

# 小学生におけるヴォータックス投げと体力の関係について

鳥取大学 地域学部 地域教育学科 関 耕二

鳥取大学附属小学校 夏目 貴史

育英短期大学 現代コミュニケーション学科 柳川 美磨

大阪産業大学 人間環境学部 スポーツ健康学科 村上 雅俊

## Relationship between Vortex throw and physical fitness in elementary school student

Koji SEKI (Faculty of Regional Sciences, Tottori University)

Takashi NATSUME (Tottori University Attached Elementary School)

Yoshimaro YANAGAWA (Ikuei Junior College)

Masatoshi MURAKAMI (Faculty of Human Environment, Osaka Sangyo University)

キーワード:ヴォータックス投げ, 体力, 小学生

Key Words: Vortex throw, physical fitness, elementary school student

### I. 緒言

近年, 子どもの体力低下が社会問題となっている。文部科学省が昭和39年から行っている「体力・運動能力調査報告書」では, 子どもの体力・運動能力は昭和60年頃から現在にわたり低下傾向が続いている<sup>1)</sup>。また, その中でも, 小学生の基礎的運動能力を示すソフトボール投げは新体力テストでは投能力や巧緻性を評価する項目であるが, 昭和60年度と平成25年度の小学生男女の全国平均値では, 昭和60年度の男子が29.94m, 女子が17.60mに対して, 平成25年度の男子は23.19m, 女子は13.94mと低値を示している。小学生の投能力について尾懸らは, 小学生を対象とした体育授業において, 準備動作に着目した授業実践の結果, 遠投距離の向上を明らかにして, バランスのとれた運動能力の発達という点からすると運動神経の発達が著しい小学生の時期に, 投能力・投動作を改善するべきだと指摘している<sup>2)</sup>。また, 現行の学習指導要領においては, ゲーム, ボール運動及び球技領域においてボールを使った運動遊びやスポーツに投動作は表れることもあるが, 「投げる運動」としては体づくり運動以外で陸上運動・陸上競技領域の高等学校段階で初めて導入されることになっている。このように, 体力低下のなかでも特に投能力は課題があり, 学校教育活動においても, 「投げる運動」の学習や経験は少ないことが考えられる。

一方, 投げると音が鳴ることで子どもが興味を持ちやすいと思われるヴォータックスフットボール (NISHI, 写真)が開発され, 体育授業などで活用されてきている。

ヴォータックスフットボールは, 硬いスポンジでできた楕円形ボールに尾ひれの付いた形状をしており, うまく投げると「ヒュー」という音がでる構造になっている。また, 直径9cm, 長さ35cm, 重さ135gと小学生にも投げやすく軽い設計になっているため, 繰り返し投げても肘や肩に負担が少ないとされている。さらに, 発生音により投げることで自分が楽しく, これによる子どもたちの学習意欲の増加や, 通常のボールと違い投げても転がりにくい形状をしているため飛距離がわかりやすく, ボールを取りに行く時間も少なくなり課題に従事する機会の保障などが期待されている。池田らや赤羽根らは, ロケットボール (ヴォータックスフットボール様) を用いた体育授業実践を試みた結果, 小学生の投能力の向上や投運動に対して肯定的な態度への変容を報告し, さらに, 小学校の段階からの「投げる能力」の単元学習としての導入の必要性と可能性も指摘している<sup>3,4)</sup>。このように, 体育授業においてヴォータックスは教具として用いられてきており, 投能力の向上を促す授業実践が行われるようになってきている。

さらに, 日本陸上競技連盟はやり投げの普及を目的に, 小学生にやり投げの基本となる技術を安全かつ容易に身につけられるようにするためジャベリックボール投げを推奨しており, 小学生の陸上競技大会においてはソフトボール投げに変わりジャベリックボール投げが実施されるようになってきた。このジャベリックボール投げにおいては, ヴォータックスフットボールを改良したジャベボール (NISHI: 写真) が採用されている。ヴォータックスフットボールとジャベボールは, 尾ひれの部分の



写真

上：ヴォータックスフットボール

全長約31.5cm, 直径約8.5cm, 重さ約130g

下：ジャベボール

全長約32.0cm, 直径約8.7cm, 重さ約140g

素材や形状が少し異なるが大きさ等はほぼ同じである(写真)。しかし、ヴォータックス投げに関しては、発達段階における記録の変容や体力との関連やについて不明な点が多い。

そこで、本研究では小学生におけるヴォータックス投げの発達や体力との関係について検討を行うことを目的とした。

## II. 研究方法

### 1. 対象と測定方法

対象は、鳥取大学附属小学校（以下、附属小と示す）に在籍する1～6年生414名(男子199名、女子215名)であり、対象児童の身体的特性を表1に示した。尚、本研究は鳥取大学地域学部研究倫理審査委員会の承認の得て、以下の測定を平成27年5月に実施した。

体力の評価にはスポーツ庁の新体力テストを用いた。テスト項目は握力、上体起こし、長座体前屈、反復横跳び、20mシャトルラン、50m走、立ち幅跳び、ソフトボール投げの8種類とした。体力テストの結果は、新体力テスト実施要項に基づき総合得点を算出した。

ヴォータックス投げの測定には、ヴォータックスフットボール(NISHI, N175520)を用いた。被験者は、手で包み込むようにしてヴォータックスフットボールを水平に持ち、ソフトボール投げの測定と同様に2回実施し、記録のよい方を採用した。尚、すべての被験者はヴォータックスフットボールを本研究で初めて使用した。

### 2. 統計方法

新体力テストの結果とヴォータックス投げの結果は測定項目ごとに学年別、男女別に集計した。附属小における新体力テストの結果と平成26年度全国平均値(以下、全国値と示す)との比較、附属小におけるヴォータックス投げの男女差、学年差の比較にはt検定を用いた。また、ヴォータックス投げと身体特性、新体力テストの分析にはPearsonの相関係数を用いて検討を行った。さらに、身体特性と新体力テストの測定項目からヴォータックス投げを説明する変数を導く重回帰分析ではステップワイズ法を用いた。

尚、統計ソフトはIBM SPSS Statistics 23を使用し、いずれも5%未満をもって有意とした。

## III. 結果と考察

### 1. 附属小の体力について

本研究の対象児童である附属小において、新体力テストの総合得点を文部科学省が行っている体力・運動能力調査(2014)における全国値と比較した(図1)。その結果、男子の総合得点では、全ての学年で全国値と比較して明らかな違いは認められなかった(図1-a)。また、男子における新体力テストの各測定項目の結果については、上体起こしの2年生( $p<0.01$ )と3年生( $p<0.05$ )及び6年生( $p<0.01$ )、長座体前屈の1年生( $p<0.01$ )、20mシャトルランの2年生から4年生及び6年生(すべて $p<0.01$ )、立ち幅跳びの1年生( $p<0.05$ )及び3年生から6年生( $p<0.01$ )において、それぞれ全国値と比較して有意に高値を示し、50m走では4年生と6年生(それぞれ $p<0.01$ )において有意に低値を示した。しかし、握力の3年生( $p<0.01$ )と4年生( $p<0.05$ )、長座体前屈の4年生と5年生(それぞれ $p<0.05$ )、反復横跳びの5年生( $p<0.01$ )と6年生( $p<0.05$ )、ソフトボール投げの2年生( $p<0.05$ )と5年生( $p<0.01$ )において全国値と比較して有意

表1 附属小の児童の身体特性

男子					
	n	身長(cm)	体重(kg)	座高(cm)	BMI
1年生	36	118.90 ± 4.50	22.51 ± 2.68	66.66 ± 2.47	15.89 ± 1.31
2年生	28	121.14 ± 5.76	23.43 ± 4.05	67.34 ± 3.06	15.89 ± 2.01
3年生	34	127.19 ± 3.94	26.22 ± 3.72	69.88 ± 2.38	16.16 ± 1.69
4年生	34	133.21 ± 6.32	29.44 ± 4.74	72.38 ± 2.93	16.51 ± 1.80
5年生	35	141.06 ± 6.67	33.43 ± 6.09	75.85 ± 3.82	16.68 ± 1.90
6年生	32	147.10 ± 7.47	40.24 ± 8.35	79.37 ± 4.37	18.49 ± 2.95
					mean ± SD
女子					
	n	身長(cm)	体重(kg)	座高(cm)	BMI
1年生	32	116.98 ± 6.22	21.89 ± 4.53	65.48 ± 3.41	15.86 ± 2.11
2年生	38	123.17 ± 4.98	23.91 ± 4.01	67.93 ± 2.99	15.70 ± 1.94
3年生	35	128.77 ± 5.89	26.75 ± 4.77	71.11 ± 3.32	16.03 ± 1.88
4年生	28	133.84 ± 4.79	30.04 ± 4.11	73.50 ± 2.45	16.73 ± 1.78
5年生	38	140.04 ± 6.03	32.81 ± 5.58	76.37 ± 3.61	16.66 ± 2.11
6年生	44	146.77 ± 5.70	39.61 ± 7.49	79.78 ± 3.26	18.35 ± 3.33
					mean ± SD

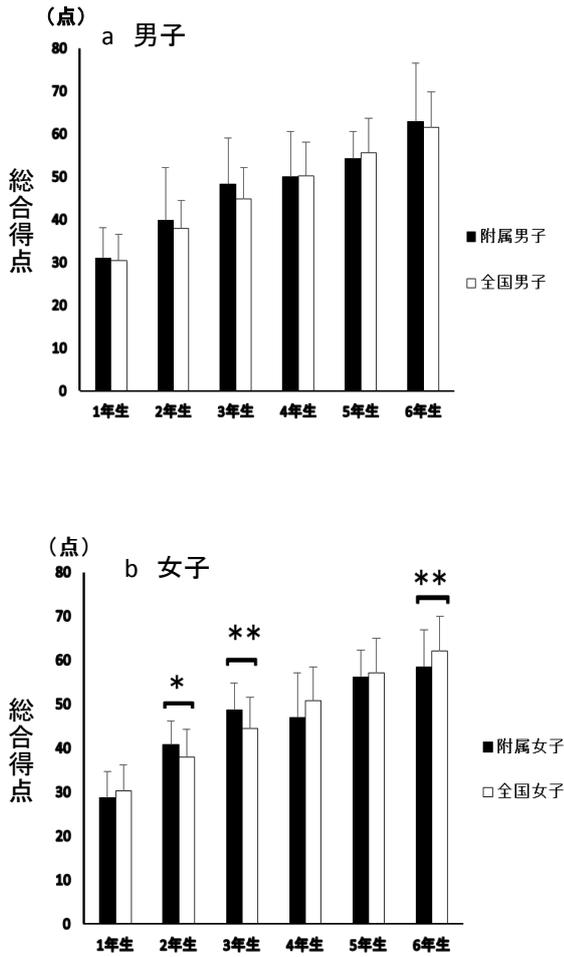


図1 総合得点における全国平均と附属小の比較  
 附属小 vs 全国平均 (\*: p<0.05, \*\*: p<0.01)

に低値を示した。このように、附属小の男子は、全般的には全国平均と明らかな違いはみられないものの、全身持久力や筋パワーが高い傾向であった。また、高学年では全国値と比較して低値を示す体力要素が多い傾向であった。

一方、女子の総合得点は、全国値と比較して2年生(p<0.05)と3年生(p<0.01)において有意に高値を示したが、6年生(p<0.01)は有意に低値を示した(図1-b)。また、女子における新体力テストの各測定項目の結果については、上体起こしの3年生(p<0.01)、長座体前屈の2年生(p<0.01)と3年生(p<0.05)、反復横跳びの2年生(p<0.01)、20mシャトルランの2年生と3年生及び5年生(すべてp<0.01)、立ち幅飛びの1年生(p<0.01)、2年生(p<0.05)及び3年生(p<0.01)において全国値と比較して有意に高値を示した。しかし、握力の6年生(p<0.01)、上体起こしの4年生(p<0.01)、長座体前屈の6年生(p<0.05)、反復横跳びの5年生と6年生(それぞれ p<0.01)、ソフトボール投げの2年生(p<0.05)及び4年生から6年

生(それぞれ p<0.01)において全国値と比較して有意に低値を示した。このように、附属小の女子は、低学年では全般的に全国平均より高体力であり男子と同様に全身持久力や筋パワーが高い傾向であったが、高学年では低体力で特に投能力や巧緻性が低い傾向であった。

2. 小学生のヴォータックス投げの記録について

ヴォータックス投げの記録を学年別、男女別に示した(表2)。また、ヴォータックス投げについて男女差を検討した結果、全ての学年において男子と比較して女子は有意に低値を示した(それぞれ p<0.01)。これらの結果より、小学生のヴォータックス投げには性差が認められることが明らかとなった。

さらに、児童期におけるヴォータックス投げの発達について検討を行うため、男女それぞれ学年別に分類し、1年間ごとの平均増加量を算出した。その結果、男子の各学年間での平均増加量は、1年生~2年生は0.96m、2年生~3年生は5.04m、3年生~4年生は2.92m、4年生~5年生は-0.02m、5年生~6年生は7.96mであり、5年生~6年生間の増加量が最も大きかった。一方、女子の各学年間での発達量は、1年生~2年生は0.95m、2年生~3年生は2.35m、3年生~4年生は0.77m、4年生~5年生は2.32m、5年生~6年生は-0.32mであり、2年生~3年生間の増加量が最も大きかった。以上の結果から、児童期のヴォータックス投げには性別によって発達の様相が異なる可能性が考えられる。しかし、今回対象とした男子の5年生は、体力テストの総合得点において全国値を下回る傾向を示していたことから、男子の4年生~5年生、5年生~6年生のヴォータックス投げの増加量は

表2 ヴォータックス投げの記録の推移

	n	ヴォータックス投げ (m)
1年生	男子	36 7.67 ± 2.85
	女子	32 4.50 ± 1.72
2年生	男子	27 8.63 ± 3.21
	女子	38 5.45 ± 1.54
3年生	男子	33 13.67 ± 4.90
	女子	35 7.80 ± 2.21
4年生	男子	34 16.59 ± 7.25
	女子	28 8.57 ± 2.92
5年生	男子	35 16.57 ± 4.91
	女子	38 10.89 ± 3.59
6年生	男子	32 24.53 ± 7.38
	女子	44 10.57 ± 4.25
男子 vs 女子 (**: p<0.01)		mean ± SD

5年生の体力の特徴が影響している可能性が推察される。同様に、女子4年生～6年生においても体力テストの総合得点において全国値を下回る傾向を示していることから、女子の4年生～5年生、5年生～6年生のヴォータックス投げの増加量は4年生～6年生の体力の特徴が影響している可能性が推察される。したがって、これらの結果からは、小学校高学年の男女におけるヴォータックス投げの発達については、増加する傾向ではあるが停滞する可能性も考えられ、以後の検討で詳細に検討することとした。

3. ヴォータックス投げと各測定項目との関係について

1年生から6年生の全体におけるヴォータックス投げと身体特性との相関について検討を行った。その結果、男女ともにヴォータックス投げと身長、体重、座高及びBMIのそれぞれとの間に有意な正の相関が認められた(表3, それぞれ $p<0.01$ )。これらのことから、男女ともにヴォータックス投げは体格の影響を受けることが明らかとなった。

表3 ヴォータックス投げと身体的特性との相関

	ヴォータックス投げ	
	男子	女子
身長	$r=0.727^{**}$	$r=0.627^{**}$
体重	$r=0.664^{**}$	$r=0.508^{**}$
座高	$r=0.702^{**}$	$r=0.620^{**}$
BMI	$r=0.359^{**}$	$r=0.206^{**}$

\*\* :  $p<0.01$

表4 身体特性からヴォータックス投げを予測する重回帰分析の結果

a 男子

変数	B	SEB	$\beta$	r
ステップ1				
身長	0.478	0.032	0.727**	0.727
SEE	5.323			
R <sup>2</sup>	0.528			

b 女子

変数	B	SEB	$\beta$	r
ステップ1				
身長	0.203	0.017	0.627**	0.627
SEE	2.966			
R <sup>2</sup>	0.393			

B : 標準化係数, SEB : 回帰係数の標準誤差,  $\beta$  : 標準編回帰係数, R : 相関係数, SEE : 推定値の標準誤差, R<sup>2</sup> : 決定係数, \*\* :  $p<0.01$

かとなった。また、男女ともに身長の相関係数が最も高かった。さらに、男女別にヴォータックス投げを従属変数とし、身長、体重、座高及びBMIからヴォータックス投げを予測する重回帰分析を行った。その結果、男子、女子共に1年生から6年生の全体でみると身長のみが説明変数として選択された(表4, 男子 :  $F=218.228$ ,  $p<0.000$ , 女子 :  $F=137.920$ ,  $p<0.000$ )。その寄与率は男子で約53% ( $R=0.727$ ), 女子で約39% ( $R=0.626$ )であった。以上のことより、身体の発達に伴いヴォータックス投げの記録は向上し、特に身長の影響を受ける可能性が示唆された。

次に、1年生から6年生の全体におけるヴォータックス投げと新体力テストにおける測定項目及び総合得点との相関について検討を行った。その結果、男女ともにヴォータックス投げと新体力テストの全ての測定項目との間に有意な相関が認められた(表5, それぞれ $p<0.01$ )。また、男女ともにソフトボール投げの相関係数が最も高かった。さらに、1年生から6年生の全体において男女別にヴォータックス投げを従属変数とし、新体力テストの各測定項目からヴォータックス投げを予測する重回帰分析を行った。その結果、男子全体では、まずソフトボール投げが選択され、次いで20mシャトルランが説明変数として選択された(表6-a,  $F=552.300$ ,  $p<0.000$ )。その寄与率はソフトボール投げと20mシャトルランで約86% ( $R=0.927$ )であった。また、女子全体ではまずソフトボール投げが選択され、次いで反復横跳び、立ち幅跳びが説明変数として選択された(表6-b,  $F=210.142$ ,  $p<0.000$ )。その寄与率はソフトボール投げと反復横跳びと立ち幅跳びで約76% ( $R=0.869$ )であった。これらのことから、ヴォータックス投げは体力と関連があり、特に投能力や巧緻性を評価しているソフトボール投げの記録

表5 ヴォータックス投げと新体力テストとの相関

	ヴォータックス投げ	
	男子	女子
握力	$r=0.762^{**}$	$r=0.613^{**}$
上体起こし	$r=0.548^{**}$	$r=0.443^{**}$
長座体前屈	$r=0.364^{**}$	$r=0.359^{**}$
反復横跳び	$r=0.661^{**}$	$r=0.594^{**}$
20mシャトルラン	$r=0.707^{**}$	$r=0.646^{**}$
50m走	$r=-0.674^{**}$	$r=-0.648^{**}$
立ち幅跳び	$r=0.647^{**}$	$r=0.622^{**}$
ソフトボール投げ	$r=0.927^{**}$	$r=0.854^{**}$
総合得点	$r=0.758^{**}$	$r=0.725^{**}$

\*\* :  $p<0.01$

表6 新体カテストからヴォータックス投げを予測する重回帰分析の結果

a 男子

変数	B	SEB	$\beta$	r
ステップ1				
ソフトボール投げ	0.861	0.026	0.924**	0.924
SEE	2.967			
R <sup>2</sup>	0.854			
ステップ2				
ソフトボール投げ	0.791	0.036	0.850**	0.924
20mシャトルラン	0.037	0.013	0.108**	0.693
SEE	2.912			
R <sup>2</sup>	0.860			
$\Delta$ R <sup>2</sup>	0.006			

b 女子

変数	B	SEB	$\beta$	r
ステップ1				
ソフトボール投げ	0.799	0.034	0.852**	0.852
SEE	2.000			
R <sup>2</sup>	0.726			
ステップ2				
ソフトボール投げ	0.712	0.039	0.759**	0.852
反復横跳び	0.103	0.025	0.171**	0.582
SEE	1.929			
R <sup>2</sup>	0.746			
$\Delta$ R <sup>2</sup>	0.020			
ステップ3				
ソフトボール投げ	0.666	0.042	0.710**	0.852
反復横跳び	0.073	0.027	0.122**	0.585
立ち幅跳び	0.019	0.007	0.126**	0.621
SEE	1.900			
R <sup>2</sup>	0.755			
$\Delta$ R <sup>2</sup>	0.006			

B: 標準化係数, SEB: 回帰係数の標準誤差,  $\beta$ : 標準偏回帰係数, R: 相関係数, SEE: 推定値の標準誤差, R<sup>2</sup>: 決定係数, \*\*: p<0.01

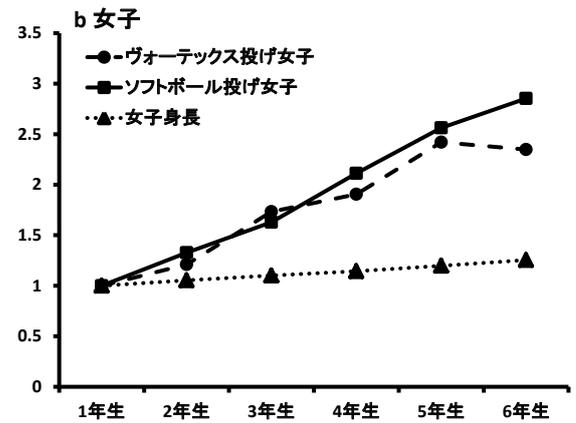
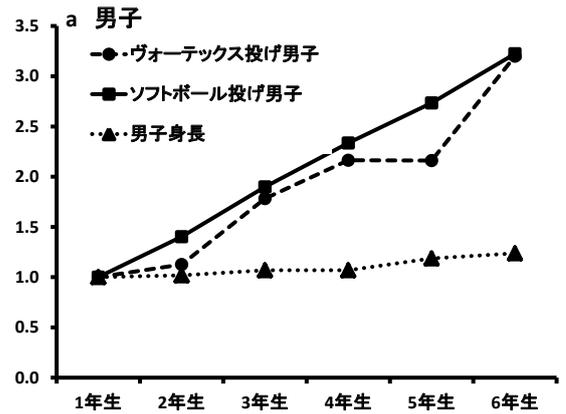


図2 ヴォータックス投げとソフトボール投げ及び身長における発達の推移

の優劣に影響を受ける可能性が示唆された。

4. ヴォータックス投げとソフトボール投げとの関係について

ヴォータックス投げと同様に、ソフトボール投げにおいても男女差について検討を行った。その結果、ソフトボール投げはヴォータックス投げと同様に全ての学年において男子と比較して女子は有意に低値を示した（それぞれp<0.01）。さらに、ソフトボール投げの発達について検討を行うため、ソフトボール投げの結果を男女それぞれ学年別に分類し、1年間ごとの平均増加量を算出した。その結果、男子の各学年間での平均増加量は、1年生～2年生は3.48m、2年生～3年生は4.30m、3年生～4年生は3.78m、4年生～5年生は3.44m、5年生～6年生は4.24mであった。一方、女子の各学年間での発達量は、1年生～2年生は1.88m(女子)、2年生～3年生は1.73m、3年生～4年生は2.77m、4年生～5年生は2.59m、5年生～6年生は1.67mであった。このように、ソフトボール

投げにおいては男女共に3年生～4年生間の増加量が最も大きかった。したがって、本研究の対象となった児童においては、ソフトボール投げはヴォータックス投げとは異なり、学年間での増加量の増え方も正の値で1年生～6年生まで増え続ける傾向であった。さらに、1年生～6年生の増加量は、ソフトボール投げにおいて男子は19.34mで女子は10.64mであり、ヴォータックス投げにおいて男子は16.86mで女子は6.07m(女子)であり、ソフトボール投げの方が記録の増加量もやや高い傾向であった。

これまでの結果から、ヴォータックス投げは身長とソフトボール投げに影響を受ける可能性が考えられたので、1年時をそれぞれ1として3つの関係を学年ごとに示した(図2)。その結果、男女ともに身長が増加するにしたがってヴォータックス投げとソフトボール投げも増加していることが観察された。しかし、男子は5年生、女子は6年生においてヴォータックス投げとソフトボール投げとの間に大きな差が観察された。このように、

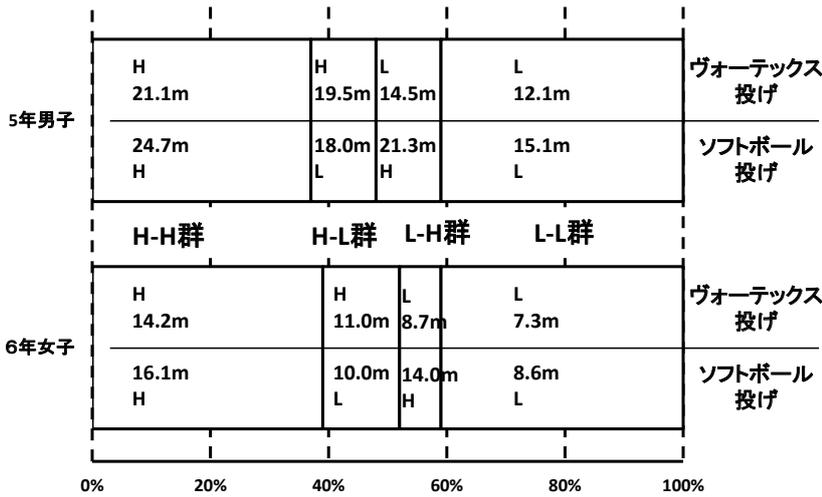


図3 ヴォータックス投げとソフトボール投げの記録による群分け

HH群：ヴォータックス投げが高値でソフトボール投げも高値  
 HL群：ヴォータックス投げが高値でソフトボール投げは低値  
 LH群：ヴォータックス投げが低値でソフトボール投げは高値  
 LL群：ヴォータックス投げが低値でソフトボール投げも低値

表7 ヴォータックス投げとソフトボール投げの特徴の検討

a 5年生男子

	H-H群	H-L群	L-H群	L-L群
H-H群			長座体前屈 * H-H>L-H	握力 * 上体起こし ** 反復横跳び * 20mシャトルラン ** 50m走 *
H-L群				長座体前屈 * 50m走 ** 立ち幅跳び *
L-H群				握力 * 長座体前屈 * 50m走 ** 立ち幅跳び *
L-L群				H-H>L-L H-H>L-L H-H>L-L H-H>L-L H-H<L-L H-L>L-L H-L<L-L H-L>L-L L-H>L-L L-H>L-L L-H<L-L L-H>L-L

b 6年生女子

	H-H群	H-L群	L-H群	L-L群
H-H群		50m走 * H-H>H-L		握力 ** 上体起こし ** 反復横跳び ** 50m走 * 立ち幅跳び **
H-L群				上体起こし ** 反復横跳び *
L-H群				握力 * 50m走 **
L-L群				L-H>L-L L-H>L-L L-H>L-L L-H>L-L L-H<L-L L-H>L-L L-H<L-L

\*:p<0.05 \*\* :p<0.01

HH群：ヴォータックス投げが高値でソフトボール投げも高値  
 HL群：ヴォータックス投げが高値でソフトボール投げは低値  
 LH群：ヴォータックス投げが低値でソフトボール投げは高値  
 LL群：ヴォータックス投げが低値でソフトボール投げも低値

ヴォータックス投げとソフトボール投げの発達は、高学年において様相が異なった。

そこで、特に発達の様相に違いが観察された5年生男子と6年生女子においてヴォータックス投げとソフトボール投げの違いを検討するために、それぞれの値の高値から4つの群に分類した(図3)。

HH群(男子13名, 女子17名)はヴォータックス投げとソフトボール投げの両方が高値であった群であり, HL群(男子4名, 女子6名)はヴォータックス投げの値が高値であったがソフトボール投げは低値であった群, LH群(男子4名, 女子3名)はヴォータックス投げでは低値であったがソフトボール投げは高値であった群,

L-L群(男子14名, 女子18名)はヴォータックス投げとソフトボール投げの両方が低値であった群である。これら4つの群について新体力テストの結果をMann-Whitney 検定の U 検定を用いて分析した。

まず、5年生男子について4群の分析結果を表7-aに示した。HH群とL-L群を比較した結果、握力、上体起こし、反復横跳び及び20mシャトルランにおいてHH群はL-L群よりも有意に高値を示し、50m走は有意に低値を示したことから、ヴォータックス投げ及びソフトボール投げが好記録の男子児童は、筋力、筋持久力、敏捷性、全身持久力が高い傾向がうかがえた。また、L-H群とL-L群を比較した結果、握力、長座体前屈及び立ち幅跳びにおいてL-H群はL-L群よりも有意に高値を示し、50m走は有意に低値を示したことから、ソフトボール投げが好記録の男子児童は、筋力、柔軟性、スピード、筋パワーが高い傾向がうかがえた。一方、H-H群とL-H群を比較した結果、長座体前屈においてH-H群はL-H群よりも有意に高値を示した。さらに、H-L群とL-L群を比較した結果、長座体前屈及び立ち幅跳びにおいてH-L群は

L-L群よりも有意に高値を示し、50m走は有意に低値を示したことから、ヴォータックス投げが好記録の男子児童は、柔軟性、スピード、筋パワーが高い傾向がうかがえた。このように、ソフトボール投げとヴォータックス投げで好記録の男子児童に共通した体力要素は、柔軟性、スピード及筋パワーであり、これらが投能力に関係するものと考えられた。さらに、H-L群とL-L群の比較では確認されなかったが、L-H群とL-L群の比較において握力が有意に高値を示したことから、ソフトボール投げが得意な男子児童の特徴は筋力が高い可能性が考えられた。

次に、6年生女子について4群の分析結果を表7-bに示した。H-H群とL-L群を比較した結果、握力、上体起こし、反復横跳び及び立ち幅跳びにおいてH-H群はL-L群よりも有意に高値を示し、50m走は有意に低値を示したことから、ヴォータックス投げ及びソフトボール投げが好記録の女子は、筋力、筋持久力、敏捷性及びスピードが高い傾向がうかがえた。また、L-H群とL-L群を比較した結果、握力においてL-H群はL-L群よりも有意に高値を示し、50m走は有意に低値を示したことから、ソフトボール投げ好記録の女子は、筋力やスピードが高い傾向がうかがえる。同様に、H-H群とH-L群を比較した結果、H-H群はH-L群よりも50m走で有意に低値を示したことから、ソフトボール投げが得意な女子児童の特徴には、スピードが高い傾向がうかがえる。一方、H-L群とL-L群を比較した結果、上体起こし及び反復横跳びにおいてH-L群はL-L群よりも有意に高値を示したことから、ヴォータックス投げが好記録の女子は、筋持久力や敏捷性が高い傾向がうかがえる。このように、ヴォータックス投げが高値の女子児童の持つ特徴はソフトボール投げとは異なり筋持久力や敏捷性が高い傾向であったことから、ヴォータックス投げにはソフトボール投げに必要な体力要素以外に筋力を持続する能力するやすばやく動作を繰り返す能力が必要となる可能性が考えられる。

小学生におけるソフトボール投げの動作の特徴について加藤らは、男子では2年生から4年生にかけて、主動作開始時の体幹が大きく後傾し、投げ腕側に側屈しようになることや、加齢にともなって体幹の起こし速度が速くなり、リリース時の体幹が垂直に近づくことを示しているが、女子では2年生から4年生にかけては、上肢の動作が改善されていないと指摘している<sup>5)</sup>。また、小林らは、小学生のソフトボール投げにおいて、投能力の高い4年生以上の男子では、踏み出し局面の右膝関節の屈曲及び接地後の右股関節の伸展が大きく、さらに6年生では体幹の回転と前後傾が大きくリリース直前の肘

関節の伸展が大きいことが、投能力の高い4年生以上の女子では、投げ出し局面における右股関節の外転及び右膝関節の伸展や体幹の側屈も大きくなり、6年生では踏み出し脚接地時の肩の水平外転とリリース直前の肩の外内旋が大きかったと報告している<sup>6)</sup>。これらのことは、小学生におけるソフトボール投げにおいては、高学年の男子は全身を巧みに活用した動作ができ、女子では特に上体や上肢の活用した動作ができる児童の遠投距離が長いと考えられる。本研究においては、ヴォータックス投げの記録は新体力テストの測定項目のなかでソフトボール投げが特に関連しており、ソフトボール投げの動作がヴォータックス投げの動作に影響を与えている可能性が考えられる。また、本研究のヴォータックス投げの記録は身体特性のなかで特に身長に関連しており、小学校高学年という第二発育急進期を考慮すると身体発達の個人差がより影響しやすいことが予想される。さらに、身長の長短は上肢の長短にも影響すると考えられるので、ソフトボール投げと同様に上肢の使い方に何らかの影響があるかあるかもしれない。

一方、中学生の陸上競技大会のジャベリックスローで使用されるターボジャブ（長さ：0.7m、重さ：300g、ポリエチレン製）については、ヴォータックスやジャベボールと同様にやり投げに繋がるとされているが、やりとは異なり3枚の羽根状のフィンがあることから、長軸の回転への影響がやりとは異なることが予想され、その飛行特性は異なることが指摘されている<sup>7)</sup>。また、やり投げにおいて投距離はリリース時のやりの初速度に比例する<sup>8)</sup>が、丹末らの報告<sup>9)</sup>によるとターボジャブにおいても同様であることが示されている。さらに、ターボジャブの初速度を高めるためには、ハンドボールのような球体でのトレーニングは有効であったが、さらに投距離を伸ばすためにはターボジャブと同様の長軸と投射方向を一致させなければ飛距離は期待できないタッチフットボールのような「長さ」のある物体を用いたトレーニングにおいて、投げ動作を繰り返すうちにターボジャブの「長さ」を意識することができるようになり、迎え角や姿勢角の改善に繋がる可能性があることを報告している<sup>9)</sup>。このように、投擲競技は投擲物の飛行距離の長短で評価されることが多く、飛行距離の延長に貢献する投擲物の初速度を高めるためには、投擲物の形状に適した投動作が重要であると考えられる。また、本研究のヴォータックス投げは、ヴォータックスの「長さ」や握り方の影響から、ソフトボール投げよりもジャベリックスローに似た上肢の活用であることが推察されるため、球体の投動作とは異なる動作の習熟が必要であろう。したがって、本研究のヴォータックス投げにおいては、

ソフトボール投げにおいて高い初速度が発揮できる身体的な特性や投動作の特徴に加えて、より投擲物に合致した投動作を獲得していた児童が好記録であった可能性があり、筋力やスピードなど強く影響を受けた「力任せ」の投擲ではなく、投動作の習熟の差をソフトボール投げよりも評価していたかもしれない。

以上のことより、本研究の男子の小学5年生及び女子の小学6年生において、ソフトボール投げとは異なるヴォータックス投げの記録の発達様相は、第二発育急進期の身体発達の個人差や投動作の技能レベルの違いが、ソフトボール投げよりもヴォータックス投げの方がより記録に影響する可能性が考えられる。

#### IV. 結語

本研究では小学生におけるヴォータックス投げの発達と体力との関係について検討を行うことを目的とした。その結果、以下のことが明らかとなった。

1. 小学生のヴォータックス投げの記録には男女差が存在した。また、身体の発達に伴いヴォータックス投げの記録は向上し、特に身長の影響を受けた。
2. ヴォータックス投げは体力と関連があり、特に巧緻性や瞬発力を評価して力強さやタイミングの良さが必要なソフトボール投げの優劣に影響を受けた。
3. 男子は5年生、女子は6年生において、ヴォータックス投げとソフトボール投げの発達様相が異なっていた。

以上のことから、児童のヴォータックス投げは、ソフトボール投げと同様に投能力を評価する新たな指標となる可能性がある。しかし、小学校高学年においてヴォータックス投げはソフトボール投げとは異なる発達様相を示し、関連する体力要素も異なったことから、「投げる技術」の習得がより影響するものと推察される。今後は動作の詳細な解析や、体力要素とヴォータックス投げの関係について中学生以降や成人を対象とした検討を行うことが課題である。

#### 謝辞

本研究の実施に際しては、鳥取大学地域学部附属子ど

もの発達・学習研究センターより研究助成を受けました。また、鳥取大学附属小学校の教職員及び児童の皆様にご協力をいただきました。さらに、鳥取大学地域学部卒業生の村上友里花氏に調査補助やデータ分析のご協力をいただきました。記して感謝申し上げます。

#### 引用・参考文献

1. スポーツ庁, 平成26年度体力・運動能力調査報告書, 55-59, 2015
2. 尾縣貢・高橋健夫・高木恵美・細木淳二・関岡康雄, 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作成: 小学校2・3年生を対象として, 体育学研究, 46, 281-294, 2001
3. 池田延行・田原淳子, 小学生を対象とした「投げる運動」の授業実践に関する研究, 国士舘大学体育研究所報, 31, 73-76, 2012
4. 赤羽根直樹・澤田浩・黒岩奈穂子・萩原朋子・高橋健夫, 投能力向上をめざしたターゲット型教材の開発とその有効性について, スポーツ教育学研究, Vol.28, 25-34, 2008
5. 加藤謙一・館岡雄太・平塚昭仁・林田浩二・阿江通良, 小学生におけるソフトボール投動作の特徴, 陸上競技研究, 104, 14-25, 2016
6. 小林育斗・阿江通良・宮崎明世・藤井範久, 優れた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, 2012
7. 前田正登・丹末由美子, ジャベリックスローにおけるターボジャブの投射初期条件が飛距離に及ぼす影響, スポーツ方法学研究: 21, 139-145, 2008
8. 村上雅俊・伊藤章, やり投げのパフォーマンスと動作の関係, バイオメカニクス研究: 7 (2), 92-100, 2003
9. 丹末由美子・前田正登, 種々のボールを用いる投げトレーニングがジャベリックスローの飛距離に及ぼす影響, 日本陸上競技学会誌: 6, 1-8, 2008

平成28年12月28日受付

平成29年1月30日受理