

ミラー式足型計測法の年少児への適用

— その問題点と結果 —

櫻木 真智子

The form of plantae in early childhood including three-year-old children

SACRAGI, Machiko

要旨

直立と歩行などの運動に足の形態は大きくかわる。そこで足の発達が著しい幼児期において足裏がいかなる形態をしているのかを調査した。具体的には足裏の写真を分析してその特徴を示した。計測項目は2点間距離として足長と足幅、足型形状として足型接地面積と接地面の周囲長である。また、本研究に先立つ一連の研究では年中児以上の幼児を対象としてきたが、今回は年少児男女79名の計測を試み、年中児と年長児のデータを加えて分析した。年少児は通常の計測に要する数秒間、静止していることが困難で、足型計測の信頼性が心配されたが、今回の測定時の子どもたちの様子や測定された写真を観察した限りにおいては、問題ないと判断できる。本研究で採用している計測方法において、年少児の計測は十分に可能であることが確認された。

年少児、年中児、年長児のそれぞれについて年齢変化、性差などについて検討した。結果は足のアーチ構造を示す「接地面積・周囲長比」の値が年中児から年長児の変化よりも年少児から年中児の変化の方が大きくなる傾向がみられ、アーチ構造の進行が年少児で大きいという結果が得られた。また、この値の性差については女兒の値が男児より小さく、年少児と年中児では有意差がみられた。形態の発育は女兒が先行するという結果を得ることができた。

1. 緒言

ヒトの最大の特徴は直立二足歩行であることは広く知られている。足に対する関心は、二足歩行を支える土台であるという点でも高くなっている。我々の生活において、立つ、バランスをとる、移動する、物を運ぶなどヒトとして「生きる」ことの基本を支える構造のうち重要な一つが、足である。

幼児期は一生のうちでもとくに成長・発達が著しい時期であり、身体の形態・運動機能ともに大きな変化をとげる。形態の発育においては、4歳児を例として挙げると、形状の変化と同時に体重は出生時の約5倍、身長は出生時の約2倍となる。また、運動機能においても興味深いことが明らかにされている。歩く、走る、跳ぶなどの基本的な動作の獲得は幼児期後半までに成人の約90%にまで達しているとされている。

幼児期の発達の著しきは、足の形態においても例外ではない。足の形態の変化は、前述の理由から身体活動のすべての発達を知る手がかりとなるものと考えられる。本研究に至る足型に関する一連の研究では、足の形態の一つである床への接地面に着目して計測・解析の結果、一定の成果を得ることができた。年中児の段階までに、すでに足の形態の発達はかなり運動に適した状態になっており、足の形態変化の特徴である土踏まずの発達もこの時期にはすでに進んでいた。

前回までの研究では被験者として、年中児と年長児を対象として足の形態、床への接地面、運動能力などについて報告して

きた。対象者を年中児以上としたのは、同様の研究を踏襲したからである。研究対象の選択基準はまず計測に耐えられるかどうかということである。年少児は短時間でも静止していることが難しいので、生体計測的な研究の対象とするには不向きであると思われるがちである。しかしながら、本研究において採用しているミラー式計測法はデータを取得する時間が100分の1秒から60分の1秒と極めて短く、子どもがじっと静止していなければならない時間は一瞬と呼べるほど短い。それに対して、データの取得に数秒を要する他の方式では、その数秒間は子どもが静止していることが求められる。これはたしかに年少児には難しい。今回は、協力をお願いした園の先生の指示で年少児でも1秒から2秒くらいはじっとしていた。また、測定時の子どもたちの様子からも実際に得られた写真データからもとくに問題はなかった。生体計測的研究において、年少児でも計測方法次第では十分に信頼できるデータを取得することは可能であることが確認された。

2. 方法

幼稚園児の足型を計測し、その形状を分析した。

(1) 対象者

対象者は、千葉県我孫子市にある幼稚園の園児、年少男児37名、年少女児42名、年中男児42名、年中女児34名、年長男児35

表1 幼児の身体的特徴

		月齢		身長 (cm)		体重 (kg)		BMI	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
年少	男児 (N=37)	49.0	3.93	100.8	4.30	15.3	1.63	15.1	0.91
	女児 (N=42)	49.5	3.13	99.7	3.78	15.1	1.98	15.1	1.24
年中	男児 (N=42)	56.3	4.22	105.1	4.37	17.2	1.68	15.5	1.10
	女児 (N=34)	56.1	3.40	103.2	4.39	16.5	2.20	15.4	1.24
年長	男児 (N=35)	68.6	3.47	111.3	3.48	18.8	1.61	15.2	1.00
	女児 (N=27)	67.1	3.08	108.9	4.92	18.7	2.20	15.7	1.30

名、年長女児27名、計217名である。計測日は年中児と年長児が2009年6月、年少児2011年10月である。子どもの身体的特徴を表1に示した。なお、身長と体重は健康診断時に測定されたものを使用した。

(2) 足型計測方法

足型計測の方法は、本研究に至る一連の足型研究で採用している「ミラー投影式」である。計測方法およびその一つであるこの方法についての詳細は前報告(櫻木2006)に示したので、ここでは概要を述べるにとどめる。

ミラー投影式の測定方法は次の通りである。前面と後面が開放している直方体の木箱の上部をくりぬき、透明アクリル版をはめ込む。木箱の中には床面から前方に向かって45度に傾斜させた鏡をセットし、透明版の上が鏡に映り、前方から見えるようにした。子どもにアクリル板上に立ってもらい、鏡に映った

足の下面観を真正面からカメラで撮影するというものである。カメラはOLYMPUS社製デジタルカメラ(μ-40)を使用した。子どもには計測器上では自然に立つように指示した。

この計測方法、すなわちミラー投影式の利点は何と言っても安全性である。被験者にいかなる電子機器も近づけずにデータを取得することが可能だからである。さらに、得られる1次データは被験者の足底面の写真であるため、パターンを取得する他の方式に比べて情報量が非常に多いこと、そしてデータ取得にかかる時間が極めて短時間なので形態を示すデータとして信頼性が高いことなどが挙げられる。

(3) 数値データについて

データの取得方法についても前回報告と同様である。デジタルカメラで得られたデータをAdobe社製ソフトウェアPhotoshop Elementsで読み込み、画像処理したあと、ACD Systems of America社製ソフトウェアCanvas Xを用いて解析可能な数値データへと変換した。

今回算出したものは、接地面積(足が床に接地している部分の面積)、接地面の周囲長、接地面積・周囲長比(接地面積/周囲長の2乗)、足輪郭の長さ(生体の足長)、足輪郭の幅(生体の足幅)である。(図1)

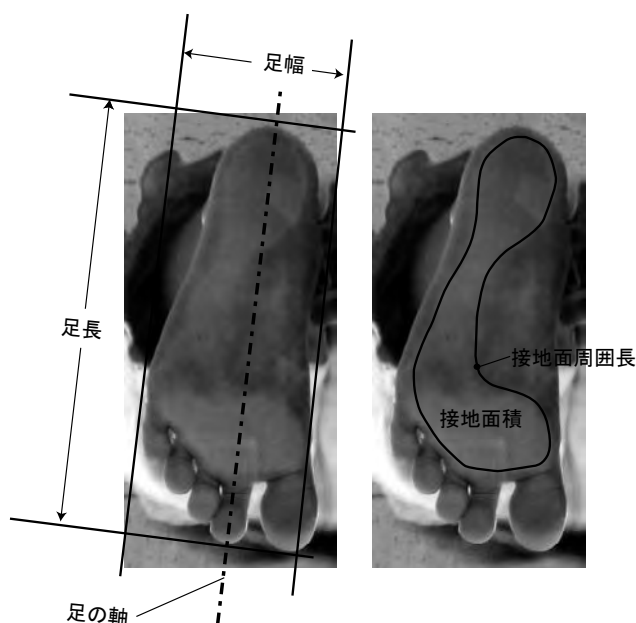
(4) データの分析

接地面積を求める際、接地面に足指を入れるかどうかについては、前報告の方法を踏襲した。すなわち足指は接地面に入れないこととした。接地面とは、足が体重を支えるにあたって実際に床と接してその役割を果たしている面のことである。正常な姿勢で立ち、静止しているとき足指は体重支持には関わっていないからである。

足の形状を表す指標としては、前回と同様に足型接地面の面積と足型接地面の周囲長2乗の比を用いた。

足の長さに関して、映し出された足型写真の輪郭の長さとして幅をもって足長、足幅とした。計測方法はマルチン式生

図1 足の軸・足長・足幅及び接地面積と接地面周囲長



(櫻木 2012より改変)

体計測法における方法に準拠した（保志宏『生体の線計測法』1989年、てらべいあ）。どの部位を計測することをもって足長、足幅とするかについて次に示す。まず足の軸を決定した。足の軸は踵の後端と第2指の前端を通る直線とした。マルチン式計測法では第2指あるいは第1指のうち最も前方に突出している点を選ぶことになっているが、足の軸を基準線として用いる本研究においては、計測を行なう足によって軸の位置が大きく異なることは好ましくないので、第2指に統一した。足幅は足の軸に垂直な直線で足の最外側点と最内側点の距離とした。

3. 結果および考察

(1) 足長, 足幅

足長と足幅が示す値を表2に示した。当然のことであるが、年少児, 年中児, 年長児と順を追って足長・足幅ともに数値が大きくなっている。この結果は年少児から年長児へと順調な成長がみられることを示している。すなわち、ここから得られるデータが足型の形態変化を分析するという本研究の目的に適合することを意味している。

(2) 接地面形状からわかること

幼児期の足の形状の変化は、成長とともに骨格のアーチ構造がしっかりしてくるにしたがって、床への接地面の形状としてあらわれる。骨格のアーチ構造により足が床に接地していない部分を「土踏まず」と呼ぶ。土踏まずは直立時のバランスを保つ、歩行や走行を助けるなどのはたらきが知られているが、何と言ってもその役割は歩行時の衝撃を吸収することである。

乳児期では足の骨格のアーチ構造は体表面にはあらわれないため、接地面は足の形そのものとなる。すなわち足全体が接地している、いわゆる「ベタ足」となる。これは本研究を含む一連の研究の中における分類による。このベタ足というタイプは成長とともに減少していくことが知られている。本研究においても、年少児では男児37名中11名、女児42名中3名がベタ足である。年中児と年長児をみると、それぞれ年中男児42名中4名、年中女児34名中6名、年長男児35名中0名、年長女児27名中0名とほぼ減少していったといえる。

(3) 足の骨格のアーチ構造について

ヒトの足の骨格は3つのアーチ構造を備えている。そのうち最も大きなアーチである縦方向のアーチは中足骨から踵骨に至る骨格がつくるアーチである。幼児期の足は、骨格によるアーチ構造を支えとして接地している成人の足型と異なり、軟らかい素材でできた足底面が床に接地するという傾向が強い。成長の過程で足を構成する骨、筋、腱膜、靭帯、などの各組織がそれぞれに発達する。これによって骨格がつくるアーチがしっかりでき上がった状態で接地するという成人の足底面の構造に近づいていく。

表2 足長と足幅(右足)

		足長 (cm)		足幅 (cm)	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
年少	男児	15.66	0.84	6.76	0.39
	女児	15.39	0.81	6.56	0.37
年中	男児	16.57	0.70	6.92	0.34
	女児	16.29	0.81	6.79	0.29
年長	男児	17.39	0.61	7.11	0.35
	女児	17.12	0.82	7.03	0.34

足の骨がつくるアーチ構造が反映されていれば、接地面の形状は内側がくびれた、いわゆる「足跡の形」になる。逆に年齢の低い幼児の場合は軟らかい足底面全体で支えるという性格が強いため、形状は単純になるはずである。前回の報告において「接地面積・周囲長比」を求め、足の形状を検討した。単純な円に近い形の場合は値が大きくなり、逆に骨格のアーチ構造で支えるという機能が反映された複雑な形状では値が小さくなる。すなわち床への足底接地面の面積と周囲長比をもってアーチ構造の指標とすることができる。

(4) アーチ構造の年齢変化

接地面積, 周囲長, 接地面積・周囲長比の平均値と標準偏差は表3に示した通りである。接地面積・周囲長比の平均値を年齢ごとにみると、成長とともに小さくなる傾向がみられ、男児では年少児2.74, 年中児2.51, 年長児2.33となった。女児においても同様の傾向がみられる。すなわち女児の接地面積・周囲長比の平均値は成長とともに小さくなり、年少児2.50, 年中児2.29, 年長児2.29と成長とともに小さくなる傾向がみられた。平均値の有意差検定 (t検定) を行ったところ、年中女児から年長女児への変化には有意の差がみられるには至らなかったが、それ以外の年齢変化にはすべて有意の差が認められた。接地面積・周囲長比の値が小さいということは接地面の形状が複雑であることを示している。すなわち足のアーチ構造がしっかりできているということである。男女ともに年齢が上がるにしたがって接地面積・周囲長比の値が小さくなり、発達とともに足底の機能的な発達が進んでいることが示されたのである。

次に、アーチ構造形成の進み方を接地面積・周囲長比の年齢ごとの変化の大きさから検証する。年少男児と年中男児の接地面積・周囲長比の差は0.23, 年中児と年長児の差が0.18となり、年少児から年中児への変化の方が大きいという結果になった。これによって、アーチ構造の変化が年中児から年長児より、年少児から年中児への方が早く進むということが示された。女児においても同様の傾向がみられ、その傾向は男児より明確であった。年少女児から年中女児への差は0.21, 年中女児から年

表3 接地面積, 周囲長, 接地面積・周囲長比の年齢変化と性差

		接地面積 (cm ²)		周囲長 (cm)		接地面積・周囲長比	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
男児	年少	44.11	5.81	40.38	2.94	2.74	0.48
	年中	44.14	4.80	42.16	2.63	2.51	0.40
	年長	46.92	4.53	44.97	2.01	2.33	0.23
女児	年少	40.83	5.42	40.55	2.38	2.50	0.38
	年中	40.02	5.58	42.13	3.00	2.29	0.51
	年長	46.24	4.57	45.09	2.21	2.29	0.28
性差	年少	**				**	
	年中	**				*	
	年長						

** : P<0.01
* : P<0.05

長女児への差はほとんど見られず、平均値の差は数値としては0となった。年少女児から年中女児では1%水準で有意の差がみられた(t検定)。

年少児から年中児の変化が大きい原因として先ず考えられることは、遊び環境の変化による運動量の増加と運動の質の向上である。幼稚園に入園する前は、日常の遊び場所として家の中や公園などに限られている。またそのころの遊びの特徴としては、遊ぶ友達もそう多くはなく、集団で遊ぶことが少ない。すなわちこの時期の幼児の運動量は入園後に比べて少ないとされている。それに対して、幼稚園は子どもたちの遊ぶ環境が整えられており、入園すると室内遊び、外遊びと体を動かす機会が確実に多くなる。また、同年齢の友達との関わりも増えることから、運動量が増える。さらに、数多くの動作を経験するようになり動きも洗練されてくる。このように家庭での生活から、幼稚園の生活に入ったことによって遊びの環境が充実し、それに伴って足の機能的構造が発達したと考えられる。入園して間もない年少児の方が環境によるこれらの影響を受けやすく、そのことを支持する結果を得ることができた。

(5) アーチ構造の性差

接地面積・周囲長比、すなわち骨格のアーチ構造の発達度における性差を検討した結果、男児より女児の方が小さい傾向がみられ、その差は年少児0.24、年中児0.22においては1%水準で有意差がみられた(t検定)。すなわち男児より女児のアーチ構造がしっかりしており、機能面での発達が進んでいるということである。

機能的発達の目安となる運動能力において考えると、年中児ですでに男児の成績の方が良いことが報告されている。年少児の運動能力については、測定信頼性の観点から実施しないことの方が多いため、年少児からすでに男児の方が優れているかどうかは明らかになっていない。年少児、年中児の足の形状

において女児の方が大きく発達しているという結果は岩崎ら(1981)、中野ら、根本の報告と一致していた。今回の結果から、年少児ですでに形態面で女児の方が進んでいることを示すことができた。

謝辞

今回の研究にあたってご協力いただいた二階堂幼稚園の先生方、職員の皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 浅見高明, 1974: 接地足跡の発達に関する研究, スポーツ研究報, 4(1): 37-47.
- 2) 生田香明, 2005: 遊び足りない子どもの足の危機, チャイルドヘルス, 8(1): 26-29.
- 3) 岩崎洋子・上村映雄, 1981: 土踏まずの形成と運動能力(調整力)との関係について, 日本保育学会第34回大会研究論文集, 180-181.
- 4) 小山吉明・藤原勝夫・池上晴夫・岡田守彦, 1982: 幼児の足の形態発育について, 体育学研究, 26(4): 317-325.
- 5) 櫻木真智子, 2006: 幼児の足型計測法の検討, 聖徳大学研究紀要 短期大学部, 39: 73-78.
- 6) 櫻木真智子, 2007: ミラー投影式足型計測によって得られる子どもの足型データとその解析法, 聖徳大学研究紀要 短期大学部, 40: 41-45.
- 7) 櫻木真智子, 2009: 幼児の足型形態における性差と年齢差, 聖徳大学研究紀要 短期大学部, 42: 41-45.
- 8) 中野裕史・大石和典・水町澄子・幸坂佳代子, 2005: 幼児における疾走スピードの増加と土踏まずの形成に関係がない, 中村学園大学・中村学園大学短期大学部研究紀要, 37: 163-168.
- 9) 根本茂男, 1966: 幼児の接地足跡発育変化に関する研究, 体育学研究, 11(2), 110-115.
- 10) 橋本勲・相川りゑこ, 1986: 乳幼児の発育・発達の評価法としての土踏まず形成と栄養及び日常生活活動状況に関する研究, 国立栄養研究所報告, 35: 45-62.
- 11) 原田碩三, 2004: 幼児の足の最近の問題, チャイルドヘルス, 7(2): 26-29.
- 12) 保志宏, 1989: 生体の線計測法, てらべいあ, 240-247.
- 13) 山崎信寿編, 1999: 足の事典, 朝倉書店, 62-63