

学校での素足生活が，児童の直立時 安定保持能力の発達に及ぼす影響

放送大学 臼井永男

The Effects of Bare Feet Life on the Development of Foot Contact Area and Standing Ability

by

Nagao Usui

The University of the Air

ABSTRACT

The juveniles of Okunoda primary school have been receiving education with bare feet life for the purpose of the growth of physical faculty.

This study was aimed to discover the difference of the change of the foot contact area and standing ability, i. e. stability of standing posture, between bare feet and non—bare feet during six years.

Results examined were concluded as follows ;

1) The bare feet life might be more effective on the development of inside plantar arch and foot angle.

2) In the bare feet life, the placement of center of gravity when standing on both feet showed the tendency of shifting forward with advance in age, and these children had a tendency of shifting more forward than the non—bare feet children.

3) In the bare feet life, these children stabilized their standing posture as well as the non—bare children of 20 years ago.

This study suggested that the standing ability of the children should be promoted with longer life of the bare feet.

要 旨

長年にわたって、学校での素足生活を実施している小学校の児童を対象に、接地足底面の形状、ならびに直立姿勢の安定性を6年間にわたって継続測定した。そして、その年齢変化の特長を把握するとともに、対照校の児童との比較によって、素足生活の影響について検討を試みた。その結果、以下の特長を有することがわかった。

1) 接地足底面の形状は、対照校の児童に比べて土踏まず部が大きく、足角が大きい傾向を示した。

2) 直立時の重心位置は、年齢に従って足先に変移し、対照校の児童より成人に近い値を示した。

3) 直立姿勢の安定性には優れており、20年前の児童とほぼ同程度の能力を有した。

緒 言

小児に対する、裸足あるいは素足生活の奨励がうたわれて久しい。その目的とするところは、小児の身体発達の促進と感性を高めることに要約される。

そしてその成果を評価するために、さまざまな角度から検討が試みられている。たとえば、生活環境と土踏まずの形成時期との関係について検討を試みたもの^{1,3)}、裸足生活を実施している対象の方が、土踏まずの形成時期が早いことから、それを意義付けるもの¹⁰⁾などがあげられる。また、土踏まず形成状態と運動能力との関連性について検討し、両者の相関関係を明らかにしたものもある¹¹⁾。さらに、足部の形状の比較から、小児期における履物の足部に及ぼす影響を指摘するものもある^{1,2,4)}。

しかし同様の検証によって、その成果が証明されないケースも紹介されている。その一例として坂下ら(1989)¹²⁾は、土踏まずの形成率に地域差は

なく、土踏まず形成状態と運動能力や足の障害との関係はなく、また運動状況や履物との関係も認められないとしている。最近10年間の研究報告をみても¹⁵⁾、裸足や素足での生活が、必ずしも小児の心身の発達に及ぼす影響を明確に証明されているとは言いきれない。

ところで、永田ら(1986)⁹⁾は、同様な生活環境にある2校の比較により、裸足運動教育によって児童の成長が促進され、直立姿勢の安定性が向上すると報告している。しかし、対象者が5年生男子10名ずつであることから、成長の過程が不明であり性差についても触れられていない。

そこで今回、1986年に文部省から「体力づくり推進校」の指定を受け、年間を通じた素足生活を実施し、独自の体育指導を行っている小学校児童を6年間継続調査することができたので、この成果について接地足底面の形状と直立時の安定性を指標にして検討を試みた。なお、文中“素足”と“裸足”の2つの用語を用いているが、原著に従ったものであって特別な意図はない。いずれも、履物も靴下も着用していない状態(bare foot)を指して使用している。

1. 方 法

1.1 測定方法

被験者の足の裏を水で湿らせ、ピドスコープのステージ上に両足の内側をそろえた、いわゆるロンベルグの足位をとらせた。そして眼前約2mの視標を注視し、できるだけ動かないように努力させた。このときの接地足底面を35mmカメラによって撮影した。シャッタースピードは1/30secとした。

つぎに、同様の条件で、スタジオアナライザのステージ上の支持された位置にて直立姿勢を20秒間安定保持させた。このときの接地足底面積の変化、ならびに足圧中心点の動きを測定した。それぞれの測定データは、コンピュータを用いてフ

ロッキディスクにファイルした。測定時間は20秒である。

つぎに、手を腰に添えた姿勢で、左右片足立ちを10秒間ずつ行わせ、このときの足圧中心点の動きをX-Yレコーダに記録測定した。

なお片足立ちは7歳以降に実施した。

1.2 分析方法

ピドスコープを用いて撮影した写真を、実寸大に引き伸ばし、**図1**のような計測を行った。すなわち足型の内側縁・外側縁に対する接線を求め、両者の交点と第二指中央部を結ぶ線が第二指前縁・踵後縁と交わる点の長さを足長成分H Lineとした。

つぎに、H Lineを三等分する点からH Lineに対する垂線を求め、それと足型の内側縁・外側縁との交点から、足幅成分xとyを求めた。さらに内側縁と外側縁のなす角を足角とした。

スタシオアナライザによって得られた足圧中心位置信号は、コンピュータを用いてAD変換され、サンプリングタイム20 msecでデータファイルされた後、(株)スカラによるソフトプログラム(EGG Analysis)を用いて解析し、重心動揺面積

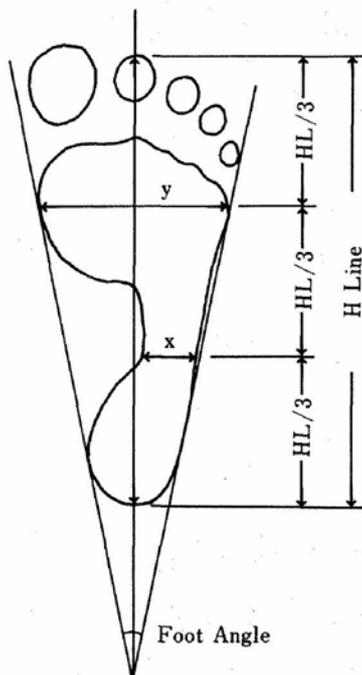


図1 接地足底面の分析方法

と総軌跡長を算出した。なお、長軸方向の重心高(真の重心点)の高さによって、投影記録された重心図の大きさが左右されるので、以下に示すように対象者の身長によって補正を行った。

$$\text{補正值} = \text{実測値} \times 130 \div \text{身長}$$

TVカメラで撮像され、マイコンを用いた面積演算器によって得られた1,200の接地足底面積値から、左右おのおのの接地足底面積の平均値と、両足全体の変動係数について検討を試みた。

また、1,200のうち最初の値から、足長を100としたときの踵からの重心位置(足底圧中心位置)を算出した。

1.3 測定対象

測定対象は、1988年4月、小学校に入学した山梨県塩山市立奥野田小学校児童男児17名、女児24名で、いずれも神経的、整形外科的疾患を持たない健常児である。

測定は、1988～1993年の6年間にかけて、毎年1回いずれも6～7月に実施した。なお、当校は「大地と大気をはだで感じ、たくましい心と体を自ら育てる体力づくり」を目標に、年間を通して学校での半袖・短パン・素足生活を実施している。

対象として、1) 長野県下伊那郡の㊸小学校男子78名、女子84名(1972年12月測定)、2) 静岡県焼津市の㊸小学校男子60名、女子60名(1972年12月測定)、3) 横浜市の㊸小学校男子57名、女子59名(1973年3月測定)、4) 滋賀県甲賀郡の㊸小学校男子106名、女子102名(1986年6月測定)の各児童の測定値を用いた(表1)。

2. 結果

2.1 接地足底面の形状

1) 接地足底面積

11歳は男女ともに、左足の方が右足よりも大きな値を示した。低学年では男子の方が、高学年では女子の方が大きな値を示した。

表 1-1 被験者のプロフィール (平均値と標準偏差)

Boy	Okunoda		㉑ Yasuokakita		㉒ Yaizunishi		㉓ Kitagata		㉔ Ayano	
	years	height	weight	height	weight	height	weight	height	weight	height
6	115.86	21.46	119.07	21.99	119.15	22.26	121.6	25.7	116.73	21.71
	3.95	3.46	4.91	3.20	4.97	2.74	3.76	4.05	4.01	3.12
7	122.14	23.74	122.73	22.91	124.82	25.02	125.29	25.72	123.46	24.59
	4.33	4.92	5.26	2.71	5.96	3.06	5.02	3.03	3.14	3.41
8	128.05	27.69	123.71	24.56	130.69	26.99	130.93	30.00	128.2	26.19
	4.37	6.68	4.34	2.61	4.26	2.76	5.39	4.08	4.71	3.78
9	133.36	30.86	132.38	28.80	135.44	29.71	137.24	32.87	129.98	28.24
	4.63	7.44	4.45	2.82	4.84	2.62	6.19	4.97	5.03	3.65
10	138.82	34.11	138.3	34.99	141.06	35.70	143.23	39.85	136.16	32.49
	4.54	8.41	5.16	8.34	4.75	5.93	4.91	8.79	4.66	6.55
11	143.66	38.48	143.67	36.19	144.22	35.86	149.08	42.7	143.49	37.19
	4.61	8.96	6.79	5.99	7.03	6.33	8.08	7.55	6.16	8.55

表 1-2 被験者のプロフィール (平均値と標準偏差)

Girl	Okunoda		㉑ Yasuokakita		㉒ Yaizunishi		㉓ Kitagata		㉔ Ayano	
	years	height	weight	height	weight	height	weight	height	weight	height
6	114.99	20.37	116.37	20.07	115.91	20.25	120.2	22.4	115.4	20.97
	4.17	2.99	3.96	2.38	3.94	1.85	2.44	1.81	3.55	3.34
7	120.58	22.12	121.11	21.71	121.48	22.60	121.69	23.48	121.21	23.84
	4.37	3.30	5.54	2.30	4.41	2.20	5.11	3.82	4.43	3.20
8	126.33	25.83	127.54	25.23	128.92	27.55	129.56	29.4	126.32	25.58
	4.77	4.46	4.76	2.39	6.36	5.43	5.47	7.07	5.9	4.17
9	132.65	28.94	135.37	29.76	130.91	28.44	136.51	32.89	133.66	30.09
	6.00	5.27	4.85	2.59	5.76	3.87	7.93	4.49	4.15	3.28
10	139.97	33.54	138.27	30.60	137.78	32.31	142.33	37.35	138.82	31.25
	6.26	6.42	4.84	3.51	6.32	6.12	7.64	7.39	5.24	5.64
11	145.68	38.92	145.94	38.42	149.94	41.72	148.54	46.3	141.69	35.29
	6.42	6.80	5.86	6.13	5.36	6.46	4.61	6.33	8.71	8.33

年間変化量は、10～11歳で大きくなったが、それまでは男女ともほとんど一定であった。なお、その傾向は男女とも左足に顕著であった。男女とも、(a)(b)(c)(d)の4校に比べて小さな値を示した(図2)。

2) x/H Line

年齢に従って小さくなる傾向を示した。なお、7歳では男女の右足が、10歳では男女の左足がやや大きな値を示した。

年間変化量は、7～8歳ならびに10～11歳では減少する傾向を示した。男子は、(a)(b)(c)の3校の児童と比べて左右とも小さな値を示した。女子も、同様の傾向が見られたが、男子ほどその差は顕著でなかった(図3)。

3) 足角

男女とも、いずれの年齢においても左足の方が

右足よりも大きな値を示した。9歳男子が大きな値を示した。男子の方が女子よりも大きな値を示した。

女子は年齢による変化が小さく、年間変化量は男子に比べてきわめて小さかった。男子は8～9歳で増加し、9～10歳で減少傾向を示した。(c)校の児童と比べて、男女とも大きな値を示した(図4)。

2.2 直立姿勢の安定性

1) 重心位置

7歳でやや小さな値を示したが、男女とも年齢に従っておおむね大きくなる傾向を示した。(a)(b)(c)(d)の4校の児童に比べて、10歳と11歳の男女とも大きな値を示した(図5)。

2) 足底面積全体の変動係数

男女とも6歳と11歳で小さな値を示した。ま

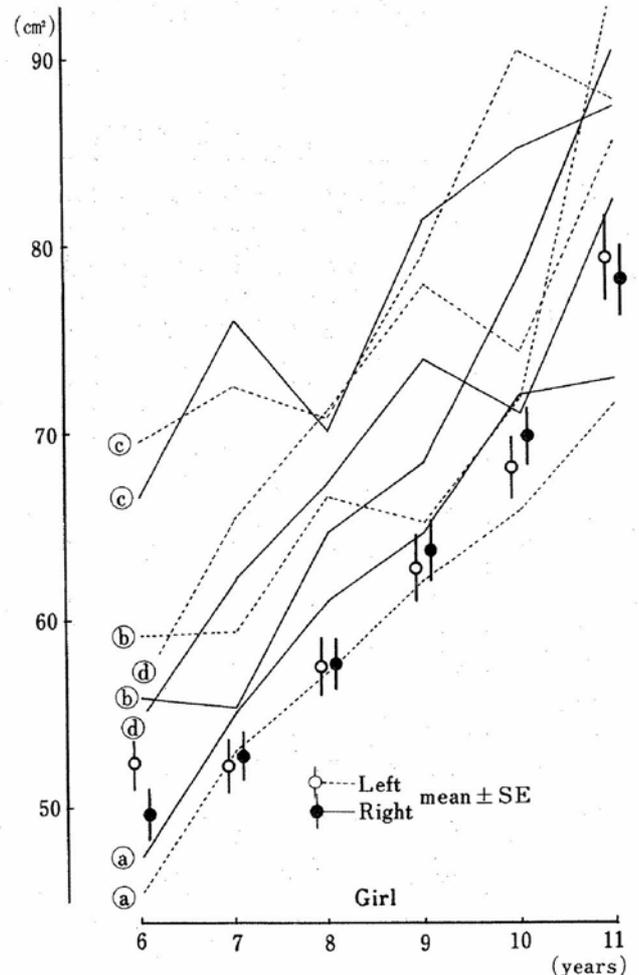
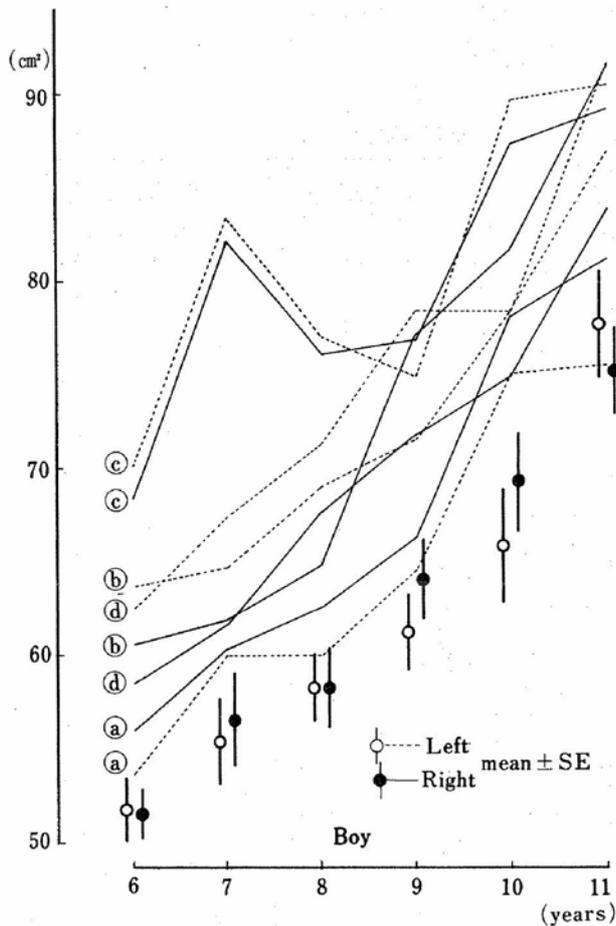


図2 接地足底面積

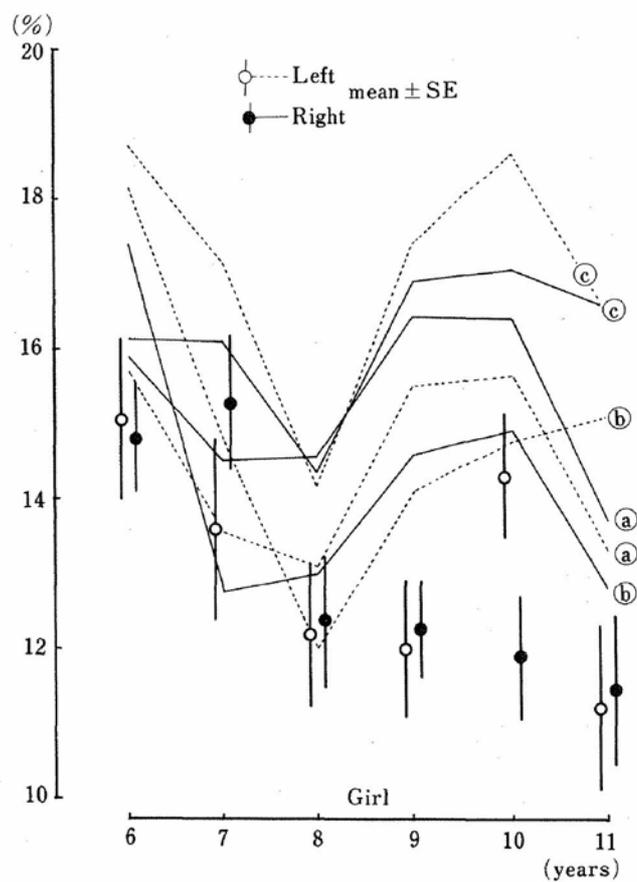
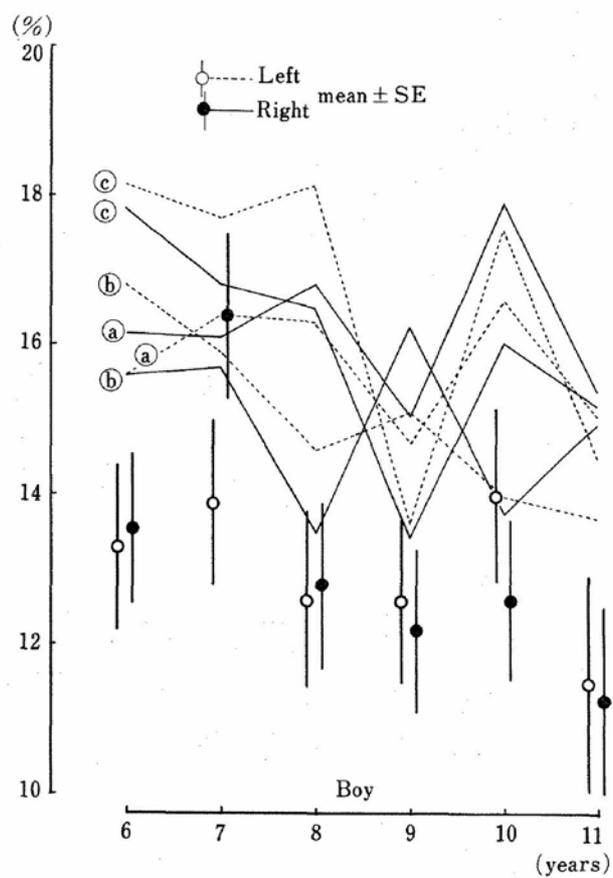


図3 x/H Line

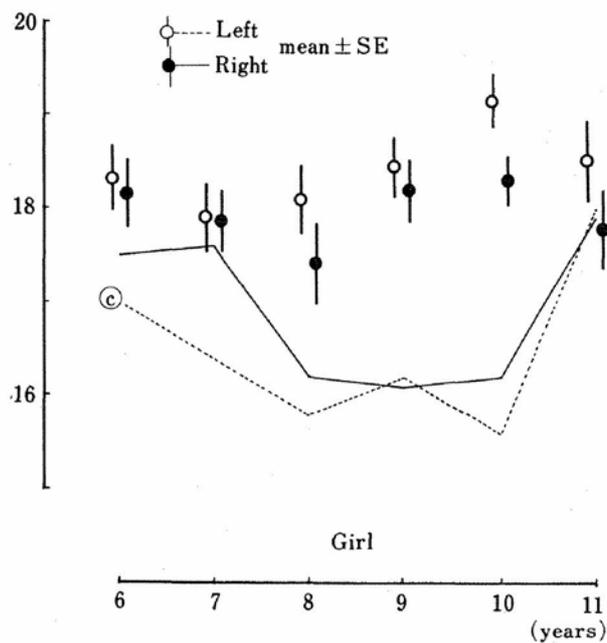
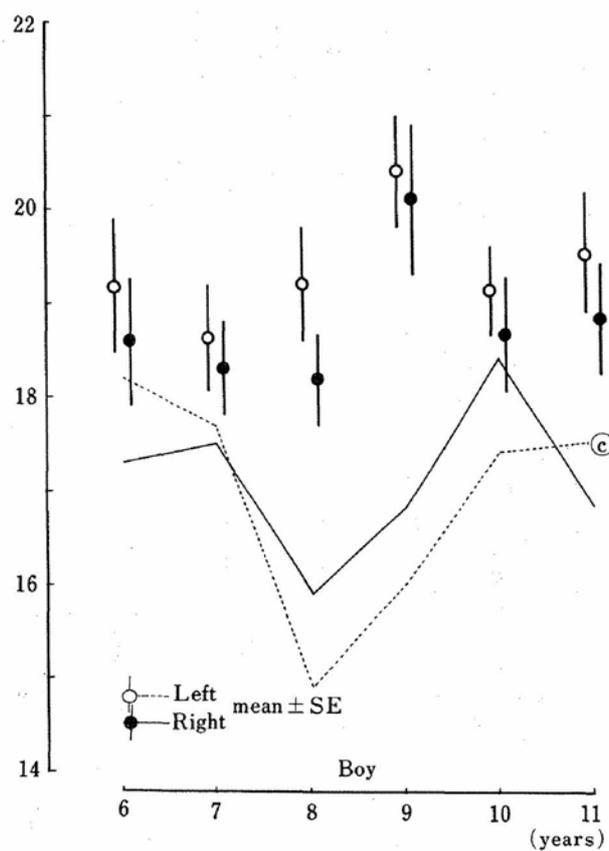


図4 足角

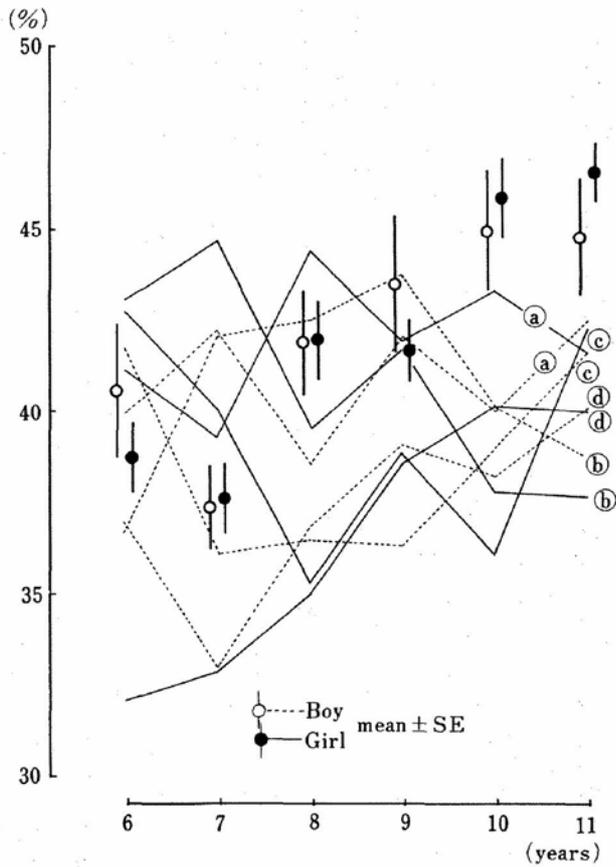


図5 足長を100としたときの踵からの重心位置

た、いずれの年齢においても、女子の方が男子に比べて小さな値を示した。男女とも、6～7歳にかけてその値が大きくなり、10～11歳にかけて小さくなった。④校の児童と比べると、9～10歳で男女ともやや大きな値を示したが、11歳では両者の差は小さくなった(図6)。

3) 重心動揺面積

いずれの年齢においても、女子の方が男子に比べて小さな値を示した。年間変化量は、6～7歳の男子がやや大きな値を示したが、その他はほとんど変化がなかった。つまり、11歳以降もお減少傾向が進行している様相を示した。男女とも、④校の児童よりも小さな値を示し、他の①②③の3校の児童とはほぼ同様の値を示した(図7)。

4) 重心動揺総軌跡長

図8は、各自の6年間の変化を示したものである。平均値は、重心動揺面積とはほぼ同様の傾向を

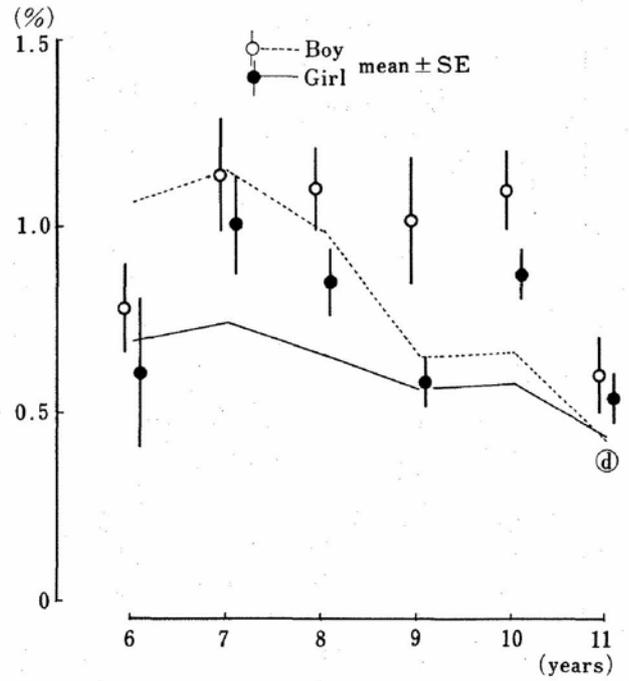


図6 接地足底面積の変動係数

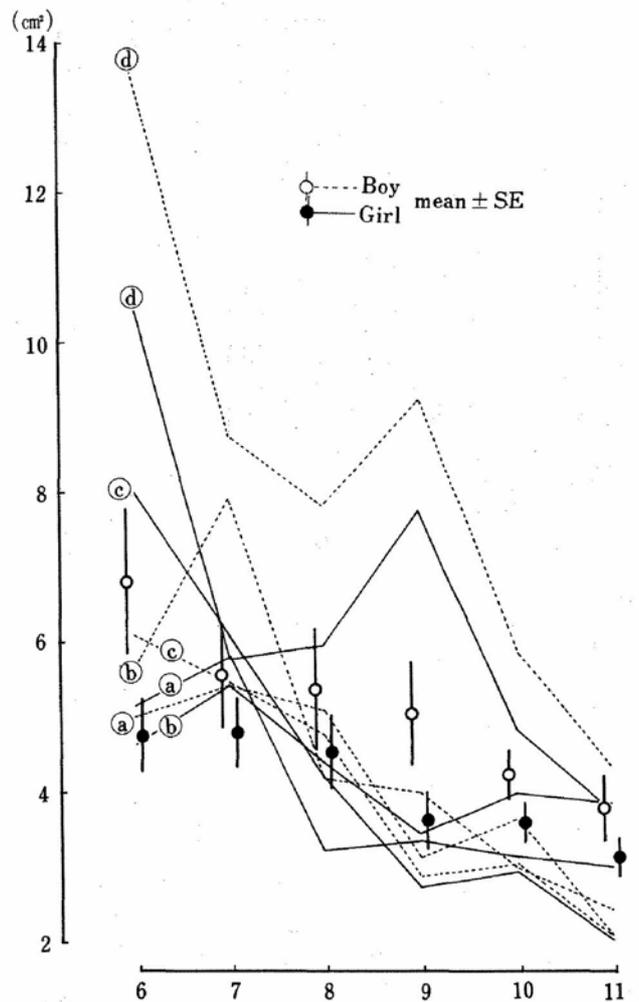


図7 重心動揺面積

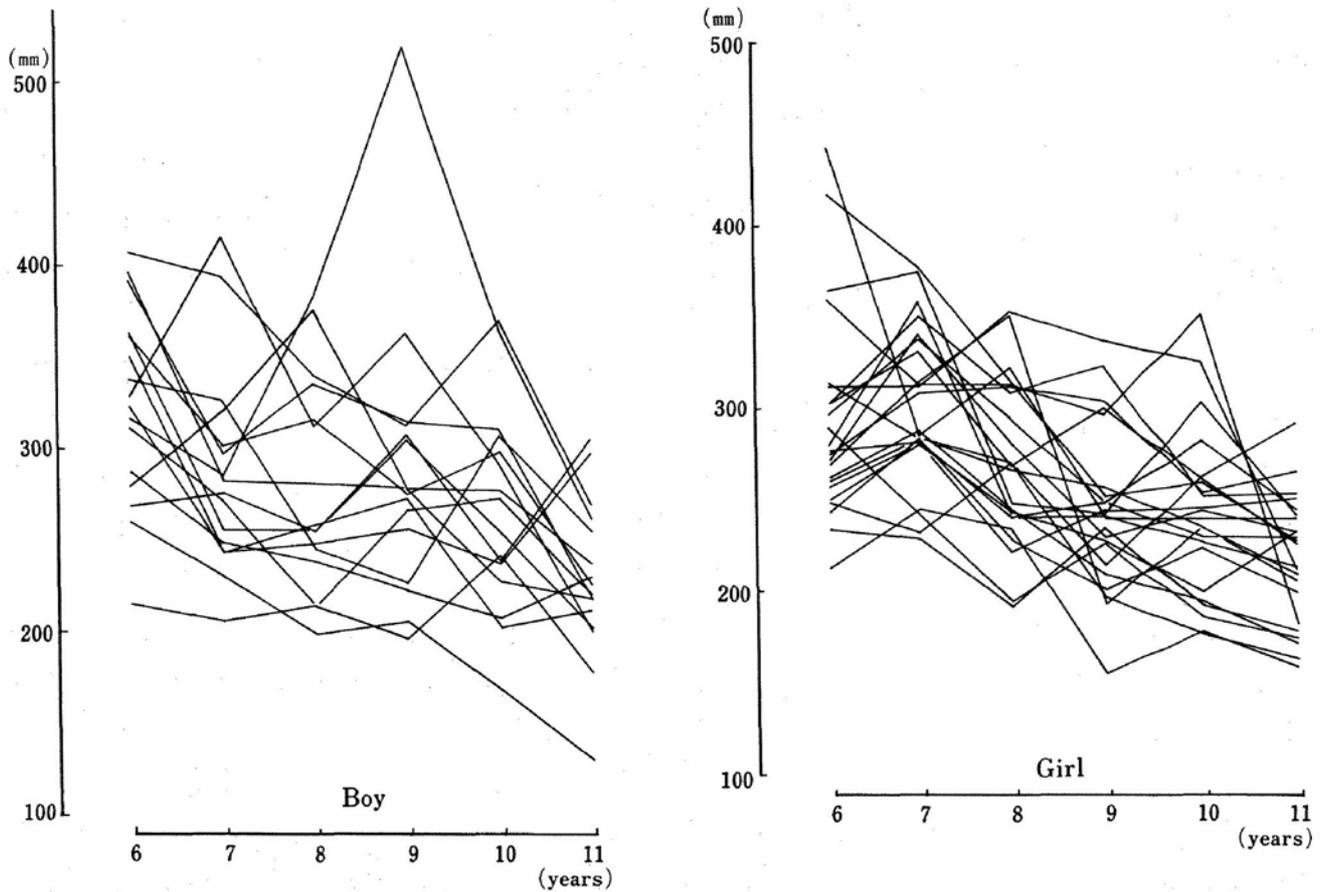


図8 重心動揺の総軌跡長—個人別変化—

示すものの、男女とも年齢に従った一様の変化は認められなかった。

5) 片足立ち重心動揺面積

いずれの年齢においても、女子の方が男子に比

べて小さな値を示した。また年齢に従って小さくなる様相を示した。男子は7歳と9歳で左足の方が右足よりもおおきな値を示した。女子は8歳と11歳で同様の傾向を示した。年間変化量は、低学

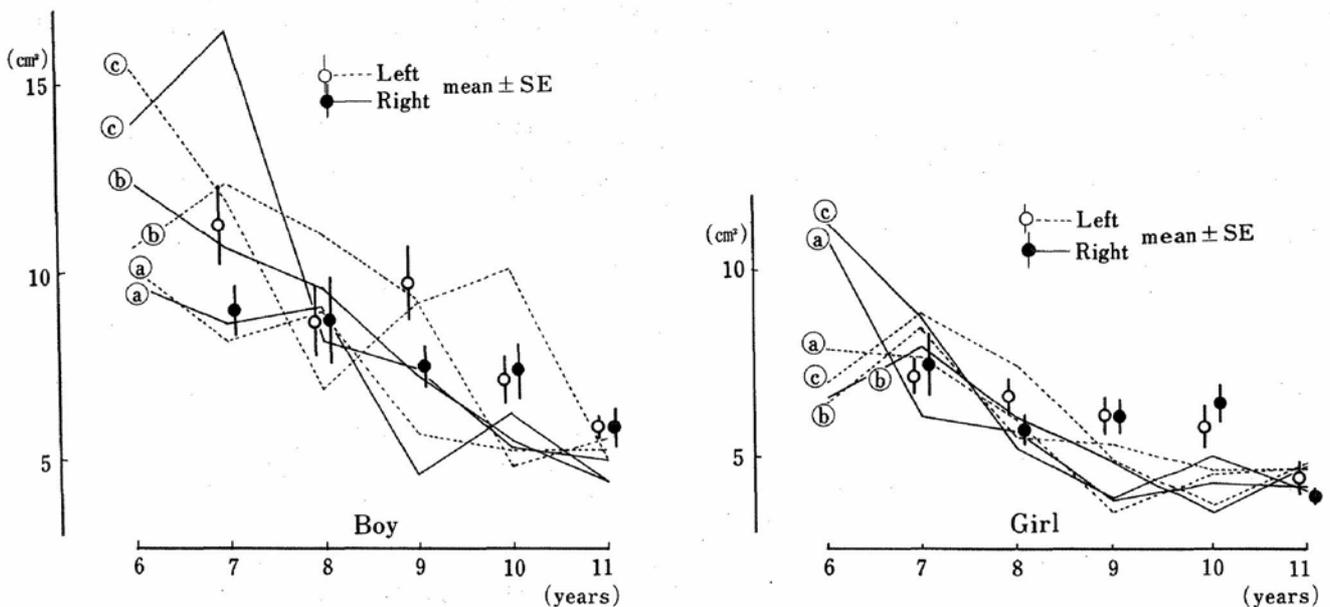


図9 片足立ちにおける重心動揺面積

年と高学年で大きく、8～10歳頃はほとんど変化がなかった。この傾向はとくに女子において顕著であった。男女とも①②③の3校の児童とほぼ同様の値を示した。ただ、9歳と10歳の女子は上記3校の児童に比べて、やや大きな値を示した(図9)。

3. 考 察

3.1 接地足底面の形状

接地足底面積は、対照校の児童に比べて小さな値を示した。浅見ら(1991)¹⁾は、裸足生活環境によって接地足底面積が増大するが、それは靴の生活では足趾が浮き上がるためであると述べている。永田ら(1986)⁹⁾も、裸足教育によって、足趾部と踵部の面積が大きい傾向にあることを報告している。

これらのことから、素足による運動刺激によって接地足底面積が小さな値を示したのは、土踏まず部の面積が大きいことによるものと考えられる。

しかし、この傾向はすでに6歳から観察されること、また対照校において男女とも①<②=③<④の傾向にあることから、地域による生活環境そのものに左右されていることも否定できない。

なお、身長と体重による体格の差異については、奥野田小学校は④とほぼ同じ値を示しており、おおむね④<①=②<③の傾向であった。奥野田小学校が小さく、④が大きな値を示すのは、接地足底面積と同様の傾向であるが、④校については、他校に比べて土踏まず部の面積が小さいことが確認されている⁶⁾。このことから、接地足底面積は体格の差異による足の大きさに左右される可能性は小さいものと思われる。

x/H Lineは、対照校の児童に比べて小さな値を示した。また、年齢に従って小さくなる傾向が認められた。

足長成分H Lineに対する足幅成分xの値x/

H Lineは、足の大きさに左右されずに土踏まず部の大きさを把握するのに都合の良いパラメータであると思われる。

浅見ら(1991, 1993)^{1,2)}、原田(1981)³⁾、永田ら(1986)⁹⁾は、土踏まず部の面積を計測しているが、いずれも裸足による運動刺激によって、その値が大きくなると報告している。

野田(1980)¹⁰⁾は、H Lineを基準にした土踏まずの形成率から、裸足生活が土踏まず形成を促進すると報告している。また、吉澤ら(1984)¹⁶⁾は、ベタ足であった幼児を対象に、素足による5ヵ月のトレーニング効果について検討を試み、土踏まず部の面積が増加することを確認したが、x線写真による足弓窿には変化が認めていない。その理由として、トレーニングの質と量に問題があったとしている。

これらは、研究の手法は異なるものの、いずれも素足による運動刺激の方が、靴着用に比べて土踏まず部を大きくするという結果を支持するものである。

なお、男女とも、7歳の右足と10歳の左足がやや大きな値を示したが、この理由については説明を付け難く、何らかの計測ミスであるとも思われる。

足角は、男女ともいずれの年齢においても左足の方が右足よりも大きな値を示した。この結果は、一般健常成人(1981)⁸⁾とは異なる傾向である。足角は対照校である、④校の児童に比べて、男女とも大きな値を示した。

浅見(1991)¹⁾は、幼児を対象にして、5ヵ月間の下駄着用、靴着用と裸足の三様式的生活経験の違いについて、足趾形状の差異を比較している。その結果、足幅の対足長比は、靴着用によって下駄着用と裸足のグループが有意に大きくなったことを認め、靴が足の幅育を押えていると述べている。しかし、足角は、今回見られたような傾向は得られていない。

臼井ら(1983)¹³⁾は、学校にて素足での爪先立ち静止姿勢を習慣化している児童の3年間にわたる調査から、足角が大きくなることを確認している。また永田ら(1986)⁹⁾も、児童の5年間の裸足運動によって同様の結果を得ている。

これらのことから、素足(裸足)による運動刺激によって足角は大きくなるが、それには長期の継続刺激が必要であると思われる。

3.2 直立姿勢の安定性

踵からの重心位置は、7歳でやや小さな値を示したが、男女とも年齢に従っておおむね大きくなる傾向を示した。また他の4校の児童に比べて、10歳と11歳において男女とも大きな値を示し、重心は足先方向に位置していた。

永田ら(1986)⁹⁾のデータでは、対照校の児童より踵寄りに位置しており逆の傾向を示している。この違いについては、被験者数の違いと足位(foot posture)の違いなどが考えられる。なお、成人の重心位置は、踵から47%付近にあることから⁸⁾発育発達に従って足先方向に変移することは容易に推測される。

④校でも同様の傾向が認められている。しかし各年齢男女とも小さな値を示した。また、①②③の3校では、このような傾向が観察されていないことから、素足による運動刺激と爪先立ち運動によって足趾の底屈力が向上したものと考えられる。また、爪先立ちは背筋を伸ばすこともできる。

これらの結果から、凹円背に代表されるような、幼児型の立位姿勢から成人型への変化が促進され、それに伴って重心位置が足先方向に変移したものと推測される。

接地足底面積の変動係数は、④校の児童と比べると6歳と11歳を除いて、男女ともやや大きな値を示した。また、年齢に従った一定の減少傾向がみられなかった。しかし、以下に示す重心動揺では、逆に④校の児童よりも小さな値を示した。

このことから、身体の安定性を保持するために

足部の、とくに足趾によって微調節されており、その結果、接地足底面積の変動が大きくなったものと考えられる。

重心動揺面積は、いずれの年齢においても女子の方が男子に比べて小さな値を示した。年間変化量は、6~7歳の男子がやや大きな値を示したが、その他はほとんど変化がなかった。つまり、11歳以降もなお減少傾向が進行していることが推測された。男女とも④校の児童よりも小さな値を示し、他の①②③の3校の児童とほぼ同様の値を示した。なお、対照校である④校は1986年に、①②③の3校の測定は、20年ほど前の1971年から1973年にかけて実施された。

学校を取り巻く環境は、この20年間に大きく変わってきたように思われる。とくに、児童の身体活動の機会が減少したことは容易に推測される。ところで、何らかの原因によって身体活動が制限された環境に置かれた場合、一般の児童に比べて立位の安定性が劣ることが確認されている^{6,7)}。

今回、対照校に比べて、立位の安定性が優れているという結果が得られなかった。しかし、以上の点から素足での活動が児童の立位の安定性を促すことができなかつたのではなく、十分に効果が得られたものと解釈することができる。

また、重心動揺の年齢変化から、11歳を過ぎてもさらに小さく安定していくことが予想された。このことは、児童期における素足生活の経験が、以後の発達に何らかの影響を及ぼすものと推測され、今後の大きな検討課題の一つである。

重心動揺の総軌跡長も、動揺面積とほとんど同様の傾向を示した。この値に関しては、個々の対象児童の6年間の変化について検討を行った。平均値では年齢に従って小さくなる様相が確認されるが、ほとんどの対象が一定の変化をせずに増減を繰り返していた。このことは直立姿勢の安定保持には、身体の発達だけでは説明できない要素が

含まれていることを意味する。

また、素足生活という刺激負荷が個々の児童に対して、一様に影響を及ぼすものではないことは容易に推測される。上記の結果はそのことをも反映していると思われるが、これは学校教育における最大の課題であって、ここではこれ以上の言及は控えたい。

なお、女子において、7歳の方が6歳に比べて大きな値を示す例が多かった。就学直後に比べて、学校生活に慣れた1年後の児童の方が総じて落ち着きがない、という教師の意見があった。このことは、直立姿勢の安定性が精神的な要因によっても、影響を受けていることを反映するものである。

片足立ちにおける重心動揺面積も、両足立ちとほぼ同様の結果が得られた。児童期における直立姿勢の安定性は、女子の方が男子よりも優れていることは、これまでの測定結果と同様の傾向である^{8,14)}。

4. 結 語

長年にわたって学校での素足生活を実施している、山梨県塩山市立奥野田小学校の児童を対象に、接地足底面の形状、ならびに直立姿勢の安定性を6年間にわたって継続測定し、その年齢変化の特長を把握するとともに、コントロール群との比較によって素足生活の影響について検討を試みた。その結果、以下の特長を有することがわかった。

①接地足底面の形状は、対照校の児童に比べて土踏まず部が大きく、足角が大きい傾向を示した。

②直立時の重心位置は、年齢に従って足先に移り、対照校の児童より成人に近い値を示した。

③直立姿勢の安定性には優れており、20年前の児童とほぼ同程度の能力を有した。

以上のことから、素足生活体験は、身体の手台

としての足の機能の発達を促進させることができるものと考えられた。しかし、発達の様相には個人差も見られ、児童期における素足生活体験が、その後の発達にどのような影響を及ぼすのか、きわめて興味のあるところであり今後の大きな検討課題の一つである。

謝 辞

稿を終えるにあたり、終始ご指導をいただきました、放送大学客員教授の平沢彌一郎先生に感謝の意を表します。

また、測定に快くご協力をいただきました塩山市立奥野田小学校の教職員ならびに児童の皆さんに厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 浅見高明, 渋谷侃二, 杉本光公; 下駄・裸足・靴の幼稚園生活が足趾形状に及ぼす影響について, 体育科学, 19, 101-110 (1991)
- 2) 浅見高明; 幼児の足の捕地機能に及ぼす履物の影響について, デサントスポーツ科学, 15, 212-218 (1994)
- 3) 原田碩三; 通園距離と園内活動量と土ふまずの形成について, 保健の科学, 23 (5), 354-355 (1981)
- 4) 原田碩三; 幼児の足指の力と履物, 教育医学, 34, 1, 22, 52-53 (1988)
- 5) 橋本 勲, 相川りゑ子; 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身体活動状況に関する研究, 国立栄養研究所報告, 35, 45-52 (1986)
- 6) 平沢彌一郎; スタシオロジー, (6), 一児童の直立能力の発達と生活環境, 静大養研究報告書, 10, 47-70 (1974)
- 7) 平沢彌一郎; スタシオロジー, (8), 一航空機騒音が学童の直立能力に及ぼす影響について, 静大養研究報告書, 12, 43-64 (1976)
- 8) 平沢彌一郎; 直立歩行を支える左足, サイエンス, 11, 32-44 (1981)
- 9) 永田 晟, 高橋 健; 直立姿勢保持とはだし運動教育—足底形態と安定性の関係, 姿勢研究, 6, (1), 13-18 (1986)
- 10) 野田雄二; 日本の子どもの土ふまずに関する研究(第2報)—幼児期の土踏まずの形成時期及び生活環境が及ぼす影響について, 玉川大学文学部紀

- 要「論叢」, 21, 65-87 (1980)
- 11) 新宅幸憲, 山形 修, 乾 道生, 赤塚 勲; 幼児期における足跡と運動能力について, 大阪成蹊女子短大研究紀要, 30, 43-52 (1993)
 - 12) 坂下玲子, 荒木田美香子, 足立和隆, 平山宗宏; 土踏まずの形成に関する検討, 学校保健研究, 31 (1), 28-34 (1989)
 - 13) 臼井永男, 平沢彌一郎, 川上賢爾; 長作小学校児童の直立能力について, 姿勢研究, 3 (2), 65-71 (1983)
 - 14) 臼井永男, 平沢彌一郎, 山本岩男, 村林岑生; 小児の足の機能的左右差に関する発育発達の考察, 姿勢研究, 11 (2), 79-85 (1992)
 - 15) 臼井永男, 渡邊 功; 姿勢研究最近 10 年の動向 (2) — 接地足底面ならびに重心動揺の発育・発達的研究, 学校保健研究, 35, 171-174 (1993)
 - 16) 吉澤正伊, 根本芳男, 三村寛一, 山田耕司, 飯田順一, 伊藤俊彦, 森下活二, 川谷卓雄; 幼小児期の足弓隆形成と保育環境に関する研究, デサントスポーツ科学, 5, 156-164 (1984)