

原著論文

## 幼児の足裏と運動能力に関する日中比較研究 —土踏まず形成度と足趾圧に着目して—

中島 弘毅・張 勇・陸 大江・大窄 貴史・小林 敏枝

Comparative study on toe pressure of children under school age

NAKAJIMA Koki, ZHANG Yong, LU Da jian, OSAKO Takashi, KOBAYASHI Toshie

### 要 旨

近年、子どもたちの運動能力の低下と共に浮き指の増加等が指摘されている。本研究では国の違いに着目し、日中（長野、上海）の幼児を対象に運動能力と土踏まず形成度及び足趾圧における差異と各要因間の関係性について調査、分析した。結果は、以下の通りである。体格においては、中国の幼児が年長、年中の男女いずれにおいても日本の幼児に比して優れていた。運動能力では、中国の年長男女共に立ち幅跳びが日本の年長幼児に比して優れており、両足連続跳び越しでは、中国の年長男児が日本の年長男児に比して優れており、10m往復走では中国の年長女児が日本の年長女児に比して優れていた。しかし、年中では、日本の男児が中国の男児に比して10m往復走、両足連続跳び越しで優れており、年中女児では、10m往復走において日本の幼児が中国の幼児に比して優れていた。立ち幅跳びでは、中国の幼児が日本の幼児に比して年長男女、年中女児で優れていた。足趾圧においては、特に年長において日本の幼児が中国の幼児に比して男児左右足の第3指及び女児の左足の第3指の足趾圧が高かった。また、年長幼児では、日本男児及び中国女児の右足の第3指及び第4指の足趾圧と立ち幅跳び、また日本男児左足の第3指及び第4指の足趾圧と両足連続跳び越し等の間に相関関係が認められたことより、運動時に足指を使った身体操作が年長幼児から行なわれ始めることが示唆された。

### キーワード

幼児 足趾圧 土踏まず形成度 運動能力 国際比較

### 目 次

- I. はじめに
- II. 方法
- III. 結果
- IV. 考察
- V. まとめ
- 文献

## I. はじめに

近年、わが国の子どもは運動能力の低下<sup>1)</sup>、小中学生における肥満傾向児の出現率の増加<sup>2)</sup>及び生活習慣病の増加など様々な問題を抱えていることが指摘されている<sup>3)</sup>。これらの問題は、都市化による遊びスペースの減少、交通機関の発達による身体活動量の減少、テレビゲーム・ポータブルゲームの普及による遊びの変化、塾・習い事などから来る遊び仲間・時間の減少、交通事故・犯罪等から来る外遊びの減少など、子どもたちを取り巻く環境の変化に大きく起因していると考えられている<sup>4)</sup>。

子どもたちにとって安全に遊べる環境は、身体発育及び運動能力の発達に寄与する非常に重要な要因である。園庭環境が幼児の活動量に大きな影響を与えること<sup>5)</sup>、また、小さな頃の生育環境はその後の活動量の増加及び成長に大きな影響を与えることが示唆されており<sup>6)</sup>、子どもたちを取り巻く環境を改善することは、早急に取り組むべき重要な課題となっている<sup>7),8)</sup>。

また、子どもの運動能力の低下は就学後からではなく、学校就学前の未就学段階から始まっていることも指摘されている<sup>9),10)</sup>。このような体力低下及び身体活動量減少の問題は、子どもの形態への影響についても懸念され<sup>11)</sup>、幼児の土踏まず形成と運動能力に関する研究について、これまで数多くなされてきた<sup>12)-16)</sup>。例えば、原田(1982)は3~6歳の幼児を対象とし、徒歩通園距離との関係、また運動遊びとの関係から土踏まずの形成と運動能力との関係を明らかにしている<sup>12)</sup>。一方、坂下(1989)らは3歳から15歳の小児を対象とした研究から土踏まずの形成から医学的な健康の程度を予測することはできないとしている<sup>15)</sup>。このようなことから白井ら(1996)は土踏まず形成が運動発達と相関関係にあると明言するには無理があるとしている<sup>16)</sup>。

近年、児童の足の浮き指の増加、土踏まず形成の低下が指摘されるとともに<sup>17)</sup>、幼児においても浮き指の増加、足裏から見た身体の機能低下及び退化現象が指摘されている<sup>18)</sup>。更に幼児の足趾圧と運動能力との間に相関がある可能性が示唆されている<sup>19)</sup>。

足裏における国際比較については成人を対象とした比較研究<sup>20)</sup>と幼児等を対象としたチェコとの比較研究<sup>21)</sup>などがあるが、運動能力、活動量と足裏(土踏まず形成度、足趾圧)との関係性を考察した国際比較研究はほとんど見当たらない。そこ

で我々は、環境の違いによる土踏まず形成度と足趾圧の状況に着目して国際比較を行なった。

周囲に田畑が点在する日本の地方に位置する長野県郊外の幼児と大都市である上海の幼児との比較研究をすることは、国による幼児の違いと共に生活環境の違いによる運動能力と土踏まず形成度、足趾圧との関係性の一端を明らかにすることができる。

本研究では、国の違いに着目し、幼児の運動能力と土踏まず形成度及び足趾圧における日本と中国の幼児における差異と各要因間(運動能力と土踏まず形成度、足趾圧)の関係性について明らかにするための基礎的資料を得ることを目的とする。

## II. 方法

### 1. 調査対象

長野県の中信及び北信地域にある2保育園の年中(4歳児クラス)及び年長(5歳児クラス)の園児125名(男児60名、女児65名)、中国上海にある幼稚園の年中(4歳児クラス)及び年長(5歳児クラス)の園児40名(男児22名、女児18名)、合計165名を分析対象とした。内訳は、表1の通りである。

### 2. 調査内容

#### 1) 土踏まず形成度の測定方法

土踏まずの形成度の測定に当たっては、測定圧分布測定器フットルックを用いた。土踏まずの形成度は足の各指の腹部中心点から内足線と外足線の交点に向けた線で測定した。第1指の腹部中心点から内足線と外足線の交点とを結んだ線を1.0とした。第5指の腹部中心点から内足線と外足線の交点とを結んだ線を5.0とした。土踏まずが外足線を越える凹型については、6.0とした。土踏まず形成度の評価は少数点第1位まで求めた。

#### 2) 足趾圧の測定方法

足趾圧の測定に当たっては、測定圧分布測定器フットルックを用いた。足趾圧の評価は各指の圧が表示される色で行った。圧は高いものから白色、赤色、黄色、水色、青色で表示された。青色は足指が接地していないことを示している。最も圧が高い白色を4、赤色を3、黄色を2、水色を1、青色を0とした。3以上はしっかりと足指に圧が加えられていることを示している。1以下はほとんど足指に圧が加わっていないことを示している。

### 3) 運動能力測定方法

運動能力調査は、東京教育大学体育心理学研究室作成の幼児運動能力検査改訂版を参考にするとともに中国国民体格・体質測定方法(幼児)<sup>22)</sup>に従って、テニスボール投げ、両足連続跳び越し、立ち幅跳び、10m往復走の4種目を実施した。

### 3. 調査時期

2014年9月から2014年11月に行った。

### 4. 分析方法

学年別、男女別に左右の土踏まず形成度及び足趾圧と運動能力各種目について、対応のないt検定を用いて日中間で比較した。また、土踏まず形成度及び足趾圧と運動能力各種目との相関関係をPearsonの相関係数より求めた。なお有意水準は5%未満とした。統計処理ソフトはIBM SPSS Statistics20を用いた。

## Ⅲ. 結果

### 1. 日中間の幼児の男女別体格比較

日本(長野)と中国(上海)の幼児の身長と体重を男女別、学年別に比較したところ、中国(上海)の園児の方が日本(長野)の園児に比していずれの学年でも男女共に1%水準で有意に身長が高く、体重も多かった(表1)。

### 2. 日中間の幼児の男女別学年別運動能力比較

日本(長野)と中国(上海)の幼児の運動能力を男女別、学年別に比較した結果は表2、表3に示した通りである。年長男児においては、中国(上海)の園児の方が日本(長野)の園児に比して立ち幅跳び( $p<0.01$ )及び両足連続跳び越し( $p<0.05$ )共に有意に良い値を示していた。年長女児においても中国(上海)の園児の方が日本(長野)の園児

表1 日中対象者の体格比較

性別	学年 (年齢クラス)	項目	日本(長野) n=125			中国(上海) n=40			P値
			n 数	平均	標準偏差	n 数	平均	標準偏差	
男子	年長 (5歳児クラス)	身長(cm)	31	110.5	3.5	12	116.7	3.6	p<0.01
		体重(kg)		18.6	1.8		21.8	3.0	p<0.01
	年中 (4歳児クラス)	身長(cm)	29	102.9	4.3	10	110.1	3.0	p<0.01
		体重(kg)		16.7	2.0		19.0	1.9	p<0.01
女子	年長 (5歳児クラス)	身長(cm)	31	108.7	3.5	7	115.6	3.7	p<0.01
		体重(kg)		17.9	2.3		21.4	3.9	p<0.01
	年中 (4歳児クラス)	身長(cm)	34	102.9	4.1	11	109.2	5.2	p<0.01
		体重(kg)		15.9	1.7		18.8	3.2	p<0.01

表2 日中幼児の運動能力比較(年長)

性別	運動能力測定項目	日本(長野)		中国(上海)		P値
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	
男児	立ち幅跳び	93.5	24.4	115.4	7.2	P<0.01
	10m往復走	6.80	0.67	6.58	0.36	n.s.
	両足連続跳び越し	5.54	0.92	5.04	0.48	P<0.05
	ボール投げ	7.30	2.28	7.50	2.25	n.s.
女児	立ち幅跳び	86.4	18.6	101.4	10.3	P<0.05
	10m往復走	7.30	0.99	6.30	0.39	P<0.05
	両足連続跳び越し	5.63	1.46	5.99	0.99	n.s.
	ボール投げ	4.76	0.95	6.50	2.36	P=0.099

表3 日中幼児の運動能力比較 (年中)

性別	運動能力測定項目	日本(長野)		中国(上海)		P値
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	
男児	立ち幅跳び	85.2	16.9	91.6	6.5	n.s.
	10m往復走	7.39	0.75	8.06	0.65	P<0.05
	両足連続跳び越し	6.41	1.49	7.69	1.52	P<0.05
	ボール投げ	4.45	1.51	4.01	0.60	n.s.
女児	立ち幅跳び	77.7	16.7	92.5	11.7	P<0.05
	10m往復走	7.56	0.56	8.43	0.48	P<0.01
	両足連続跳び越し	6.28	2.57	6.53	0.88	n.s.
	ボール投げ	3.37	0.86	4.10	1.09	n.s.

表4 土踏まず形成度の日中比較

性別	左右	学年 (年齢クラス)	日本(長野)		中国(上海)		P値
			土踏まず形成度	標準偏差	土踏まず形成度	標準偏差	
男児	右	年長(5歳児クラス)	2.71	0.78	2.80	1.18	n.s.
		年中(4歳児クラス)	2.56	0.65	2.43	0.61	n.s.
	左	年長(5歳児クラス)	3.26	1.51	2.78	0.58	n.s.
		年中(4歳児クラス)	2.88	1.36	1.95	0.95	P=0.054
女児	右	年長(5歳児クラス)	3.16	0.98	3.80	1.51	n.s.
		年中(4歳児クラス)	3.23	1.36	2.27	0.94	P<0.05
	左	年長(5歳児クラス)	3.85	1.45	4.36	1.55	n.s.
		年中(4歳児クラス)	3.32	1.49	2.69	1.91	n.s.

表5 日中幼児の足趾圧比較 (年長)

性別	左右	足趾	日本(長野)		中国(上海)		P値
			足趾圧	標準偏差	足趾圧	標準偏差	
男児	右	第1指	1.77	1.15	1.42	1.70	n.s.
		第2指	1.81	1.40	1.00	1.72	n.s.
		第3指	2.48	1.24	0.83	1.34	P<0.01
		第4指	2.13	1.54	0.92	1.38	P<0.05
		第5指	0.87	1.09	1.00	1.13	n.s.
	左	第1指	2.32	1.30	1.50	1.38	p<0.1
		第2指	1.61	1.54	1.00	1.73	n.s.
		第3指	2.39	1.41	1.42	1.43	P<0.05
		第4指	1.65	1.45	1.42	1.42	n.s.
		第5指	0.48	0.72	0.33	0.86	n.s.
女児	右	第1指	1.68	1.35	2.29	1.70	n.s.
		第2指	1.71	1.51	1.57	1.72	n.s.
		第3指	2.71	1.35	2.29	1.70	n.s.
		第4指	2.23	1.52	2.86	1.68	n.s.
		第5指	0.74	1.03	0.57	1.13	n.s.
	左	第1指	2.13	1.38	2.29	1.38	n.s.
		第2指	1.68	1.51	2.00	1.73	n.s.
		第3指	2.84	1.29	1.43	1.81	P<0.05
		第4指	2.13	1.54	1.43	1.62	n.s.
		第5指	0.55	0.93	0.86	1.07	n.s.

に比して立ち幅跳び ( $p < 0.05$ ) 及び10m往復走 ( $p < 0.05$ ) 共に有意に良い値を示していた。

年中男児においては、日本(長野)の園児の方が中国(上海)の園児に比して10m往復走 ( $p < 0.05$ ) 及び両足連続跳び越し ( $p < 0.05$ ) 共に有意に良い値を示していた。年中女児においては、10m往復走は日本(長野)の園児の方が中国(上海)の園児に比して有意に良い値を示しており ( $p < 0.05$ )、立ち幅跳びにおいては中国(上海)の園児の方が日本(長野)の園児に比して有意に良い値を示していた ( $p < 0.05$ )。

### 3. 日中間の幼児の男女別年齢別土踏まずの形成度比較

日本(長野)と中国(上海)の幼児の土踏まず形成度の割合を男女別、学年別に比較した結果は表4に示した通りである。日本(長野)年中女児の右足土踏まずの形成度は中国(上海)年中女児に比

して有意に高く ( $p < 0.05$ )、日本(長野)年中男児の左足土踏まずの形成度も中国(上海)年中男児に比して高い傾向を示していた ( $p = 0.054$ )。

年長においては土踏まず形成度における日中間の有意差は認められなかったが、中国(上海)の園児の方が全体的に良い値を示していた。

また、男女の土踏まずの形成度を比較すると日中共に女児の方が土踏まずの形成度が良い値を示しており、日本は年長及び年中女児の右足土踏まず形成度が、同男児に比して有意に高く ( $P < 0.05$ )、中国は年長女児の左足土踏まず形成度が同男児に比して有意に高かった ( $P < 0.01$ )。

### 4. 日中間の幼児の男女別学年別足趾圧比較

日本(長野)と中国(上海)の幼児の足趾圧を男女別、学年別に比較した結果が表5及び表6である。

年長園児の左足第3指の足趾圧が男女とも日本(長野)の園児の方が中国(上海)の園児に比して

表6 日中幼児の足趾圧比較(年中)

性別	左右	足趾	日本(長野)		中国(上海)		P値
			足趾圧	標準偏差	足趾圧	標準偏差	
男児	右	第1指	1.75	1.43	2.8	0.91	$P < 0.05$
		第2指	1.68	1.44	1.50	1.27	n.s.
		第3指	2.68	1.24	2.10	1.66	n.s.
		第4指	2.04	1.74	2.20	1.69	n.s.
		第5指	1.29	1.54	1.50	1.43	n.s.
	左	第1指	2.50	1.37	2.30	1.25	n.s.
		第2指	1.96	1.55	1.50	1.65	n.s.
		第3指	2.68	1.54	1.80	1.48	n.s.
		第4指	1.82	1.61	1.50	1.58	n.s.
		第5指	1.14	1.3	1.10	1.10	n.s.
女児	右	第1指	2.47	1.58	2.46	1.23	n.s.
		第2指	2.35	1.43	1.55	1.29	n.s.
		第3指	3.24	1.23	1.46	1.29	$P < 0.01$
		第4指	2.24	1.53	1.36	1.21	$p < 0.1$
		第5指	1.59	1.40	1.00	0.89	n.s.
	左	第1指	2.53	1.52	2.73	1.42	n.s.
		第2指	2.09	1.60	1.82	1.40	n.s.
		第3指	2.77	1.56	1.91	1.70	n.s.
		第4指	2.21	1.57	2.27	1.68	n.s.
		第5指	1.71	1.49	1.46	1.04	n.s.

有意に高かった ( $p<0.05$ )。また、年長男児の右足の第3指及び第4指の足趾圧においては日本(長野)の園児の方が中国(上海)の園児に比して有意に高かった ( $p<0.05$ )。

足趾圧については、3.0以上は足指にしっかりと圧がかかっている状態であり、1.0以下はほとんど足指に圧がかかっていない状態である。年長園児においては、日中共に全体的に足趾圧の平均が2.0以下である足指が目立つ。特に中国(上海)の年長男児は左右の全ての足趾圧が2.0以下であった。

年中女児の右足の第3指の足趾圧が日本(長野)の園児の方が中国(上海)の園児に比して有意に高かった ( $p<0.01$ )。また、年中男児の右足の第1

指の足趾圧は中国(上海)の園児の方が、日本(長野)の園児に比して有意に高かった ( $p<0.05$ )。

国別に足趾圧の学年的変化の点から見ると、日中の男女児ともに年中園児に比して年長園児の方が数字の上では足趾圧が低い傾向がみられた。

### 5. 幼児の土踏まず形成度及び足趾圧と運動能力との関係

表7及び表8は、幼児の土踏まず形成度及び足趾圧と運動能力の相関関係を国別に男女別、学年別に分析した結果である。年長においては、日本(長野)男児の右足の第4指及び左足の第2指の足趾圧と立ち幅跳びの間に有意な正の相関関係が認めら

表7 運動能力と土踏まず形成度及び足趾圧との関係(年長)

性別	左右	土踏まず形成度 及び足趾圧	日本(長野)			中国(上海)	
			立ち幅跳び	両足連続 跳び越し	10m往復走	立ち幅跳び	10m往復走
男児	右	土踏まず 形成度	相関係数	.474**			
			有意確率	.007			
	第3指	相関係数	.321				
		有意確率	.078				
	第4指	相関係数	.398*				
		有意確率	.026				
	左	第2指	相関係数	.357*			
			有意確率	.049			
		第3指	相関係数		-.391*		
			有意確率		.030		
第4指	相関係数		-.463**				
	有意確率		.009				
第5指	相関係数					-.655*	
	有意確率					.021	
女児	右	第3指	相関係数			.780*	
			有意確率			.038	
	第4指	相関係数				.835*	
		有意確率				.019	
左	土踏まず 形成度	相関係数			-.406*		
		有意確率			.023		
	第1指	相関係数	.354				
		有意確率	.055				
第4指	相関係数	.325					
	有意確率	.079					

\*\*P<0.01 \*P<0.05

れた ( $P<0.05$ )。また日本(長野)男児右足の第3指の足趾圧と立ち幅跳びの間には有意傾向を示す正の相関関係が認められた。中国(上海)年長女兒においても右足の第3指及び第4指の足趾圧と立ち幅跳びの間に強い有意な正の相関関係が認められた ( $P<0.05$ )。両足連続跳び越しにおいては、日本(長野)年長男児の左足の第3指 ( $P<0.05$ ) 及び第4指 ( $P<0.01$ ) の足趾圧との間に有意な負の相関関係が認められると共に、日本(長野)年長男児右足の土踏まず形成度の間にも有意な正の相関関係が認められた ( $P<0.01$ )。10m往復走においては、日本(長野)年長女兒の左足の土踏まず形成度との間に有意な負の相関関係が認められると共に ( $P<0.05$ )、中国(上海)年長男児左足の第5指の足趾圧との間に有意な負の相関関係が認められた ( $P<0.05$ )。

年中においては、日本(長野)男児の右足の第1指及び第5指の足趾圧と立ち幅跳びの間に有意な負の相関関係が認められた。また日本(長野)年中男児の右足の第1指、第4指及び第5指の足趾圧とテニスボール投げの間に有意な負の相関関係が認められた。更に日本(長野)年中男児の右足の第1指

及び第2指の足趾圧と両足連続跳び越しの間に有意な正の相関関係が認められた。これらは、いずれにおいても足趾圧の強さと記録の向上が相反する結果であった。

#### IV. 考察

日本(長野)の幼児は、中国(上海)の幼児に比して、年中、年長男女とも体格的に劣っているが、年中においては男女とも日本(長野)の幼児が中国(上海)の幼児に比して、10m往復走が有意に優れていると共に、日本(長野)の年中男児は中国(上海)の年中男児に比して両足連続跳び越しが有意に優れていた。これらは、日本(長野)の年中園児は中国(上海)の年中園児に比して有意に走力及び敏捷性が優れていることをあらわしている。しかし、年長になると男女共に中国の幼児の方が、日本の幼児に比して運動能力が高い値を示している。

土踏まずの形成度においては男女共に日本の年中園児の方が中国の年中園児に比して全体的に高い傾向が認められた。年長園児においては、両国間に有意差は認められないが、数値的には中国

表8 運動能力と土踏まず形成度及び足趾圧との関係(年中)

性別	左右	土踏まず形成度 及び足趾圧	日本(長野)			中国(上海)		
			立ち幅跳び	両足連続 跳び越し	10m 往復走	テニス ボール投げ	立ち幅跳び	10m 往復走
男児	右	第1指	相関係数	-.437*	.393*			
			有意確率	.020	.038			
		第2指	相関係数		.397*			
			有意確率		.036			
		第4指	相関係数				-.426*	
	有意確率					.021		
	第5指	相関係数	-.542**			-.421*		
		有意確率	.003			.026		
	左	土踏まず形成度	相関係数		.349			
			有意確率		.069			
第4指		相関係数		.356				
		有意確率		.063				
第5指		相関係数					.698	
	有意確率					.054		
女児	左	第1指	相関係数				-.800	
			有意確率				.056	

\*\* $P<0.01$  \* $P<0.05$

(上海)の幼児の土踏まず形成度が高い様子が窺われた。

これらは、年中から年長への移り変わりの中で、運動能力及び土踏まず形成度共に中国(上海)の幼児が日本(長野)の幼児に比して著しく向上していることを示している。

足趾圧については、日本(長野)の男女年長園児の第3指の足趾圧が中国(上海)の男女年長園児の同足趾圧に比して高いことが示されているがその原因については今後明らかにして行く必要がある。年中園児の足趾圧においては有意な差がほとんど見られなかった。

運動能力と土踏まず形成度及び足趾圧との関係では、日本(長野)の年長男児の両足連続跳び越しと土踏まず形成度(右足)との間に有意な負の相関関係が認められ、また年長園児の日本(長野)女児において10m往復走と土踏まず形成度(左足)との間に有意な負の相関関係が認められたことにより、土踏まず形成度の向上と走力及び両足連続跳び越しの向上との間に一定の関係がある可能性が示唆された。年長園児においては、第3指及び第4指の足趾圧が立ち幅跳び(長野男児右足、上海女児右足)との間に正の相関が認められ、両足連続跳び越し(長野男児左足)との間に負の相関関係が認められることより、第3指及び第4指の足趾圧は跳躍運動との関係が示唆された。原田ら<sup>24)</sup>は、運動能力が高い幼児は足趾筋力が高いとし、運動能力が高い群においては右足の第3指のみが左足の第3指に比して強かったとしていることから、右足の第3指は特に立ち幅跳びと関係があるものと推察される。

立ち幅跳びにおいては右足趾圧と関係し、両足連続跳び越しにおいては左足趾圧と関係しているが、木寺によると左足は体重が乗りやすく、「からだ」を前方に進めようとする働きがあり、右足は「からだ」の前進を抑制する方向に働くとしている<sup>23)</sup>。このことから考えると立ち幅跳びにおいては、上方への推進力を得るために身体が前に行こうとする力を受け止めるように右足が強く働き、両足連続跳び越しにおいては連続して前進してゆく必要より、身体を前方に進めようとして働く左足が強く働くのではないかと考えられる。

年長の中国(上海)男児において左足の第5指の足趾圧と10m往復走との間に負の相関関係が認められたことは、歩行時に見られる踵から第5指そして第1指に力が働くあおり足との関係が推察される。

あおり足歩行に見られる力の移動ができていと股関節をしっかりと働かせることができ、腰が入り、力が生まれ易くなり、10m往復走が速くなると考えられることから第5指の足趾圧が高いことは、あおり足歩行ができていいる可能性があると考えられる。また、原田らは運動能力が低い幼児は、第5指が最も足趾力が低いとしている<sup>24)</sup>。このことから第5指と運動能力の間には、一定の関係性があることが推察される。

年中園児においては、土踏まず形成度と運動能力の向上との間に相関関係は認められなかった。足趾圧と運動能力との間には、足趾圧が低いほど運動能力が高いという関係がいくつか認められた。これは年中園児においては、まだ足指に働くなどの末梢の筋肉を上手に使い、身体を使いこなすことができていないのではないかと考えられる。

例えば、投能力においては腕の使い方のみならず、体重移動、身体の捻転、下肢の筋力を活用し大地からの反作用を生かして投げるなどの能力が必要とされるが、投動作の発達段階に見られるように下肢の筋力を働かせて大地からの反作用を生かして投げるができるようになるのは最終段階である。年中園児においては、投動作の中にあおり足歩行のときのような力の移動ができず、踵から第1指に向けての直線的な力の移動となると思われる。よって、体重移動と足の拇指球(中足骨等)を支点とした大地からの反作用を使うのみに終わっており、足指が大地を掴むように働くまでは行っていないと考えられる。

年長園児においては、日本(長野)男児と中国(上海)女児において足趾圧の強さと運動能力の向上との間に有意な相関関係が認められたことより、足指が使えるような身体動作を獲得できるのは、年長園児ぐらいからなのではないかと考えられた。

これら足趾圧と運動能力との結果より、足指などの末梢の小さな筋肉を活用しながら身体動作を行なうことができるようになるのは年長園児ぐらいからであることが示唆された。

足底の筋肉は異常な負荷がかかった時に初めて筋が作用するとされ、作用時には内側にある外転筋群が外側にある外転筋群よりも強く働くことされている。足弓は足底部の靭帯装置と足底の筋肉によって形成され、足底部の靭帯装置は、足底腱膜、長足底靭帯、足底踵舟靭帯及び足底の短い靭帯によって形成されている。足底の筋肉は、母指領域の

筋、小指領域の筋、中足部の筋に分けられ、母指領域の筋では母指外転筋、母指内転筋が足弓維持に大きく寄与し、短母指屈筋が底屈に大きな役割を果たしている。小指の短い筋には、小指対立筋、短小指屈筋、小指外転筋などがあり、小指の底屈に働くと共に小指対立筋と小指外転筋は足弓の保持に寄与している。足底の中央部の短い筋には、虫様筋、足底方形筋、骨間筋、短指屈筋などがある。虫様筋は足弓を硬くすることに寄与し、足底方形筋は長指屈筋の足底頭とも言われることより、長指屈筋の機能としての足弓の保護及び第2指～4指の末節骨からの足指の底屈及び足の底屈に寄与していると考えられる。骨間筋は中足指節関節で指を底屈させるように働き、短指屈筋は第2指～第4(5)指の中節骨に終わり、中節骨を足底側へ曲げる働きをしている<sup>25)</sup>。第3指及び第4指の足趾圧が跳躍運動と関係したことは、長指屈筋を中心とした上記の筋肉の作用が考えられる。また、強い負荷がかかる走及び跳躍運動系では、母指外転筋、小指外転筋などの筋肉の働きの差となり、土踏まず(日本年長女児左足)及び第5指(中国年長男児左足)の足趾圧と10m往復走との関係が現われてきたのかもしれない。

立位時においては踵骨隆起、第1中足骨頭及び第5中足骨頭が三角形を作り支持点となるが、足の指は立位時における上記三角形のバランスが崩れたとき、またはバランスをとることを補完するように働く。例えば、前方の壁に手を付き身体を倒しただけでは足の指は必ずしも働くわけではないが、腰を入れて前方の壁を押すようにすると足首がより深く屈曲し、膝が前方に移動し、足の指が大地を掴むように働き出す。このように運動は身体のバランスを崩す中から生まれる力を利用してバランスを維持し、身体を支えながら行なわれるものであり、更に身体の重さのみならず筋力を使ってより大きな力を生み出す合理的な身体の使い方が求められる。まさに幼児の年長時が筋力を使って大きな力を生み出す身体の使い方を習得する時期の始まりであると考えられる。

これらのことを考え合わせると、足底筋の発達には走ったり跳ねたりするような瞬間的に高負荷がかかるような運動、もしくは低強度でも長時間に及ぶ結果として高負荷になる運動、そして思い切り力を出すような運動が必要であり、このような運動体験を通して足底筋が発達し土踏まずが形成されると共に身体の使い方が獲得され、身体の末梢の筋

肉も働かせながら運動をすることができるようになると思われる。このように考えた時、浮き指の増加は身体を形成し、身体を使いこなすために必要な運動の不足に一要因があるのではないかと考えられる。

今回の研究は日中間の国際比較ではあるが、その一部の地域を抽出しての調査研究でありn数も十分ではない。今後更にn数を増やし、詳細なる検討をして行くことが必要である。

## V. まとめ

日本(長野)と中国(上海)の年長及び年中園児を対象に土踏まず形成度、足趾圧及び運動能力の測定を行い、両者の比較を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

1. 体格においては、中国(上海)の幼児が日本(長野)の幼児に比して明らかに年長、年中の男女とも優れていた。
2. 運動能力においては、中国(上海)の年長園児が立ち幅跳び等の幾つかの種目で日本(長野)の年長園児に比して明らかに優れていたが、日本(長野)の年中園児は中国(上海)の年中園児に比して走力などの運動能力が優れていた。
3. 土踏まず形成度に関しては、年中園児において日本(長野)の幼児が中国(上海)の幼児に比して土踏まず形成度が高い傾向が認められた。
4. 足趾圧においては、日本(長野)の年長園児が中国(上海)の年長園児に比して第3指の足趾圧が高かった。
5. 足趾圧と運動との関係においては、特に年長園児の第3指及び第4指の足趾圧と立ち幅跳び、両足連続跳び越しとの間に関係があることが示唆された。
6. 年長園児頃から運動時に足指を活用した身体の使い方ができるようになり始めることが示唆された。

## 謝辞

本研究をするにあたって、日本のF保育園及び中国のH幼稚園の先生方に多大なご協力をいただいたことを感謝申し上げます。

文献

- 1) 文部科学省 平成18年度体力・運動能力調査報告書[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/1261311.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/1261311.htm) (閲覧日2015.11.9)
- 2) 政府統計の総合窓口 瘦身傾向児の出現率の推移 (昭和52年度～平成26年度)  
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=00001014499&> (閲覧日2015.11.9)
- 3) 日本学術会議「我が国の子どもを元気にする国家的戦略の確立に向けて」平成19年7月  
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-t39-4.pdf#search=%E6%97%A5%E6%9C%AC%E5%AD%A6%E8%A1%93%E4%BC%9A%E8%AD%B0%E3%80%8C%E6%88%91%E3%81%8C%E5%9B%BD%E3%81%AE%E5%AD%90%E3%81%A9%E3%82%82%E3%82%92%E5%85%83%E6%B0%97%E3%81%AB%E3%81%99%E3%82%8B%E5%9B%BD%E5%AE%B6%E7%9A%84%E6%88%A6%E7%95%A5%E3%81%AE%E7%A2%BA%E7%AB%8B%E3%81%AB%E5%90%91%E3%81%91%E3%81%A6>' (閲覧日2015.11.9)
- 4) 日本学術会議健康・生活科学委員会健康・スポーツ科学分科会「子どもを元気にするための運動・スポーツの適正実施のための基本指針」(平成23年8月)  
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-21-t130-5-1.pdf#search=%E6%97%A5%E6%9C%AC%E5%AD%A6%E8%A1%93%E4%BC%9A%E8%AD%B0%E5%81%A5%E5%BA%B7%E3%83%BB%E7%94%9F%E6%B4%BB%E7%A7%91%E5%AD%A6%E5%A7%94%E5%93%A1%E4%BC%9A%E5%81%A5%E5%BA%B7%E3%83%BB%E3%82%B9%E3%83%9D%E3%83%BC%E3%83%84%E7%A7%91%E5%AD%A6%E5%88%86%E7%A7%91%E4%BC%9A%E3%80%8C%E5%AD%90%0%E3%81%A9%E3%82%82%E3%82%92%E5%85%83%E6%B0%97%E3%81%AB%E3%81%99%E3%82%8B%E3%81%9F%E3%82%81%E3%81%AE%E9%81%8B%E5%8B%95%E3%83%BB%E3%82%B9%E3%83%9D%E3%83%BC%E3%83%84%E6%8E%A8%E9%80%B2%E4%BD%93%E5%88%B6%E3%81%AE%E6%95%B4%E5%82%99%E3%80%8D>' (閲覧日2015.11.9)
- 5) 中島弘毅, 大塚貴史, 張勇, 根本賢一, 山崎信幸, 「園庭環境の違いが幼児の身体活動量と運動能力に及ぼす影響-園庭の芝生化に着目して-」『松本大学研究紀要』10, pp.185-195 (2012).
- 6) 鈴木宏哉, 「成人期を見据えた子どもの頃の身体活動経験」『体育の科学』61, pp.653-660 (2011).
- 7) 日本学術会議子どもの生育環境分科会「我が国の子どもの成育環境の改善に向けて」～成育空間の課題と提言～ (平成20年8月)  
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-21-t123-1.pdf#search=%E6%97%A5%E6%9C%AC%E5%AD%A6%E8%A1%93%E4%BC%9A%E8%AD%B0%E5%AD%90%E3%81%A9%E3%82%82%E3%81%AE%E7%94%9F%E8%82%B2%E7%92%B0%E5%A2%83%E3%81%AE%E6%94%B9%E5%96%84%E3%81%AB%E5%90%91%E3%81%91%E3%81%A6%E3%80%8D>' (閲覧日2015.11.9)
- 8) 日本学術会議健康・生活科学委員会健康・スポーツ科学分科会「子どもを元気にするための運動・スポーツ推進体制の整備」(平成20年8月)  
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-t62-10.pdf#search=%E6%97%A5%E6%9C%AC%E5%AD%A6%E8%A1%93%E4%BC%9A%E8%AD%B0%E5%81%A5%E5%BA%B7%E3%83%BB%E7%94%9F%E6%B4%BB%E7%A7%91%E5%AD%A6%E5%A7%94%E5%93%A1%E4%BC%9A%E5%81%A5%E5%BA%B7%E3%83%BB%E3%82%B9%E3%83%9D%E3%83%BC%E3%83%84%E7%A7%91%E5%AD%A6%E5%88%86%E7%A7%91%E4%BC%9A%E3%80%8C%E5%AD%90%E3%81%A9%E3%82%82%E3%82%92%E5%85%83%E6%B0%97%E3%81%AB%E3%81%99%E3%82%8B%E3%81%9F%E3%82%81%E3%81%AE%E9%81%8B%E5%8B%95%E3%83%BB%E3%82%B9%E3%83%9D%E3%83%BC%E3%83%84%E6%8E%A8%E9%80%B2%E4%BD%93%E5%88%B6%E3%81%AE%E6%95%B4%E5%82%99%E3%80%8D>' (閲覧日2015.11.9)
- 9) Sugihara T, Kondo M, Mori S, and Yoshida I, "Chronological change in preschool children's motor ability development in Japan from the 1960s to the 2000s", *International Journal of Sport and Health Science* 4, pp.49-56 (2006).
- 10) 大塚貴史, 中島弘毅, 「子どもの運動能力低下の開始時期に関する研究-長野県A市保育園児調査から-」『学校保健研究』53 (supplement), p.435 (2011).
- 11) 正木健雄, 野口三千三編『子どものからだは壊れている』柏樹社, (1979).
- 12) 原田碩三, 「幼児の土踏まずと運動能力」『保健の科学』24, pp.654-659 (1982).
- 13) 小山吉明, 藤原勝夫, 池上晴夫, 岡田守彦, 「幼児の足の形態発育について」『体育学研究』26, pp. 317-325 (1982)
- 14) 野田雄二, 「日本の子どもの土踏まずに関する研究 (第1報) -土踏まずの形成過程とできあがり後の変化」『玉川大学文学部紀要「論叢」』20, pp.39-66 (1979).
- 15) 坂下玲子, 荒木田美香子, 足立和隆, 平山宏宗, 「土踏まずの形成に関する検討」『学校保健研究』31, pp.28-34 (1989).
- 16) 臼井永男, 渡邊功, 竹内宏一, 「1980年代, 本邦における姿勢研究の動向について - 立位の接地足底面ならびに重心動揺の発育・発達の研究から -」『放送大学研究年報』14, pp.1-18 (1996).

- 17) 原田碩三,『子ども健康学』みらい, (2004).
- 18) 松田繁樹, 出村慎一, 春日晃章, 「縦断データを利用した幼児の浮き趾の1年間の変化」『発育発達研究』51, pp. 19-26 (2011).
- 19) 井筒紫乃, 五月女 仁子, 川田 裕次郎, 「幼児の運動能力と足裏形態との関連性」『J. Exerc. Sci.』24, pp.1-8 (2014)
- 20) 横沢喜久子, 平工志穂, 天野勝弘, 遠藤卓郎, 張勇, 矢田部英正, 「身体と生活の比較文化」『東京女子大学比較分化研究所紀要』76, pp.21-94 (2015).
- 21) 白井永男, 渡邊功, 「靴着用の長い歴史を有する人々の直立時接地面の形状について—チェコと日本の比較から」『学校保健研究』37, pp.227-239 (1995).
- 22) 国家体育总局編「中国国民体質測定標準手帳(幼児部分)」人民体育出版社, (2003).
- 23) 木寺英史, 『間違いだらけのウォーキング、歩き方を変えれば痛みが取れる』実業之日本社, p164 (2014).
- 24) 原田碩三, 長谷川勝一, 坂下喜佐久, 「幼児の運動能力と足の発達」『教育医学』40, pp.171-180 (1995)
- 25) 越智淳三訳, 『分冊解剖学アトラスI』文光堂, pp.224-270 (1991).