[原 著]

児童期の足形態の発育について

(1)足蹠の年齢別特徴と踇趾角の出現状況とその意義

田 口 秀 子*

A Study on the Development of the Foot Shape in Childhood

(1) Characteristics of the sole of the foot by age group, the appearance of the big-toe angle and its significance

Hideko TAGUCHI*

The sole replicas were obtained by Monkemoller-Kopelan method from 878 children aged 6, 11, 13, 14, 15 and 21. In these replicas the length and width of the sole and the big-toe angle were measured, and the development of the foot shape by age and sex, the process of the deformation of the foot and the characteristics of the sole were observed.

In this report, the author observed the big-toe angle which is said to be most influenced by the sole deformation caused by footwear, and discussed the appearance of the angle and its significance.

1) In the males the width of the sole increased according to the increase of the length, while in the females the width decreased to show a narrow foot shape when the length was beyond 21.5cm.

2) In many cases the big-toe angle became large in parallel with age, which was particularly true in the females. It suggests that the male supports the body weight on the whole sole but the female does the same on the big-toe.

3) The decrease of the foot width observed in the females is related to the appearance of the big-toe angle, and the narrow foot is able to support the body weight easily by the aid of the increasing big-toe angle.

4) The appearance of the big-toe angle is due to the characteristic walking of human beings on two feet keeping the body upright. The acquired skill in walking is considered to accelerate the formation of the big-toe angle in childhood.

I 緒 言

足の保護を目的として、人が現在の様な靴を履きはじめた歴史は古く、19世紀後半に我が国で初めて靴が履かれた頃には、すでに欧米では、幼児期から日常生活の中で、靴を履くことが一般化し

ていた。

近年、我が国でも日常生活が急速に欧風化するに伴い、幼児期から靴を履くことが慣習化されて来た。したがって、現在我々の生活から靴を切り離して考えることはできない。履き物に要求される衛生的条件として考えられることは、身体的全

* 和洋女子大学

* *Wayo Women's University*

体重を無理なく支えて平衡を保ち、しかも、生活活動に便利で歩行運動に有利であるばかりでなく、さらに、外部環境から加えられる諸種の刺激や汚染、また、寒暑等から足を保護するとともに、足と大地間の衝撃を吸収して緩げ、かつ、履き心地の良いこと等である。したがって、履き物を選ぶに当たっては、前述した履き物に要求される条件を満たす立場から、その選択をしなければならない訳であるが、現実には、履き物を選ぶ時に、機能性よりもむしろファッション性を重視する傾向が強い。

Gehrke(1913)は、先の尖った形の靴を常用すると、踵趾が外側に強く屈曲し、着靴動作時には、足先部のみに強度な圧迫が集中することによって、趾節部圧迫による足の障害が惹起されると述べ、また、GlasowとMüller(1951)、HettingerとMüller(1953)および三浦(1947)は、重い靴や履き物の種類によって、歩行時のエネルギー消費量が異なると報告しており、履き物による全身的な疲労をも招く原因となることが考えられる。

これらの足の機能を考慮しない靴は、着靴時および歩行時に足の障害として出現するばかりでなく、三浦(1948)によれば、履き物による負荷歩行においては上体が前屈姿勢をとり、身体を支持している膝や腰が屈位の姿勢をとると指摘しており、これらの結果として直立二足歩行を容易に正しく推進させることを困難とし、履き物による負荷が、全身的な姿勢をも悪化させる誘因となることが考えられる。

この様に、足の健康維持に履き物のもつ意味は大きく、機能性よりもファッション性が先行した履き物を幼児より履くことは、足部趾先部に変形を招き、直立二足歩行障害の原因となることが指摘できよう。

本研究では、足蹠レプリカを男女の年齢階級別に採取し、同時に使用している靴寸法をも調査し、その足蹠形態を分類するとともに、足蹠長、足蹠幅および踵趾角を測定して、男女年齢階級別足蹠の特徴を把握することから、履き物によって惹起されるであろう足蹠変型の中で、その影響が最も

大きいとされている踵趾角の観察と、その出現状況について、また、その意義について検討を行ったものである。

II 方 法

(1) 被検者

幼稚園児＝6歳(47名、市川市)、小学5年生＝11歳(100名、蓮田市)、中学1年生＝13歳(201名、柏市)、中学2年生＝14歳(205名、柏市)、中学3年生＝15歳(170名、柏市)、大学生＝21歳(155名、市川市)

以上の男女878名を被検者とし、年齢階級別にその特徴を把握することを試みた。

その被検者群については表1に示した。

(2) 検査方法

1) 足蹠レプリカの採取方法

足蹠レプリカの採取は、三浦(1956)が用いたモンクモラーとカプランの方法により行った、

被検者は、各自に自由な姿勢で10%塩化第二鉄溶液を含ませた布片上に直立して、左右両側の足蹠面に試薬をつける。その後、歩行方向の前面床上におかれた白紙上に、楽な姿勢で直立させて足蹠型をとり、乾燥後、チオシアン酸アンモニウム2.5g、エチルアルコール10mlを、エチルエーテルで100mlとした液を塗布して、茶褐色に発色した足蹠レプリカを採取する。

2) 足蹠レプリカの測定方法

図1に示した様に、足蹠レプリカの踵点、足先点、腓側中足点および脛側中足点を定めて、足蹠長、足蹠幅、踵趾角の測定を行った。これらの詳細な測定法は検査項目において説明した。

表1 被 検 者

年 齢	男	女	
6	29	18	幼稚園児 (1975)
11	51	49	小学5年生 (1976)
13	100	101	中学1年生 (1976)
14	105	100	中学2年生 (1976)
15	99	71	中学3年生 (1976)
21	51	104	大 学 生 (1975)

(3) 検査項目

1) 身長

2) 足蹠長

足蹠レプリカの踵点から足先点までの直線距離

3) 足蹠幅

足蹠レプリカの脛側中足点と腓側中足点までの直線距離

4) 踇趾角

図1に示した様に、足蹠レプリカの脛側中足点と踵部内側を結ぶ基準線を引き、この基準線に対して踇趾指節部と脛側中足点に切線を引き、これら両線によって生じる角を踇趾角とする。

5) 靴のサイズ

被検者が使用している靴の表示サイズ

6) 扁平型足蹠

足蹠レプリカより、正常型、扁平型、やや扁平型に分類した。

図1 足蹠レプリカの測定方法

Ⅲ 成 績

(1) 足蹠レプリカの分類

まず、採取した足蹠レプリカから、正常型足蹠

と扁平型足蹠の分類を行った。一部では、足蹠レプリカから扁平足の判断をくだすことは危険であるといっているが、著者はこのことにとらわれず、次の様に足蹠型態の分類を試みた。即ち、足蹠レプリカ上に土ふまずの見られなかった者を扁平型足蹠、また、足蹠の中央内側に弯曲がわずかに見られ、土ふまずの形成の少ないものをやや扁平型とし、これらに分類されない足蹠内側彎曲形の明確なものを正常型足蹠として分類した。

以上の様に分類した代表例は、写真1～7に示し、6歳～21歳までの年齢別、男女別分類の概要は図2に示した。

足蹠レプリカから観察すると、6歳では扁平型足蹠が多く、写真1の代表例で示したように、男子ではその出現率が32%、女子では31%で、男女にほぼ同率で扁平型足蹠が出現している。また、やや扁平型の足蹠は、図2に示すとおり、男子40%、女子30%となっており、これらの扁平型およびやや扁平型足蹠を除くと、6歳の正常型足蹠は男子32%、女子41%で、扁平型足蹠は女子に対して男子に多く出現する結果を得た。11歳では、6歳で見られた扁平型足蹠が少なくなり、写真2に示した様に、男子に73.5%、女子に69.5%の正常型足蹠を観察したが、これに対して写真3に示した扁平型足蹠は、男子22.5%、女子5.5%見られ、女子の出現率は男子に比較して少ない。写真4には、正常型足蹠の例を示したが、13歳の男子に98%、女子に98%が見られ、写真5に示した14歳の男子では93%、女子では98%、ついで写真6に示した15歳の男子では93%、女子では98%となり、13、14、15歳ともその出現率は同傾向を示した。21歳では、写真7に示した様に、男子82%、女子85%の正常型足蹠が見られた。

以上に述べたように、各年齢別足蹠に見られた正常型足蹠および扁平型足蹠の出現率は、6歳男女では正常型、やや扁平型および扁平型足蹠がほぼ同率で出現した。また、11歳からは正常型足蹠が多く、扁平型およびやや扁平型足蹠の出現率が減少しているが、男子では、女子に比較して扁平型足蹠の出現が21歳まで多く見られた。

写真1 (%は出現率を示した)

6歳 男 扁平型足跡 (32%)

6歳 女 扁平型足跡 (31%)

写真2

11歳 男 正常型足跡 (73.5%)

11歳 女 正常型足跡 (69.5%)

写真3

11歳 男 扁平型足跡 (22.5%)

11歳 女 扁平型足跡 (5.5%)

写真4

13歳 男 正常型足跡 (98%)

13歳 女 正常型足跡 (98%)

写真5

14歳 男 正常型足跡 (93%)

14歳 女 正常型足跡 (98%)

写真6

15歳 男 正常型足跡 (93%)

15歳 女 正常型足跡 (98%)

(2) 足蹠長・足蹠幅・踰趾角

足蹠レプリカから、図1に示した測定法にもとづき測定した足蹠長・足蹠幅および踰趾角の結果を表2、表3に示した。表2に見られる様に、男子における足蹠長の測定値は、左 $15.92 \pm 0.98\text{cm} \sim 24.49 \pm 0.94\text{cm}$ 、右 $16.80 \pm 0.99\text{cm} \sim 23.87 \pm 0.90\text{cm}$ で、年齢の増加に伴い身長伸びとともに足蹠

長の伸びが見られたが、この関係を身長100に対する示数で見ると、左足蹠長では各年齢間に差が見られず $14.19 \sim 14.28$ であるのに対して、右足蹠長では $15.07 \sim 13.92$ となり、身長に対する足蹠長の割合は、年齢増加に伴って小さくなる傾向を示した。足蹠幅については、身長伸びに伴って、幅広くなる傾向であり、左 $6.77 \pm 0.40\text{cm} \sim 9.70 \pm$

写真7

21歳 男 正常型足蹠 (82%)

21歳 女 正常型足蹠 (82.5%)

写真8

21歳 女 変型足蹠 1

趾先間隔が狭く、第2趾が浮いており、第5趾は痕像が認められない。

21歳 女 変型足蹠 2

第2趾が浮いており、痕像は不完全で踰趾角が大きい。

0.74cm, 右6.75cm $\pm$ 0.45cm $\sim$ 9.55 $\pm$ 0.77cmで, 右より左の足蹠幅がやや大きい。しかし, 左右の足蹠幅ともに, 身長に対する示数の著しい変化は見られず, 左6.07 $\sim$ 5.60, 右6.05 $\sim$ 5.56で, 年齢増加とともに対身長示数は小さくなり, 身長の伸びの方が先行する傾向が見られたが, 各年齢間の対身長示数に大差は認められない。

女子の足蹠長について, 表3によると, 左16.12 $\pm$ 0.71cm $\sim$ 22.33 $\pm$ 0.98cm, 右16.89 $\pm$ 0.54cm $\sim$ 21.36 $\pm$ 0.89cmで, 男子と同様に年齢増加に伴って伸長する傾向が見られたが, 女子の身長は13歳まで男子より優位で, 左足蹠長は男子より大きい, 14歳以降は男子の左足蹠長よりも劣る傾向を示した。また, 身長は6歳, 11歳で女子の方が男子より高く, 13歳で男女が同じ身長となるが, 14歳, 15歳, 21歳の身長では, 女子よりも男子の伸長が著しい。この時期での, 女子の左右足蹠長では, 年齢別に全く差は見られず, 身長が伸びても足蹠長の対身長示数は変わらず14.28を示した。この傾向は, 年齢別身長の高低に関係なく男子と

全く同傾向を示した。これに対して右足蹠長は, 14.96 $\sim$ 13.66で, 年齢増加及び身長の伸びに伴って, 足蹠長の対身長示数は小さくなる傾向を示した。足蹠幅は, 左6.76 $\pm$ 0.33cm $\sim$ 8.47 $\pm$ 0.45cm, 右6.76 $\pm$ 0.32cm $\sim$ 8.52 $\pm$ 0.48cmであり, 左右差は顕著に見られないが, 男子と比較して11歳までは女子の足蹠幅が広く, 13歳以降男子の足蹠幅が広がる。また, 対身長示数は左5.98 $\sim$ 5.41, 右5.98 $\sim$ 5.44で, 女子より男子の方が大きい傾向を示した。踰趾角(表2, 3)は, 男子及び女子ともに左が大きく, 踰趾角の拡大は特に女子に顕著であり, 6歳男子の左踰趾角4.15 $\pm$ 3.93度, 右2.98 $\pm$ 2.45度に対して, 女子の左踰趾角4.02 $\pm$ 3.86度, 右3.58 $\pm$ 3.44度であるが, 21歳では男子の左踰趾角7.94 $\pm$ 4.33度, 右6.81 $\pm$ 4.40度に対して, 女子の左踰趾角は11.48 $\pm$ 6.21度, 右10.81 $\pm$ 5.94度を示しており, 年齢増加とともに女子は男子より踰趾角の拡大することが明らかである。

以上, 身長の伸びに対する足蹠長・足蹠幅, 踰趾角および靴のサイズにおける全体傾向は図3,

図2 正常型足蹠に対する扁平型足蹠の出現状況

表2 年齢別男子における足蹠の測定値(cm)

年 齢		6	11	13	14	15	21
被 験 者 数		29	51	100	105	99	51
身 長		111.46±5.52	138.32±6.12	151.01±8.55	156.53±8.57	163.07±6.05	171.46±5.52
靴のサイズ		18.10±1.11	22.50±0.91	24.94±1.12	25.11±0.98	25.60±0.82	25.54±0.71
足 蹠 長	左	15.92±0.98	19.76±1.06	21.43±1.19	22.37±1.07	23.29±0.97	24.49±0.94
	示数	14.28	14.28	14.19	14.28	14.28	14.28
	右	16.80±0.99	20.74±1.01	22.71±1.16	23.10±1.06	23.44±0.97	23.87±0.90
	示数	15.07	14.99	15.03	14.74	14.37	13.92
足 蹠 幅	左	6.77±0.40	8.24±0.65	9.07±0.54	9.29±0.51	9.44±0.54	9.70±0.74
	示数	6.07	5.95	6.00	5.93	5.78	5.60
	右	6.75±0.45	8.15±0.56	9.07±0.57	9.24±0.54	9.44±0.50	9.55±0.77
	示数	6.05	5.89	6.00	5.89	5.78	5.56
踵 趾 角	左	4.15±3.95	4.12±4.34	7.67±4.69	8.55±4.01	8.47±3.96	7.94±4.33
	右	2.98±2.45	4.50±4.53	7.45±4.67	7.67±4.14	7.46±3.61	6.81±4.40

$$\text{示数} = \frac{\text{足蹠長又は足蹠幅}}{\text{身 長}} \times 100$$

表3 年齢別女子における足蹠の測定値(cm)

年 齢		6	11	13	14	15	21
被 検 者 数		18	49	101	100	71	104
身 長		112.87±3.66	140.78±6.93	151.61±5.85	153.71±4.96	155.08±4.67	156.35±4.92
靴のサイズ		18.11±0.58	21.90±0.81	23.08±0.60	23.22±0.65	23.33±0.57	23.15±0.61
足 蹠 長	左	16.12±0.71	20.11±2.68	21.65±0.88	21.95±2.16	22.15±0.75	22.33±0.98
	示数	14.28	14.28	14.28	14.28	14.28	14.28
	右	16.89±0.54	20.48±1.03	21.44±0.90	21.52±0.95	21.41±0.80	21.36±0.89
	示数	14.96	14.54	14.14	14.00	13.80	13.66
足 蹠 幅	左	6.76±0.30	8.33±0.57	8.59±0.44	8.72±0.50	8.73±0.49	8.47±0.45
	示数	5.98	5.91	5.66	5.62	5.62	5.41
	右	6.76±0.32	8.18±0.52	8.60±0.44	8.66±0.47	8.70±0.46	8.52±0.48
	示数	5.98	5.81	5.67	5.63	5.61	5.44
踵 趾 角	左	4.02±3.86	7.51±4.49	10.25±3.96	10.55±4.78	10.84±5.11	11.48±6.21
	右	3.58±3.44	6.95±4.53	9.71±4.50	10.02±4.39	9.47±5.36	10.81±5.94

$$\text{示数} = \frac{\text{足蹠長又は足蹠幅}}{\text{身 長}} \times 100$$

図4に示した。図3は、男子について示したものであるが、身長伸びとともに足蹠長も大きくなっている。これに靴のサイズが追従しているが、15歳、21歳では、身長、足蹠長ともに、成長に伴う伸びが見られるのに対して、靴のサイズには変化は見られない。足蹠長は、6歳、11歳、13歳、14歳および15歳まで右足蹠長がやや大きい、21歳では左足蹠が大きくなり、ここにおいて足蹠長発育差の左右交差が見られた。足蹠幅は、年齢増加にしたがって、その幅は大きくなり、14歳、15歳とともにこの傾向が顕著である。特に左蹠趾角が右蹠趾角に比較して大きい、21歳では左右の蹠趾角が、15歳の左右蹠趾角より小さい傾向を示した。女子については、図4に示したが、身長伸びと足蹠長は男子と同様によく追従しているが、

図3 男子の身長に対する足蹠長・足蹠巾及び靴のサイズ・蹠趾角

特に、左足蹠長の傾向が顕著であるのに対して、右足蹠長では、14歳以降身長に追従する伸びは見られない。なお、男子に見られた足蹠長の左右交差と同様の現象は、女子においては11歳以降にその現象が見られた。足蹠幅は、6歳～11歳までに急速に広がる傾向を示しているが、足蹠長の左右交差が見られる13歳からは、男子と同様に足蹠幅は広くならず、21歳では15歳より足蹠幅が狭くなっている。蹠趾角は、男子に比較して著しい拡大傾向が見られる。6歳～21歳までは左蹠趾角の拡大がつづき、各年齢とも左蹠趾角が大きく、特に13歳になると蹠趾角は左右とも顕著に大きくなる傾向を示した。

(3) 足蹠長と靴のサイズ

各年齢の被験者が履いている靴のサイズは、表

図4 女子の身長に対する足蹠長・足蹠巾及び靴のサイズ・蹠趾角

2, 3 及び図 3, 4 に示したが, 表 4 には各年齢, 男女別の靴のサイズを示した. 6 歳では, 男女とも靴のサイズは平均 18cm の者がその大半を占めており, 男子は平均 17cm の者が 34.4%, 18cm の者が 34.4% であるのに対して, 女子では平均 18cm の者 66.6%, 19cm の者 22.2% で, 女子の方が男子に比較してやや大きいサイズの靴を履いている者が多い. しかし, 11 歳以降になると, 靴のサイズは男子の方が女子より大きくなり, 平均して 11 歳では 1cm, 13 歳, 14 歳では 2.5cm, 15 歳, 21 歳では 3cm 大きい靴を履いている. また, 男子では, 13 歳～21 歳まで 26cm のサイズの靴を履く者が最も多い.

(4) 踞趾角の分類

足蹠レプリカから測定した男女各年齢別の踞趾角を分類し, 表 5, 6 に示した. また, 図 5 には男女別踞趾角の出現率を示した. 男子(表 5)では, マイナス～0 の踞趾角出現率が 6 歳で 13.7%, 11

歳で 21.5% と高く見られるのに対して, 13 歳以降では 1.0～10 度以上の出現率が高く 40～47% であった. これに対して, 女子(表 6)ではマイナス～0 の踞趾角出現率が 6 歳で 11.1% を示しているほか, 11 歳～21 歳では 0～1.4% と低く, 11 歳以降 21 歳まで 10 度以上の踞趾角が 40.8%～75% の高率で出現しており, このことから女子は男子に比較して踞趾角の大きいことが明らかである.

IV 考 察

(1) 年齢別の扁平型足蹠出現状況とその男女差
三浦(1978)によれば, 体重が足にかかる荷重点は, 踵骨下面および第 1 中足骨頭と第 5 中足骨頭であり, 第 1 中足骨からなる内側弓円蓋が低下している場合に扁平足と呼んでいる. しかし, 実際に扁平足であるか否かは, レ線撮影による判断にまたなければならないことは勿論である.

表 4 男女の年齢別使用靴のサイズ

靴の サイズ (cm)	年 齢 (歳)											
	6		11		13		14		15		21	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
17.0	34.4	11.1										
18.0	<u>34.4</u>	<u>66.6</u>										
19.0	17.2	22.2										
20.0	13.7			2.0								
21.0			7.8	20.4		0.9						
21.5			11.7	<u>26.5</u>			1.1					1.3
22.0			17.6	20.4		8.9	0.9	6.6		4.2		5.5
22.5			<u>27.4</u>	10.2		15.8	1.9	18.8		5.6		18.7
23.0			19.6	14.2	7.7	30.6	0.9	16.6		<u>38.0</u>	3.9	<u>32.6</u>
23.5			9.8	6.1	9.7	<u>32.6</u>	7.6	<u>33.3</u>	2.0	28.1		25.0
24.0			3.9		14.5	9.9	6.6	15.8	2.0	18.3	1.9	11.3
24.5			1.9		4.8	0.9	13.3	5.5	11.1	5.6	3.9	2.0
25.0					17.4		16.1		18.1		21.5	
25.5					18.4		19.0		20.2		25.4	
26.0					<u>21.3</u>		<u>27.6</u>		<u>29.2</u>		<u>25.4</u>	
26.5					0.9		4.7		5.0		7.8	
27.0					4.8		0.9		12.1		9.8	

%

高橋(1954)は、印刷工場の労働者 232 名について扁平足の分類をしたところ、扁平足は21.8%に見られたが、扁平足はその大部分がすでに若い時代、即ち、20歳以前に形成されているもので、それ以後の立業や環境等によって扁平足が生ずるものではないことを報告している。図2において、6歳男子および女子の足蹠に扁平型足蹠が多かったが、幼児では足根骨の踵骨、距骨、立方骨等の骨形成が完成されておらず、足蹠は脂肪組織が多く歩行を完全に行うために適した形となっていないことが原因で、扁平型足蹠として出現するものと思われるが、この年代における扁平型足蹠の出現は、直立二足歩行完成の成長発達過程の一現象として出現するものと考えられる。また、足蹠レプリカについての観察結果から言えば、6歳の足蹠において土ふまずが明らかに認められないということは、まだ歩行にふさわしい足の形が完成されていないということを意味しているものと考え

られる。なお、この傾向は、年齢増加とともに扁平型足蹠が減少していることから見て、前述した高橋の考え方と一致しており、著者は、足蹠の完全形成について、足蹠レプリカから見た扁平型足蹠が後年減少することは、扁平型足蹠が成長発達の過程に出現する著明な現象で、身体の成長発達とともに足蹠の完全形成が行われるものであることを確認した。さらに、作業姿勢が扁平足発生に関係する可否かについては、水野(1950)が、女子工員の立業者と坐業者との間には著しい変化はないと報告しているが、これらのことから考えても、扁平型足蹠は環境や労働条件および履き物の良否により形成されるものではなく、原則的には先天的な要因に基づくものと考えられる。また、扁平な足蹠が歩きにくいとか、足痛や歩行を不完全なものにする疲労を早く招来する等と考えられているが、水野(1950)は、実際に足痛症状を激しく示したものは、年少の女子労働者であって、必ずしも扁平

表5 踇趾角出現率(男)

年 齢	数	踇趾角(度)	出現率(%)
6	29	— ~ 0	13.7
		0.1 ~ 0.9	27.6
		1.0 ~ 9.9	44.8
		10 ~ 11.0	13.7
11	51	— ~ 0	21.5
		0.1 ~ 0.9	21.6
		1.0 ~ 9.9	19.6
		10 ~ 18.0	37.2
13	100	— ~ 0	5.0
		0.1 ~ 0.9	7.0
		1.0 ~ 9.9	48.0
		10 ~ 22.5	40.0
14	105	— ~ 0	2.0
		0.1 ~ 0.9	7.5
		1.0 ~ 9.9	42.8
		10 ~ 16.5	47.6
15	99	— ~ 0	2.0
		0.1 ~ 0.9	6.0
		1.0 ~ 9.9	44.4
		10 ~ 17.5	47.4
21	51	— ~ 0	0.5
		0.1 ~ 0.9	15.1
		1.0 ~ 9.9	37.5
		10 ~ 17.0	47.0

表6 踇趾角出現率(女)

年 齢	数	踇趾角(度)	出現率(%)
6	18	— ~ 0	11.1
		0.1 ~ 0.9	33.3
		1.0 ~ 9.9	38.8
		10 ~ 12.0	16.6
11	49	— ~ 0	0.2
		0.1 ~ 0.9	16.1
		1.0 ~ 9.9	42.8
		10 ~ 19.0	40.8
13	101	— ~ 0	1.0
		0.1 ~ 0.9	1.9
		1.0 ~ 9.9	31.6
		10 ~ 25.5	65.3
14	100	— ~ 0	0
		0.1 ~ 0.9	3.0
		1.0 ~ 9.9	22.0
		10 ~ 25.0	75.0
15	71	— ~ 0	1.4
		0.1 ~ 0.9	4.2
		1.0 ~ 9.9	32.3
		10 ~ 23.0	61.9
21	144	— ~ 0	0
		0.1 ~ 0.9	4.1
		1.0 ~ 9.9	22.2
		10 ~ 24.0	73.6

足変形をしているものではなかったことを指摘している。したがって、11歳より扁平型足蹠の減ることは、歩行習熟が完成されることによって、足蹠の完全形成が行われるため、扁平型足蹠の出現率が減少するものと考えられ、11歳以降においても扁平型足蹠の持続する者については、扁平足として矯正のための訓練が必要であることを示唆するものといえる。特に扁平型足蹠の出現率から見て、11歳においては扁平型足蹠が少なくなるため、11歳頃の早い時期に扁平型足蹠矯正のための履き物を履いたり、適切な運動を行うこと等が必要である。また、近藤(1953)によれば、足の成長速度は他に比して一般に速く、年齢14～15歳で一応完成されると述べていることから考えると、扁平足を矯正するための訓練をするには11歳頃が妥当な

年齢と考える。なお、女子については男子よりも扁平型足蹠の出現率が少ないことは、歩行時の足蹠において何らかの因子が関与するものであると考えられるが、足蹠に適した高さのある、いわゆるハイヒールを矯正用履き物として用いることも、扁平型足蹠を少なくすることに役立つものと思われる。神中(1937)も、ヒールのある靴を履く看護婦は扁平足となり難く、有痛性の扁平足が少ないといい、靴のヒールはある条件において足部穹窿を保護し、扁平化している者を正常穹窿の形態とするに好都合であると報告している。また、6歳時に見られる扁平型足蹠は、13歳において男女とも98%の正常な足蹠に発達固定する傾向から見ても、足骨の完成化がこの時期の前後に行われるものと推定できる。したがって、直立二足歩行を完

図5 男女年齢別跖趾角出現率の比較
(-0はマイナスから0までを、10-は10以上を含む)

全にするには、11歳頃までに適正な履き物の選択が大切であることを裏づけるものである。

(2) 足蹠の発育に見られる左右交差と男女差

男子(図3)の身長に対する足蹠長の伸びを見ると、左足蹠長の伸びがよく追従し、身長とともに発育が認められるが、右足蹠長では13歳以降は左足蹠長よりその伸びは少なく、21歳で左右足蹠長の発育交差が見られた。また、靴のサイズと足蹠長とを比較して見ると、11歳、13歳および14歳までの男子では、女子よりもゆとり量が多くあり、このゆとり量の差が男子の足指節部に対して、履き物による圧迫の影響を少なくしているものと見られ、その結果、足蹠長の発育交差出現の年齢が延長するものと考えられる。また、女子(図4)においては、6歳および11歳で右足蹠長が大きくなっているが、13歳以降では反対に左足蹠長が大きくなっており、11歳と13歳の間で足蹠長の左右交差が見られた。この足蹠長の伸びと伸びに伴う靴サイズの増加との関係は、その傾向が一致しているのに対して、左足蹠長の方は靴サイズの増加よりも大きく伸長する傾向が見られる。この結果、左足は靴のサイズに対して窮屈な状態になっていることがうかがわれる。しかし、女子の足蹠長に対する靴サイズのゆとり量が比較的少ないのに、左右の足蹠長交差が13歳と男子に比較して早く出現した理由は何に基因するものであろうか。残念ながら本研究では、16歳～20歳についての調査を行わなかったため、男子の交差年齢に対して適確に指摘することは不可能であるが、著者の成績の範囲からいえば、成熟後期に当たる16歳～21歳の間の年齢で、しかも、16歳に近い年齢において男子の足蹠長交差が行われるものと考えられる。

この様に著者が明らかにした足蹠長の左右発育交差が、靴サイズのゆとり量と関係があるとすれば、ゆとり量のある靴は足の成長が容易に行われるはずであるので、男子の方が女子よりも早い時期に、足蹠長の左右交差が出現してもよいと考えられる。しかし事實は、きつ目の靴を履いている女子にこの交差が出現しているのである。このことが人の成長発達過程において何等かの必然性

を持つものとするれば、人の成長発達段階の或る時期には、身長、体重等に男女とも発育交差の見られることから、この足蹠長左右交差出現の時期の男女差についても、性差に基づくものと考えられるが正しいと思われる。足蹠長左右交差について、四足獣の足と比較して見ると、四足獣は前脚で体重を負担し、後脚で地面を駆け推進するといわれ、実際に前足の面積は後足に比べて大きい。このことに視点を置いて考えれば、足蹠長の短い右足が直立二足歩行時の推進力、即ち、きき足となっていることが考えられる。また一方の、足蹠長の長い左足蹠長では、主として体荷重を支える役割を果たすものと考えられる。この様に、足蹠長の左右発育交差、また、左右足蹠の働きの差が、人の直立二足歩行にそれぞれの目的を持った必然的な現象とするならば、足蹠長の発育交差が、男子および女子の発育完成に対する示標の一つであると見ることもでき、女子13歳、男子16～21歳間での出現は、性ホルモンの影響によるものと考えられる。

また、一般に学校教育の当初には、左足発達を訓練されるが、これも男女差はなく統一して行われるので、やはり、足蹠長に見られる左右交差時期は、性差に基づいて出現するものと考えた方が妥当といえよう。身長に伴って、足蹠長も大きくなり、靴のサイズもこれに伴って大きくなる傾向について、男子の靴のサイズと足蹠長との間には、6歳から15歳まではゆとり量が約2cmあるのに対して、21歳では1.5cmとなっている。また、女子では6歳から15歳まで1.5cmのゆとり量に対して、21歳では1.2cmで男子よりも少なく、女子の場合には比較的フィットした靴を履いていることが認められた。

この結果から、女子は男子に比較して、6歳時よりゆとりの量の少ない靴を履いており、男子は機能的な靴を選択しているのに対して、女子はファッション的立場を重視して靴を選ぶ傾向が年少時より存在することがうかがわれる。また前述した様に、6歳では足蹠長に男女差はあまりなく、男女ともに18cmという靴のサイズが大半を占めていたが、少し細かく分類すると、男子では平均17

～18cm, 女子では平均18～19cmの靴を履く傾向が顕著であり, やや女子の方がサイズの大きい, ゆとり量の多い靴を履いている. この男女差は, この時期が女子の第一次伸長期にあたることから, 男女の成長率の差に基づく結果の現われと考える. この点について, 表2, 3に示した身長を見ると, 6歳男子では 111.46 ± 5.52 cmで, 女子は 112.87 ± 3.66 cmである. これらの変異係数は男子4.95%, 女子3.24%であって, 男子の身長の散布度が大きいのに対して, 女子では散布度が小さく, 身長の伸びは平均しており, 男子を上廻っている. このことから, 靴のサイズおよび足蹠長は, とともに身長的高低によって決まるという関係があるものと考えられる. なお, 男女の身体に関する発育交差を見ると(厚生省の指標・1975), 胸囲は11歳で女子が男子より優位に, 身長では13歳, 体重は14歳, 座高は15歳で男子が優位となり, 胸囲は15歳で男子が再び優位となっている. このことから見て, 足蹠より見た足蹠長の発育交差は, 身長, 体重, 胸囲, 座高などよりも早期に出現して, 女子では11歳, 男子16歳～21歳がその時期であることを確認した. 足蹠幅について見ると, 中橋(1964)は, 足蹠面積は年齢増加とともに増大し, 性別では10歳以後女子の方がやや増大するとしているが, 著者の得た結果では, 11歳までは女子がやや優位であるが, 13歳以降は男子の足蹠幅が増大しており, 明らかに男子の足蹠幅が女子を上廻っており, 身長が高くなるとともに足蹠幅も広がっている. この身長に伴う足蹠幅の増大は, 女子においても同様に観察されたが, 身長150cmを超えると, その傾向は小さくなり, 21歳では身長が高くなっても, 足蹠幅の増大は見られず, 却って足蹠幅は細長くなり, 狭長化する傾向が見られた. このことは, 21歳女子の履く履き物の形態が, 特にファッション性強調の傾向が強く, 細くてスマートな足に見せようとする結果のあらわれとも推定できる. また, 男子においては, 足蹠長が長くなるにしたがって足蹠幅も増大するが, 女子では足蹠長が21.5cmを超えると, 足蹠長が伸長しても足蹠幅は増大せず, 全体的に狭長型の足蹠となることが認め

られた.

(3) 足蹠長・足蹠幅と対身長示数の比較

身長の伸びと足蹠長との関係は, 表2, 3に示した様に対身長示数であらわすと, 左足蹠については男子14.19～14.28, 女子は全年齢とも14.28となり, 身長が伸びてもその身長に対する足蹠長の示す割合に大きな変化は見られない. 右足蹠では男子15.07～13.92, 女子14.96～13.66となり, 年齢増加に伴って身長に対する足蹠の割合は小さくなっているが, 左足蹠長は男女とも, 身長の伸びに伴って足蹠長が大きくなっても, 身長に対する割合は変わらず, このことから, 左足蹠が右に対して大きい割合を占めていることがわかる. このことは, 身長のどの様な伸びに対しても, 体荷重を足蹠で受けとめる基本的な大きさは, 年齢別に見ても差のないことが明らかである. 特に, 男女各年齢ともに, 左足蹠長が身長の伸びに対して一定の割合を示したことについて, 主として身長の伸びに対する体荷重は, 左足蹠で保持されるものであり, これに対する右足蹠は, 従の立場を持つものと考えられる. つまり, 右足蹠について, 若年者では身長に対する割合が高いのに対して, 年齢増加とともに対身長示数が小さくなることは, 右足蹠が左足蹠における体荷重保持の細かい動作をカバーする利き足となっていることが考えられる. また, この左右足蹠の対身長示数から見た足の働きの相違について, 平沢(1982)は, 人が直立する時, 左足が軸足となって身体を支えており, 人が後から前へ, 前から後へと重心を移動させるときにも, その切り替えは, 右足より左足の方が先行すると述べていることと一致している. なお, 6歳において右足蹠長の対身長示数は左足蹠長より大きく, 若年では体荷重を両足で支えることが重要であることを意味しており, 年齢増加とともに見られる右足蹠長の対身長示数の減少は, 両足における直立二足歩行の力量分担が明確化することによって発現する現象と考える. このことは, 男子で16歳～21歳の間, 女子では11歳～13歳の間に足蹠長の左右交差が見られたことからわかる様に, 対身長示数においても, 全く同期に左右交

差が出現していることから、これらの左右交差は、男女の発育過程、特に足における歩行完成時に出現する現象として把握することができる。身長と足蹠幅についての対身長示数(表2, 3)は、男子において左5.60~6.07, 右5.56~6.05で、左右の足蹠幅に差は見られないが、年齢増加とともに左右の足蹠幅とも対身長示数は小さくなり、この傾向は女子でも、左5.98~5.41, 右5.98~5.44で左右差は見られないが、男子より女子は足蹠幅の対身長示数は小さくなる。

以上の足蹠長および足蹠幅の対身長示数について、表7に示した人体計測値図表(1970)の資料より算出した示数と比較してみると、足蹠長については対身長示数の上で、各年齢ともに足蹠長示数より大きい結果を示している。これは、1976年および1970年の測定値が足蹠によったものではなく、踵点から足先点までの突出部を測定した足長の実測値であることから、対身長示数が大きくなることは当然である。しかし、足蹠長と比較した結果では、足長においても足蹠長の傾向と同様に、男女とも年齢増加に伴って、対身長示数が小さくなる傾向は全く同じである。また、足蹠幅については、男子より女子において、年齢増加に伴う狭長化傾向が見られ、先に述べた考え方が明確に裏付けているものと考ええる。

(4) 踵趾角出現の意義

各年齢階級別男女の足蹠レプリカより測定した踵趾角を分類し、踵趾角形成のもつ意義について考察した。普通、人の直立時の体重が足にかかる荷重点は、第1中足骨頭と踵であるが、歩行時には主として中足指節関節部が屈曲して体重保持が行われる。したがって、踵趾にかかる荷重は大きく踵趾を中心に歩行の推進されることは、歩行時の足指節部、特に靴を履くことによって踵趾に強度の体荷重圧が加わることから、足趾の変形を惹起することも推定できる。Basler(1940)は、履き物による足の変形を調査し、ハイヒールを履くドイツ婦人の踵趾角は、6~10度=約26%, 11~15度=約28%, 16~20度=約28%, 21~25度=約13%で、踵趾角が大きく足趾の変形が著しいといっている。特にピーサネラというヨーロッパ風のサンダルを履くドイツ婦人の踵趾角は、6~11度=約42%, 11~15度=約34%, 16~20度=約4%, 21~25度=約4.5%で、足指節部の変形が著しいと報告している。また、三浦(1956)は、ほとんど靴を履いた経験がなく、主として地下足袋を使用している山林労働者と、靴を常用している労研職員との足を比較して、靴を常用している労研職員の足の趾に変形が見られ、足趾つまり踵趾が外側に屈曲し、他の趾も圧迫されているのに対して、山

表7 右足蹠と右足における対身長示数の比較

性別	項目	年 齢					
		6	11	13	14	15	21
男	身長	111.66±4.51	137.50±6.19	151.18±8.47	158.54±7.15	162.07±7.18	166.20±5.52
	足実測値	17.19±0.89	21.15±1.24	22.98±1.41	23.65±1.18	24.15±1.18	23.70±1.00
	長示数	15.39(15.07)	15.38(14.99)	15.20(15.03)	14.91(14.74)	14.90(14.37)	14.25(13.92)
	足実測値	7.27±0.51	8.48±0.61	9.19±0.73	9.48±0.62	9.70±0.61	9.45±0.50
	幅示数	6.51(6.05)	6.16(5.89)	6.00(6.00)	5.97(5.89)	5.98(5.78)	5.68(5.56)
	身長	110.40±4.54	139.80±6.08	14.84±5.28	153.14±4.67	154.99±5.73	154.42±1.42
女	足実測値	16.96±0.89	21.26±0.95	21.87±0.91	22.13±0.97	22.26±1.15	22.16±1.42
	長示数	15.36(14.96)	15.20(14.54)	14.69(14.14)	14.45(14.00)	14.36(13.80)	14.31(13.66)
	足実測値	6.97±0.55	8.53±0.66	8.76±0.57	8.83±0.57	8.90±0.95	9.34±0.54
	幅示数	6.3(5.98)	6.1(5.98)	5.88(5.67)	5.76(5.63)	5.74(5.61)	6.00(5.44)
	身長	110.40±4.54	139.80±6.08	14.84±5.28	153.14±4.67	154.99±5.73	154.42±1.42
	足実測値	16.96±0.89	21.26±0.95	21.87±0.91	22.13±0.97	22.26±1.15	22.16±1.42

カッコ内は1970年(6-15歳) 1976年(21)の資料より算出した対身長示数
(人体計測図表(1970)より)

林労働者では足の趾に変形は見られず、その踵趾角を測定して比較したところ、両者間に約4%の開きが見られ、山林労働者の踵趾角が小さく、履き物の影響の小さいことを指摘している。なお、三浦(1972)は、関東と長野の林業労働者20名について調査し、山林労働者の踵趾角が靴常用者のそれに近いことをあげており、1956年に比較して山林労働者の踵趾角は、靴常用者のそれに近づいたと報告している。これら一連の踵趾角出現状況については、あくまでも履き物の影響によって起きることと結論づけられているが、Basler(1940)、三浦(1956, 1972)の報告は、ともに環境、習慣(風習)、労働条件等が、踵趾角形成に関係する重要因子として考えていることで共通している。

本研究において、踵趾角出現の状況を見ると、男子ではマイナス～0度の出現率は、6歳で13.7%みられたが、11歳=21.5%、13歳=5%、14歳=2.0%、15歳=2.0%、21歳=0.5%で、年齢増加とともに減少傾向を示した。このことから考えて、現代では幼児より履き物、とくに靴を履くことが原因となってその影響が踵趾のみに強く出現するという考え方は十分でないことを指摘したい。

また、女子においてマイナス～0度の出現率は、6歳=11.1%、11歳=0.2%、13歳=1.0%、14歳=0%、15歳=1.4%、21歳=0%となっており、女子は男子に比較して履き物による影響を受けやすいと考えられるが、普通、足蹠の変型が取りあげられるのは、成人後の高年齢で、しかも、婦人に限られており、若年において履き物、特に靴を履いた経験年数の少ない者に履き物が原因であるとする考え方に賛成できない。著者は、このような踵趾角の出現には他の要因が関与しているものと考え。即ち、図3、4に見られた様に、11歳から左踵趾角の増大が顕著に見られた女子と、13歳から急に踵趾角が増大する男子における状況を考えると、先に考察した左右足蹠長の対身長示数に見られた、左足蹠長の体荷重保持を目的とした軸足と、体荷重平衡を目的とした右足蹠長の利き足が分担する働きの違いが、左踵趾角形成に大きく関与していることが考えられる。そこでマイナス

～0度以上の踵趾角出現について見ると、6歳男子で1.0～9.9度=44.8%、11歳では10～18度=37.2%となっているほか、13歳～21歳において、その年齢の84～91%までは、1.0～9.9度および10度以上の踵趾角を持っていることが明らかである。また、女子では11歳より1.0～9.9度および10度以上の踵趾角出現率が83.6%～97%となっているが、このように履き物を履いた経験の少ない者でも、かなり高い出現率で踵趾角の大きい傾向が見られたことは、幼児より履き物を履くことが直接的な原因ではなく、直立二足歩行完成の過程における成長発達の特徴として踵趾角の拡大が生じ、この結果男女差が出現するのである。したがって、人の体荷重保持および歩行との関係が重要な意味をもつものと考えられる。

以上のことから、Basler(1940)があげたピーサネラを履くことによって起きるとされている踵趾角の増大について、著者の見る限りでは、ピーサネラの外容は、いわゆる現在でいうところのサンダル=つっかけ式=のものであって、この履き物の場合は、踵趾と第Ⅱ趾の屈曲運動がなければ歩行は困難であり、ピーサネラと足を密着させて歩きやすくするためには、踵趾および第Ⅱ趾の屈曲運動が強力に働くことによって、踵趾角が大きくなるのであって、履き物(ピーサネラ)の形そのものが、直接的な原因となって踵趾角を拡大させるものであるとは考えられない。また、6歳の足蹠レプリカから見ると、その足蹠型は踵が細く足趾先部の広がりが多く見られるのに対して、21歳の女子では、足指節部各足趾間の広がり少なく、狭長化の形態が多く見られる。この傾向からも、足蹠幅の狭長化を補うために、踵趾角の形成が大きく関与するものと思われるが、各年齢を通じて全体的に見ると、男子より女子には踵趾角の大きいものが見られ、その多くの場合、踵趾角は10～25度であったことは、前述した女子における足蹠幅の狭長化との関連性が強く考えられる。更に、対身長示数を見てもわかる様に、男子は足蹠長、足蹠幅とも対身長示数が大きいのにに対して、女子の対身長示数は小さいため、体荷重を保持するた

めには踵趾における力が必要であって、踵趾を軸とする力が大きくなることによって、踵趾角が拡大するものとする。このことは、先にも述べた様に、11歳で足蹠長の発育交差が現われ、靴のサイズにおいても11歳で男女交差があらわれていることとも関係があり、女子は13歳より踵趾角が急速に拡大することによって体荷重保持を有効にしているものとする。三浦(1962)は、足の趾は個々にはあまり役に立たない様であるが、足元がすべる時は踵趾が単独に働き、地下足袋では斜面を降りる時に踵趾の圧が増大するとし、すべったりする靴は不利であり、運動する時にも足の趾が靴内にて動く方が有利であると述べている。このことは、靴内における踵趾の働きを示しているもので、踵趾角ができることは、体荷重の保持のみでなく、直立二足歩行にとって有効な形であるということが出来る。したがって、踵趾角の形成は極端な変形を除き、直立二足歩行には有効に働く現象として受けとめるべきである。

(5) 足蹠に見られる変型

足蹠レプリカより、足蹠の全体的形態について観察し、足蹠異常変型を見ると、6歳～15歳までは、踵趾角の拡大が顕著であっても、足蹠、特に足指節部に特異な変化は見られなかったが、21歳女子においては、写真8に示した様な足蹠がみられた。この場合の変型は、足先部に強度の圧迫が加わったことにより足趾の重複が出現しているもので、足趾の一部がレプリカ上に認められないものが多い。したがって、足蹠レプリカより足蹠の異常変形の判断を下すには、踵趾角の有効に働く範囲と、直立二足歩行にとって障害となる踵趾角の範囲を考慮する必要がある、この有効な踵趾角の範囲が決定されることによって、正しい機能性の高い履き物を選択することが客易になるものとする。

V 結 論

年齢階級別に、6、11、13、14、15および21歳の男女878名の被検者について、モンクモラーとカプランの方法を用いて足蹠レプリカを採取し、各

年齢階級別、男女別に足蹠を分類し、その足蹠型態から足における成長発達の過程と変型の推移を観察し、踵趾角が出現する過程と、踵趾角形成の意義について考察した結果、次の如き結論を得た。

(1) 正常型足蹠の出現率は、6歳男子32%、女子40%、11歳男子73.5%、女子69.5%、13歳男子98%、女子98%、14歳男子93%、女子98%、15歳男子93%、女子98%、21歳男子82%、女子82.5%であり、6歳男女に正常型足蹠は少ない。

(2) 扁平型足蹠は、男女とも6歳に多く見られ、年齢増加とともに減少するが、各年齢とも女子に比較して男子に多く出現した。

(3) 足蹠長は、男女とも6歳で右足が左足に比して大きく、以後左右逆転の起きる発育交差の年齢は女子11歳、男子はこれより遅れて16歳以降であるが、これらの相違は性差による発育交差現象の一つであるとする。

(4) 6歳では、男女ともに扁平型足蹠の出現率が高く、11歳以降扁平型足蹠の減少が見られることから、扁平足の矯正訓練は11歳頃までに重点的に行うことが好ましい。

(5) 男子では、足蹠長の伸びに伴って足蹠幅とともに増大するが、女子では足蹠長が21.5cmを超えると足蹠幅は減少し、男子に比して狭長化の足蹠型態を示した。

(6) 足蹠長の対身長示数は、男女とも左足で一定しており、身長の伸びに対する割合に年齢差は見られないが、右足蹠長の対身長示数は年齢増加とともに小さくなり、身長の伸びが優先する。

(7) 足蹠幅の対身長示数は、男女とも左右両足に大差は見られないが、年齢増加とともに小さくなり、女子では特に狭長化傾向が著明である。

(8) 踵趾角は、年齢増加とともに拡大するものが多く、男子より女子に踵趾角の拡大する割合が多いが、この相違は男子が足蹠面全体で、体荷重を支えるのに対して、女子は踵趾において体荷重の保持を行うことによるものである。

(9) 女子の足蹠幅の狭長化は踵趾角の形成と関係があり、足蹠幅の狭長化を踵趾角の拡大が助けることによって体荷重の保持増進に役立っている。

(10) 踰趾角の出現は、病的因子が関与する場合を除き、人の直立二足歩行の習熟に必要な現象として出現する、注目されるべき生理的現象である。

稿を終るに臨み、常に御指導御鞭撻を賜り、また、御校閲を戴きました日本医科大学学長乗木秀夫先生に衷心から深謝申し上げますとともに、御懇篤なる御助言を戴きました日本医科大学衛生学教室柚木斉教授に御礼申し上げます。また、終始研究の御励ましと御助言を戴きました和洋女子大学生理衛生学教室川村一男教授に感謝申し上げます。

なお、足蹠採取に当り、その機会を御与え下さいました蓮田市立蓮田南小学校黒須豊校長、初川美代子教諭、柏市立第二中学校佐藤豊校長、並びに足蹠採取に心よく応じて下さいました幼稚園児、小学生、中学生、大学生の皆様は心から感謝申し上げます。

文 献

- Basler, A. (1940) : Über eine altbewährte Form von Arbeitsschuhen mit Holzsohlen, Arbeitsphysiologie, 11(5), 453—461.
- Gehrke, W. (1913) : Die Bekeleidung des Fusses, Hundbuch der praktische Hygiene, I. Bd. 539, Gustav Fischer, Jena.
- Glasow, W. und Müller, E. (1951) : Das Gehen auf verschiedenen Böden, Arbeitsphysiologie, 14(4), 319—321
- Hettinger, T. und Müller, E. (1953) : Der Einfluss des Schuhgewichtes auf den Energieumsatz beim Gehen und Lastentragen, Arbeitsphysiologie, 15(1), 33—40
- 平沢弥一郎(1982) : 直立歩行と左足、暮しと健康, 37(2), 22—23
- 厚生省(1980) : 国民衛生の動向, 27(9), 356, 厚生統計協会
- 神中正一(1937) : 職業婦人と靴, 治療及び處方, 18(206), 24—35
- 近藤四郎(1953) : 日本人の足と靴, 科学朝日, 13(4), 30—33
- 三浦豊彦(1947) : 履物によって歩行のエネルギー消費は異なる, 医学と生物学, 11(1), 55—58
- 三浦豊彦(1948) : 産業従業員の履物に関する研究, 6, 負荷歩行に関する研究補遺, 労働科学, 24(1), 152—160
- 三浦豊彦・森岡三生・木村菊二(1956) : 林業労働者の災害防止のための履物の研究, (4), 労働の科学, 91—134
- 三浦豊彦(1962) : 足の母指も働いている—日本人の足とはきもの一, 科学朝日, 22(9), 44—47
- 三浦豊彦(1972) : 労働する人の足, 労働の科学, 27(5), 19—23
- 三浦豊彦(1978) : 履物と足の衛生, 27, 文化出版局(東京)
- 水野祥太郎・高木登(1950) : 長期間立業の足骨格構造に及ぼす影響, (3), 立業性扁平足の問題の一面, 日本整形外科学会誌, 24, 162—163
- 中橋美智子(1964) : 学童期における男女児の足型の研究—東京地区と大島地区を中心として—, 東京学芸大学研究報告, 16, 49—55
- 人間工学会人体計測編集委員会(1970) : 人体計測図表, 22, 36—39, 人間と技術社(東京)
- 高橋勇(1954) : 足蹠印像並びに足骨形態に関する研究, (1), 印刷工場従業を対象とせる調査, 外科の領域, 2(1), 37—50