

幼小児期の足弓隆形成と 保育環境に関する研究

福井大学	吉澤正尹
(共同研究者) 大阪教育大学	根本芳男
同	三村寛一
同	山田耕司
大阪市教育委員会	飯田順一
YMCA幼稚園	伊藤俊彦
同	森下活二
同	川谷卓雄

Study on the Formation of Foot Sole Contact Surface and the Longitudinal Arch of Foot Skelton and Nursery Environment in Childhood

by

Masatada Yoshizawa

Fukui University

Yoshio Nemoto, Kan-i-chi Mimura, Koji Yamada

Osaka Kyoiku University

Jun-i-chi Iida

Osaka City Department of Education

Toshihiko Ito, Katugi Morishita, Takuo Kawatani

YMCA Kindergarten

ABSTRACT

Two hundred and fifty six kindergarten were taken photographs by pedoscope to observe the formation process of the arch of the foot.

Thirty two who had what we call "flat-footed" were x-ray photographs

respectively.

We investigated the relationship between foot sole contact surface and the structure of foot skelton of them after five months training further.

1. Observing the formation process of the arch of the foot on the foot sole contact surface from the view point of H-Line, Children aged 5, 74% (Men 70%, Women 78%) were shaped, children aged 4, 15.5% (Men 18%, Women 13%) and children aged 5, 18% (Men 21%, Women 15%) had what is called "flat-footed".

2. After five months training the change of foot sole contact surface as well as contact area, arch of the foot area, arch of the foot area, arch of the foot ratio took the average and increase could be found in them, but any significant relationship could not.

And when examined the formation of the structure of foot skelton from the view point of the inclination angle A of calcaneus and the incilnation angle B of talus, any significant relationship in the training could not be found.

As 1 mentioned above, in this training, the reason why there was little change of foot sole skelton formation was the fact that training period was too short, and that we could not give them sufficient private guidance.

Considering those effects, we are still keeping on having training on them.

1. 緒 言

足部は身体の最も尾部・末梢部に位置し、身体発達の基本的な方向性の原則 (Goodenough, F.I., 1959) に従って他の部位に比較して発達は遅く、その機能を発揮するのは二足での歩行が習得される生後1年頃である (Dekaban, A., 1973)。足部のアーチ (足弓隆, Plantar arch) もこの頃から急速な形成がはじまり、人間の日常生活における重要な動作である二足直立歩行時に、足の構造に弾力性を与える Shock absorber として、また、地面の凸凹に足底を適合させる役目 (中村, 斎藤, 1976) を果たすようになる。

我々は従来、このような人間の日常生活における基本的な動作において、重要な役割を担ってい

る足部のアーチについて、接地足蹠ならびに骨構造の発育発達的变化の観点から検討してきた (根本, 1963, 1964 a. b, 根本・吉澤, 1969, 山田ら, 1983)。最近では、幼児・児童を対象とする教育現場において接地足蹠に対する関心度が高まり、接地足蹠の追跡記録や、いわゆる“ベタ足”の子供に対してのアーチ形成のためのトレーニングが特別に処方、実施されたりしている。しかし、現段階では、このようなトレーニング処方に必要な客観的資料が十分であるとは言えない。

そこで、今回は、運動地床面の材質・硬度、運動時の足部条件などの学校教育環境ならびにトレーニング負荷と接地足蹠・骨構造変化との関連性について検討を試みたものである。

2. 研究方法

1) 被験者

川西市内のY幼稚園ならびに箕面市内のJ保育園の4・5歳児男子148名、女子108名、計256名を対象とした。

2) 実験手順

① 実験1 昭和58年6月、被験者全員にピドスコープを用いて接地足跡の写真撮影および運動能力テストを行なった。

② 実験2 実験1の接地足跡像から接地足跡未発達児を抽出し、それらの中で、保護者のX線撮影に対する合意の得られた園児32名についてX線写真撮影を行なった。

③ 実験3 実験2の対象となった被験者に対し、発育発達ならびに3)に示すトレーニング効果をみるために、昭和58年11月に実験1, 2と同様の方法で撮影記録を行なった。

3) トレーニングの条件

実験群はすべて園庭全面を芝生でおおった設備をもち、かつ週3日の体育プログラムを実施しているY幼稚園であった。

実験A群は、Y幼稚園児全員に対して設定されている1日最低20分間の素足による芝生上での自由あそびを他の園児と同様に行なわせた。

実験B群は、A群の1日20分以上の素足による芝生上での自由あそびに加えて、さらに青竹上での足ふみを1日30回の割合で行なわせた。

なお、夏休み中も素足による戸外での自由あそび、ならびに青竹上での足ふみをできるだけ継続させるために、保護者にその実践記録を依頼した。

対照群として、特に体育プログラムを実施していないJ保育園児を選んだ。

4) 接地足跡面積の計測およびX線による足弓隆の記録とその測定は、デサントスポーツ科学

Vol. 4の報告書と同様に、次の方法で実施した。

接地足跡は、ピドスコープで撮影した接地足跡像より実物大の足跡印画を焼きつけし、プラニメータによって足指部ならびに足底部の面積をそれぞれ計測し、その合計を接地足跡面積とした。なお、各面積の計測はそれぞれ3回行ない、その平均値をとった。また、土ふまず比は、根本(1966)による次式によって算出した。

$$\text{土ふまず比}(\%) = \frac{\text{土ふまず面積}}{\text{接地足跡面積} + \text{土ふまず面積}} \times 100$$

足部のX線写真は、平和電子工業製の携帯用超小型X線装置 Microx H 44 を用い、被験者を両足に体重を均等にかけた楽な姿勢で立たせ、左右ともそれぞれ外側から直接撮影を行なった。なお、測定にあたっては、保護者の了解を得たうえで、医師立ち合いのもとに、レントゲン技師が撮影を行なった。

特に、不必要な被曝線量を少なくするために、足部のみが照射される島津製作所特製の防護壁を設置し、より安全性を増すために、防護壁に加え、多重シャッターを取り付けた。

X線像を図1に示したように、踵骨、距骨、第5中足骨の接線とのなす角をそれぞれA、Bとし計測を行なった。

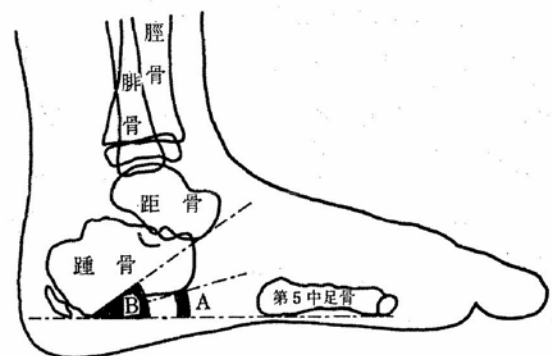
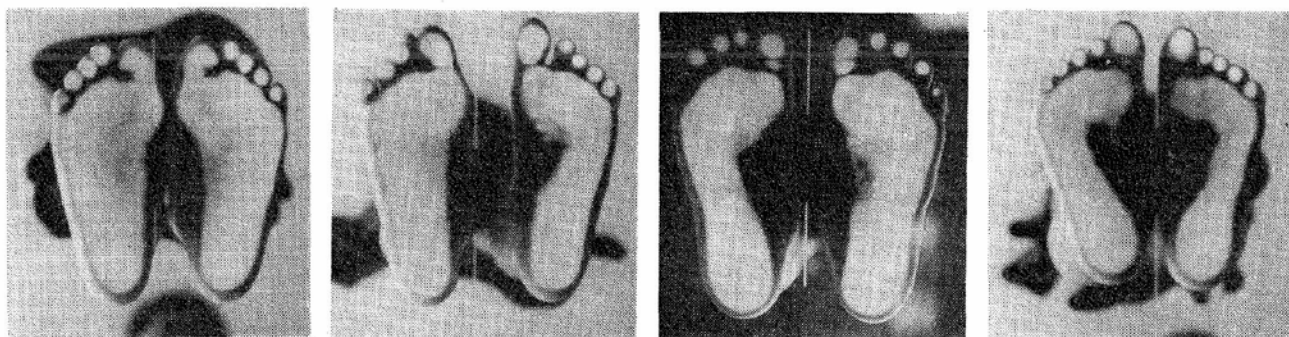


図1 X線写真による第5中足骨、踵骨、距骨の接線とのなす角度AおよびB

3. 結果

1. 接地足跡および足弓隆の形成

接地足跡の中で最も発育変化の大きい部位は内



A型

BL型

BR型

C型

図2 接地足跡発達の分類

表1 接地足跡発達の分類

年齢 (歳)	性別	園	人数	類別 (%)			
				A型	BL型	BR型	C型
4	男	Y	58	22	9	5	64
		J	13	0	15	8	77
		Y+J	71	18	10	6	66
	女	Y	40	8	8	3	83
		J	14	29	0	21	50
		Y+J	54	13	6	7	74
5	男	Y	64	19	3	5	73
		J	13	31	15	0	54
		Y+J	77	21	5	4	70
	女	Y	43	12	7	0	81
		J	11	27	9	0	64
		Y+J	54	15	7	0	78

側であり、これらの変化については、すでに平澤 (1963) や根本 (1966) がその分類を行ない、年齢別の出現頻度について報告している。表1および図2は、同様の方法に従って今回の被験者を分類したものである。

表1のそれぞれの型に属する者を割合で見ると、4歳児では、C型 (男子66%、女子74%) が最も多く、続いてA型 (男子18%、女子13%)、BL型 (男子10%、女子6%)、BR型 (男子6%、女子7%) の順であった。男女差についてみると、女子の方がC型で多く、A型で少ない割合

を示した。

5歳児では、4歳児と同様にC型 (男子70%、女子78%) が最も多く、続いてA型 (男子21%、女子15%)、BL型 (男子5%、女子7%)、BR型 (男子4%、女子0%) であった。男女差についても、女子の方がC型で多く、A型で少ない割合を示した。

さらに、実験園Yと対照園Jについてみると、4歳児の男子以外はすべてY園の方でC型が多く、A型が少ない割合を示した。

図3は、表1のA型に所属している者32名 (接

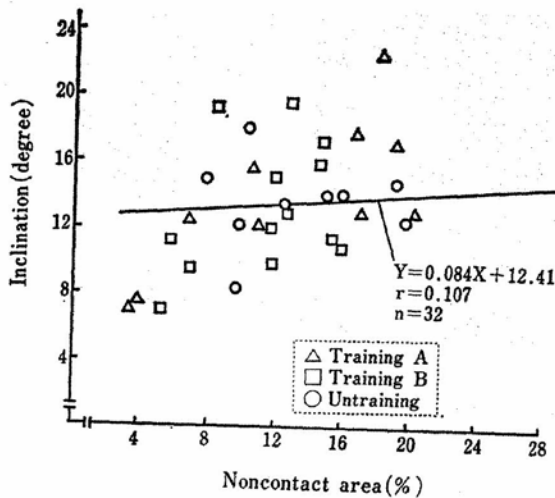


図3 トレーニング前における土ふまず比と踵骨の傾斜角度Aとの関係

地足蹠未発達児) について、トレーニング前の土ふまず比と踵骨の傾斜を示す角度Aの両者の関係についてみたものである。

土ふまず比についてみると、実験群の平均値および標準偏差はそれぞれ、A群で12.4±5.5(%), B群で13.2±4.4(%), 対照群で13.4±4.1(%)を示し、それぞれの群間において有意差検定を行なったところ、有意な差はみられなかった。

踵骨の傾斜角度Aについてみると、実験群の平均値および標準偏差は、A群で13.9±4.3(°),

B群で13.0±3.9(°), 対照群で13.6±2.5(°)を示し、それぞれの群間において有意差検定を行なったところ、有意な差はみられなかった。

更に、土ふまず比と踵骨の傾斜角度Aの間において有意差検定を行なったところ、有意な差はみられなかった。

2. トレーニングによる接地足蹠および足弓窿の変化

図4は、トレーニング後における土ふまず比と踵骨の傾斜角度Aの関係についてみたものである。

それによると、土ふまず比は、実験群の平均値および標準偏差において、A群で15.1±5.6(%), B群で11.6±3.9(%), 対照群で16.9±5.2(%)を示し、それぞれの群間において有意差検定を行なったところ、有意な差はみられなかった。

踵骨の傾斜角度Aについてみると、実験群の平均値および標準偏差は、A群で13.8±2.7(%), B群で13.3±4.3(°), 対照群で14.4±2.2(°)を示し、それぞれの群間において有意差検定を行なったところ、有意な差はみられなかった。

図5のトレーニング前後における土ふまず比の変化についてみると、平均値では増加の傾向はみ

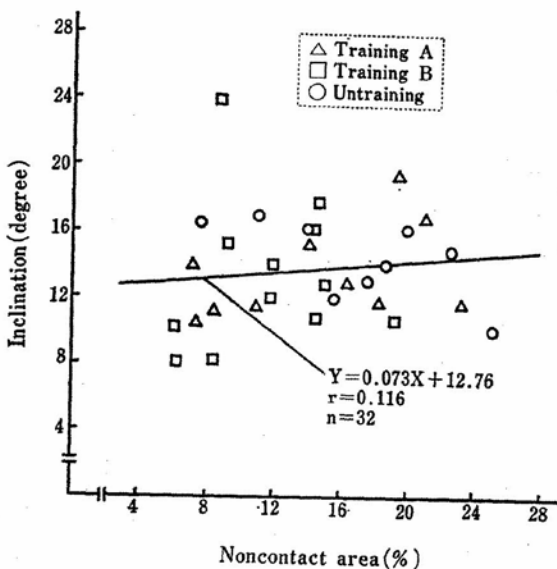


図4 トレーニング後における土ふまず比と踵骨の傾斜角度Aとの関係

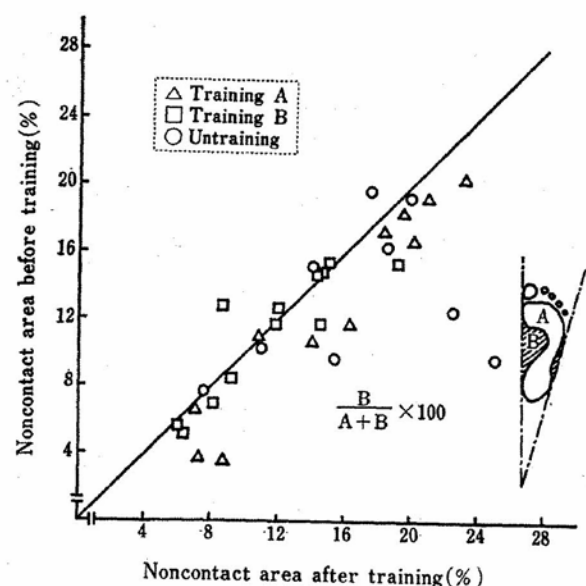


図5 トレーニング前後における土ふまず比の変化

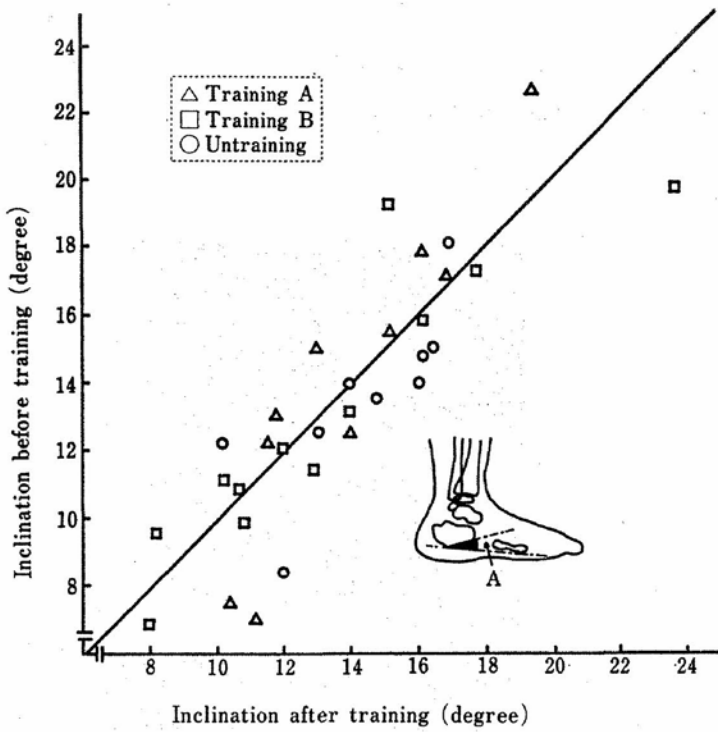


図6 トレーニング前後における踵骨の傾斜角度Aの変化

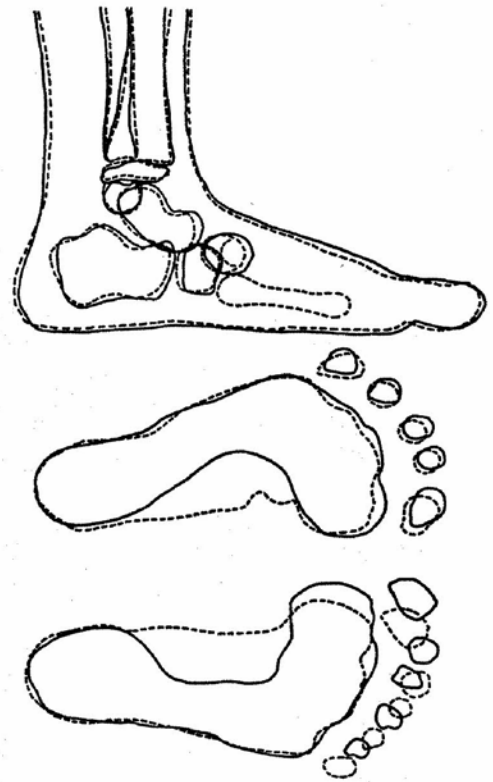
られなかった。

図6は、トレーニング前後における踵骨の傾斜角度Aの変化についてみたものであり、土ふまず比と同じように、必ずしも増加するとは言えなかった。

4. 考 察

我々は先の報告書(山田ら1983)において、土ふまずの形成過程をみるためにピドスコープおよびX線撮影を行ない、これらの写真から接地足蹠と骨構造の関係を検討し、2歳から10歳の発育過程において接地足蹠(足裏面積、土ふまず面積)が急速に変化し、土ふまず比からみると、7歳でほぼ成人の示す値に近づくこと、足弓隆に必要な基本的骨構造がかなり早い時期にほぼ形成されることを明らかにした。

今回、256名について、ピドスコープによる足蹠写真から土ふまずの形成過程についてみると、4歳児で70%(男子66%、女子74%)、5歳児で74%(男子70%、女子78%)の者が形成され、4



Sub. Y.O. Male,
Age 5:6 ---
5:11 —

図7 同一被験者によるトレーニング前後の足弓隆および接地足蹠の変化

歳児で15.5%(男子18%、女子13%)、5歳児で18%(男子21%、女子15%)の者がいわゆるベタ足の者であった。これは、根本(1966)の4歳児で74%(男子76%、女子72%)、5歳児で80%(男子72%、女子88%)の結果と比べてみると、やや形成率が悪く、ベタ足の者が多い傾向がみられた。

次に、いわゆるベタ足とみられる者32名についてX線撮影を実施し、実験群についての芝生上での素足の活動および青竹上での足ふみトレーニングを実施させ、接地足蹠と骨構造の形成過程について検討した。

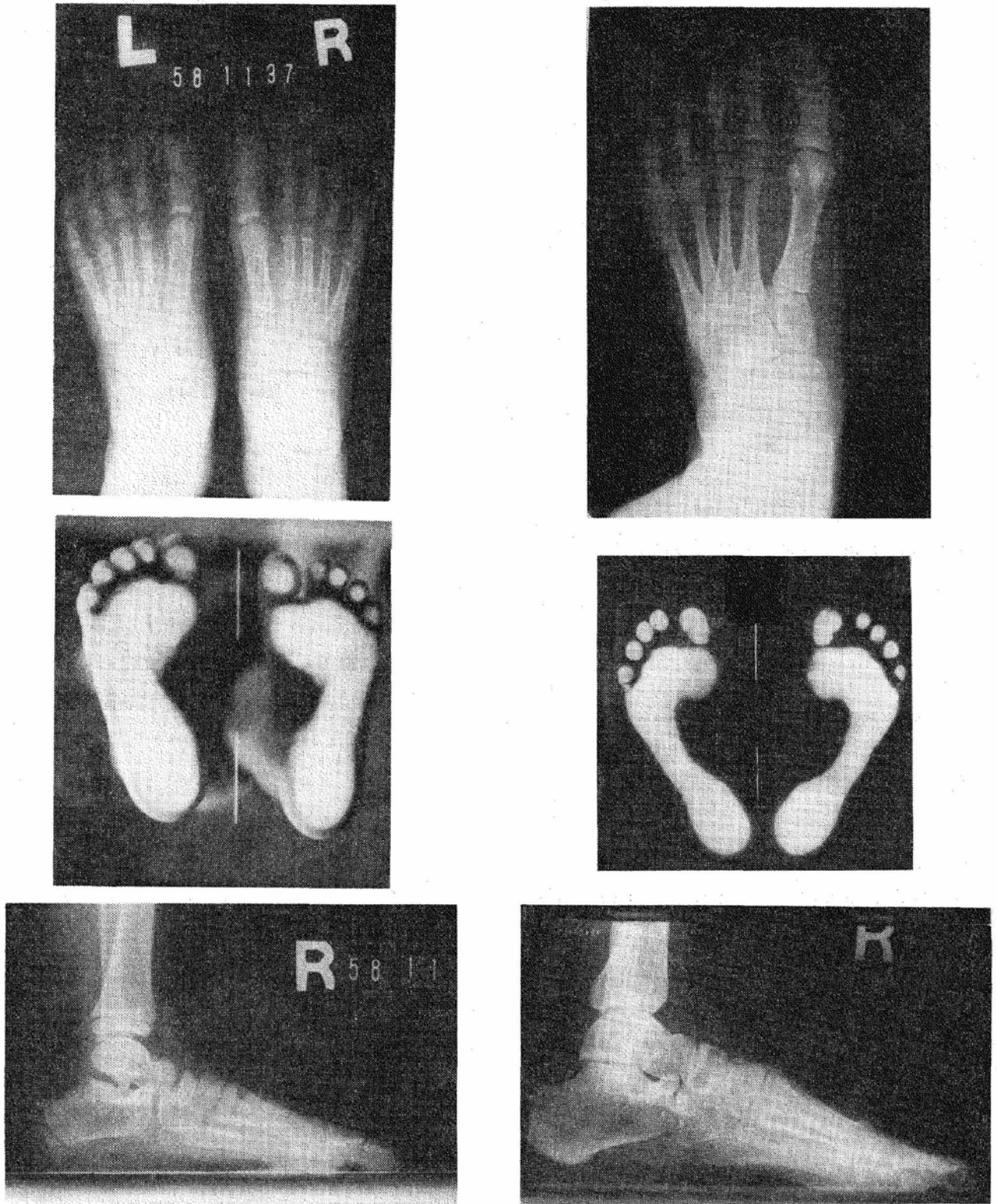
その結果、接地足蹠については、図7のように土ふまずがかなり形成されている者もみられたが、ほとんどの者については変化がみられなかった(図5)。

また、足弓隆の変化についても、図8のように

まだ十分化骨していない部分もみられるにもかかわらず、踵骨の傾斜角度A、距骨のなす傾斜角度Bについてもトレーニング前後において有意差検

定を行なったところ、有意差がみられなかった。

このような結果が得られた理由として、今回の実験群の対象児全員が、全面芝生でおおわれた



Y.O. 5歳11ヵ月

A.O. 20歳5ヵ月

図8 足弓隆の形成

広い園庭（園児1人当りの園庭面積 28m^2 ）を有し、常に素足での自由あそびを奨励し、かつ専任の男性体育指導員が週3回の割合で体育指導を実施している園の園児であり、この実験以前からかなりの刺激を受け、すでに被験者自身としてはかなりの段階まで環境的な影響による変化をしていたのではないかと考えられる。

このようにみると、実験群に対するトレーニングによる刺激が弱すぎたとも考えられるが、これらについてはさらに今後検討する必要がある。しかし、実験群の被験者に対する刺激が計画のものより多少弱められたかも知れないと考えられる理由は、トレーニングが、クラス単位（約34名）で行われたこと、かつクラス担任にはクラス内で実験群の対照児となった両足ともに接地足跡未発達児がどの園児であるかを特別に知らせず、対照児への特別な配慮を依頼しなかったために、対照児がトレーニング内容を確実に実施したかどうかの確認ができなかったこと、などが考えられる。

今回のこのような配慮が、低年齢を対象とした実験には、実験の対照児はもとよりクラス担任にも必要以上の意識をさせないためになされるべきではあるが、実験方法としてはやはり問題点として残されよう。

また、今回トレーニング効果をみるために追跡記録を行なった5ヶ月間という期間では短かかったために、その効果が表われるまでに至らなかったのではないかと考えられる。

土ふまずを形成させるためのトレーニング効果については、新聞などにその用いられた方法、期間など種々報告されているが、それらの中には、今回のトレーニングと同様の刺激強度ならびに期間であっても、かなり顕著な変化が認められたものもみうけられる。

これらの研究に用いられた接地足跡の採取方法の多くが、墨汁法であることが一つの問題点であ

ることが指摘できる。つまり、墨汁法は他の方法に比較して、採取に際して特殊な用具・材料などを必要とせず、足跡を現寸で記録できるため簡便ではあるが、足底への墨汁の附着量によって接地足跡像が変化することは、同一被験者に対して数回くりかえし記録した足跡像を比較することによっても容易に理解できよう。しかしながら、今回我々が用いたピドスコープ法においても、接地足跡採取時に上記のような問題点は認められないものの、ネガフィルムから現寸の足跡像への引伸時ならびにプラニメータによる接地足跡面積の計測時の誤差の存在は否めず、トレーニング効果をみるためには、記録ならびに分析方法について更に検討する必要があると考えられる。

5. ま と め

4, 5歳の園児256名を対象に、土ふまずの形成過程をみるためにピドスコープによる写真撮影を行ない、いわゆる“ベタ足”とみられる者32名についてはX線撮影を行なった。さらに、これらの者に5ヶ月間のトレーニングを行なった後の接地足跡ならびに足弓隆の変化について比較検討した。

1. 接地足跡における土ふまずの形成過程をHラインからみると、4歳児で70%（男子66%、女子74%）、5歳児で74%（男子70%、女子78%）の者が形成されており、4歳児で15.5%（男子18%、女子13%）、5歳児で18%（男子21%、女子15%）の者がいわゆる“ベタ足”とみられる者であった。

2. 5ヶ月間のトレーニング後における接地足跡の変化は、足跡面積、土ふまず面積、土ふまず比とともに平均値で増加がみられたが、それぞれの間で有意差検定を行なったところ、有意差はみられなかった。

また、足弓隆の形成を、踵骨の傾斜角度A、距

骨の傾斜角度Bからみると、トレーニングによる有意な差は認められなかった。

以上のように、今回のトレーニング実施による接地足跡、足弓隆形成の変化については、予想したような変化はみられなかったが、その原因として考えられることは、(1) 実験群へのトレーニング刺激が弱かった、(2) トレーニングの期間が短かった、(3) 対照児への個別指導を行なわなかった。ことなどがあげられる。

トレーニング効果をあげるための刺激強度、継続期間、指導方法などの点については、今後更に詳細な資料にもとづいた検討が必要であるため、現在も実験群に対しては、これまでと同様のトレーニングを継続させており、対照群ともども引きつづき追跡記録を行なう計画である。

文 献

- 1) Dekaban. A.; (福山幸夫・太田富雄訳) 乳幼児の神経学, 医学書院 (1973)
- 2) Goodenough, F.I.; *Developmental psychology*, Appleton-century crofts, Inc. (1973)
- 3) 中村隆一, 斎藤宏; 基礎運動学, 医歯薬出版株式会社, p. 195—215 (1976)
- 4) 根本芳男; 日本人の接地足跡面積に関する研究, 体育学研究, 第8巻第1号
- 5) 根本芳男; 大阪学芸大学紀要, 第12号 (1964)
- 6) 根本芳男; 幼児の接地足跡面積に関する研究, 体育学研究, 第9巻第1号 (1964)
- 7) 根本芳男; 幼児の接地足跡発育変化に関する研究, 体育学研究, 第11巻第2号 (1966)
- 8) 根本芳男, 吉澤正尹; 幼児の接地足跡発育変化と運動能力に関する研究, 常磐会短期大学紀要 (1969)
- 9) 山田耕司ほか; 接地足跡ならびに足弓隆の発育変化に関する足跡的研究, デサントスポーツ科学 Vol. 4, p. 230—240 (1982)