
- 19) 桜井伸二・宮下充正:(1982) 子どもにみられるオーバーハンド投げの発達, J.J. sports Sci. 1. 152-156
- 20) 桜井伸二:(1992) 投げる科学 初版, 大修館書店:東京
- 21) 佐藤健司:(2008) 投動作における発育発達研究, 陸上競技研究 73 (2). 30-33
- 22) 関根克浩・豊川琢・阿江通良・藤井範久・島田一志:(1999) 小学生男子における投動作の発達に関するキネマティクスの研究, バイオメカニクス研究 3, 杏林書院. 2-11
- 23) 小学校体育指導書:(1960) 初版 文部省, 122-134
- 24) 新体力テスト実施要項:(2009)文部科学省
HP,http://www.mext.jp/a_menu/sports/stamina/05030101/001.pdf
- 25) 体力・運動能力の年次推移:(2009) 平成20年度体力・運動能力調査報告書, 文部科学省 19-38
- 26) 高橋佳三:(2006) 投動作における脚のはたらき, 体育の科学 56 (3). 174-180
- 27) 高本恵美・尾縣貢:(2004) 児童の投運動学習効果に影響を及ぼす要因, 体育学研究 49. 321-333
- 28) 豊島進太郎・星川保・松井秀治:(1986) 女子の投運動から「よい投動作」の基準を探る, 第7回日本バイオメカニクス学会大会論集, 杏林書院. 102-108
- 29) 豊島進太郎:(1980) ボール投げと体幹のひねり, 体育の科学 30. 478-482
- 30) 角田俊幸:(1977) 投能力の発達, 昭和51年度日本体育協会スポーツ科学研究報告 NO. I 投能力の向上に関する研究, 財団法人日本体育協会スポーツ科学委員会
- 31) 渡辺哲司・正木浩之・千葉生子・平野裕一:(1998) 年齢にともなう投能力発達に関する横断的研究, 体育の科学 48. 845-848
- 32) Winter, David A:(1979) Biomechanics and motor control of human movement Second Edition. John Wiley & Sons: New York, 37-43

(2010年10月20日受付)

(2010年12月15日受理)