

# 足 蹠 に 関 す る 研 究

西種子田 弘 芳

(1983年10月15日 受理)

## A Study of Foot

Hiroyoshi NISHITANEDA

### は じ め に

足は力学的にみると、長(縦)軸方向と短(横)軸方向に穹窿(アーチ)を形成する。この足穹窿は、足を構成する骨の連結が、靭帯および筋肉によって強固となり、その形を保っている<sup>1)</sup>。特に、長軸足穹窿は、裸足の場合、起立時にも歩行時にも接地しないので「土踏まず」と俗にいわれる。また、このような「土踏まず」の認められない足を「扁平足」とよんでいる。

このうち、長軸足穹窿(土踏まず)の形成は、根本による<sup>2)</sup>と、おおよそ次のような経過を示す。生まれてから歩行前までの子どもの接地足底はベタ足の状態であるが、二足歩行が始まり、運動量が増加し、安定した歩行動作ができるようになる3才ぐらいになると、穹窿のおおよその完成をみる。さらに、下肢の緊張筋線維の働きが高まり、足底脂肪の沈着度が減少してくる6才ぐらいまでには、ほぼ成人なみの形ができあがり、肉眼的にも「土踏まず」を観察できるという。

(注) 平沢<sup>3)</sup>は、文字どおり一人立ちができる1才のころを第1独立期、6才を第2期独立期として重視している。

しかし、足底脂肪のつき方や骨格形成などには個人差があり、「土踏まず」の肉眼的観察だけで、アーチの状態を判定することは妥当でないと思われる。水野や片山<sup>4)</sup>など多くの人が「扁平足」の分類として掲げているように、多種多因によるアーチの形成として理解すべきである。

ところで近年、扁平足の児童が増加し、その矯正のための実践活動がマス・コミを賑わしている。これらのものは、青少年の扁平足の発現率<sup>5) 6) 7) 8)</sup>や扁平足の弊害、傷害発生やその程度の比較<sup>9) 10)</sup>、裸足運動などの励行による土踏まず形成の促進<sup>11) 12) 13)</sup>と運動能力への影響<sup>14) 15)</sup>などを報じたものである。これらの報告は、運動機会が少なくなり、運動能力や体力低下がおきた青少年に、運動機会を与え、特に足裏へ直接の刺激となる運動を実践させることによって、これらを回復させたという点に焦点があり、その実践的活動の成果の指標として足蹠を取扱っているように思える。しかしながら一方では、川崎<sup>16)</sup>や藤井<sup>17)</sup>によると、扁平足は3才ぐらいまでに発見して治療するのがベストだが、普通はその時期の発見が困難なので、4才ぐらいになっても土踏まずができない場合には、整形外科的な治療をした方がよいとか、軽度のものなら足の体操や裸足の刺激の繰り返して良くなるが、足の支持組織が固まるのが7~8才ぐらいなので、これより治療が遅れると、整形外科的にみて、裸足や運動だけでは治らないと反論している。長年、足蹠の研究に取り組んでいる平沢も<sup>18)</sup>、

土踏まずの形成と運動機能の関係を早急に直結することに慎重な態度を示している。

したがって、足蹠に関する研究を足底部から判断される「土踏まず」形成と「扁平」の違いだけにしぼり、そこから運動能力やその他の要因との関連を直結させることには、今のところ問題が多すぎるのではないかと考える。これらの打開のためには、平沢<sup>19)20)</sup>の「立ち」に必要な足の意義の追求と、竹重の指導による馬場<sup>21)</sup>の足部形態とその分類に関する研究などは極めて参考となると考える。また、臨床的な立場からの松葉<sup>22)</sup>の「学童期の扁平足は生理的なもので、自然治癒するものが大部分であるが、思春期以後に静力学的扁平へ移動するものがある。しかも扁平足の90%は静力学的扁平である」という論求は、これから足蹠の研究を進めようとしている著者には、大きな示唆を与えた。

以上のことから、これからの足蹠の研究は、①面としての足蹠から立体的な足との関係でとらえ直し、解剖学的・整形外科的に整理してみることに、②静力学的扁平以上のものの簡易的発見方法とその基準を確立することに、③生理的扁平を中心として、それに対する運動の質・量の効果や弊害を追求することに、④特異な扁平への矯正や治療など対応策の検討、⑤扁平などの足の形態的機能的側面と他の器官の機能障害などの追求を仮定して進めるべきではないかと考える。

本研究はこうした観点から①と③に係る運動と足蹠の関係を追求する基礎的研究である。

## I. 研究目的

本研究では、運動：特に足裏へ刺激となるような質・量を伴った運動が、足蹠にどのような影響をもたらすのか、また、そのことによって足の形態的变化を伴うものかを明らかにするための、基礎的研究である。

そのために、これまでの研究ではまったく見当らない成人の足蹠を中心とし、しかもある特定の運動を長年継続している大学運動部員を対象にし、彼らの足底部接写によって採取した足蹠と、足の立体的把握のための甲高や足巾などの関係、所属運動部別の足蹠の特徴、特異な扁平のX線解析による骨格の構造的変化などを比較・検討しようとするものである。

## II. 研究方法

### 1. 調査対象

鹿児島大学学友会運動系サークルに所属する陸上競技部員34名、ラグビー部員27名、剣道部員22名である。いずれも健康な男子学生であり、数年以上にわたりそれぞれの種目を継続的に実施している。

### 2. 足蹠の採取と判定

鹿児島大学教育学部保健学研究室作成のピドスコープの上に、裸足で安楽な直立姿勢を保たせ、PENTAX・MX に接写レンズ MACRO 4/50 をつけて、足底部を撮影し、その焼付拡大1/2写真

から 3. に示す測定部位, 項目などを測定・換算した。

扁平と土踏まず形成の判断は, 平沢の示す<sup>23)</sup> 内側線と外側線の交点と第二指の midpoint を通る直線 (H-ライン) が, 土踏まず線をよぎったかどうかによって, 次の4つに分類する方法をとった。

- A 型; 土踏まずが両足とも形成されていない状態
- BL 型; 土踏まずが左足だけ形成されていない状態
- BR 型; 土踏まずが右足だけ形成されていない状態
- C 型; 土踏まずが両足とも形成されている状態

### 3. 身体ならびに足部計測とその部位・項目

馬場が示した<sup>24)</sup> 足の形測部位・項目のうち, 特に関連の高いと思われるものを次のように選定した。

- A 身長 B 体重 C 利き足の中足指節関節部の長さ D 利き足 (図2を参照のこと) の舟状骨・第1楔状骨・第2楔状骨の関節における舟状骨尖端の高さ
- E 甲一巾率 F・G 左右の接地面の足長 (H-ラインの長さ) H・I 左右の接地面の足巾 J・K 左右の H-ラインから土踏まず線のもっとも遠い (土踏まず形成) または近い (扁平) 垂直線の長さ L・M 左右の接地面の踵巾 N・O 利き足の足巾角度 H-ラインと外側線および内側線の交点がつくる角度

計測についてはマルチン人体形測に準拠した。

### 4. 扁平の X 線解析

扁平と土踏まず形成の代表例について, その足部を外側から直角に, また前方 45 度から

レントゲン撮影し, 骨格の構造的変化を横倉の長軸足穹隆の計測方法<sup>25)</sup> によって算出し, 比較した。

### 5. 調査期間 昭和58年6月25日～7月25日

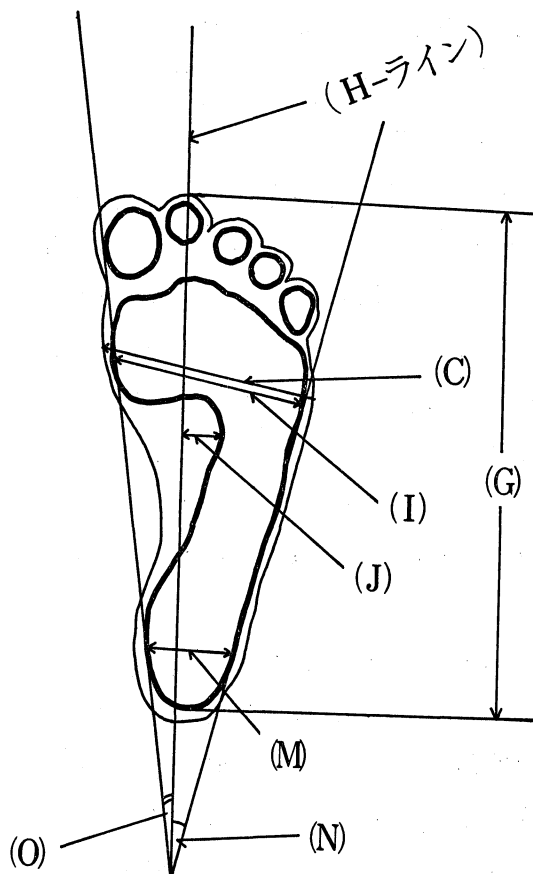


図1 足趾の測定部位と項目

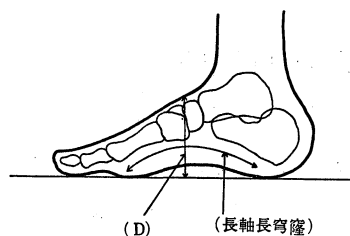


図2 足穹隆と甲高

### III. 結果と考察

#### 第一節 運動部所属学生の足蹠と各測定項目の相関

表1に対象者全員の平均値と標準偏差を測定項目別に示し、さらに、平沢のH-ラインから算出される扁平の分類とその発現頻度を表IIに、足蹠における重要ポイントと各測定項目の相関係数を表IIIに示した。

表 I 対象者の項目別平均値と標準偏差  
N = 83

項目	$\bar{X} \cdot SD$	平均値	標準偏差
身長		170.8	5.62
体重		63.8	7.15
足巾		10.29	0.489
甲高		4.83	0.438
甲一巾率		0.470	0.041
左のH-ライン長		9.54	0.657
右のH-ライン長		9.49	0.653
左の内足巾		24.17	1.447
右の内足巾		24.04	1.568
左の穹窿長		1.22	0.720
右の穹窿長		1.25	0.760
左の内腫巾		4.92	0.460
右の内腫巾		4.89	0.455
H-左角度		10.95	1.421
H-右角度		7.64	1.043

#### 1. 扁平の発現率について

接地足底面から算出される扁平の発現率は、対象者83名に対し、A型5名、BL型2名、BR型3名、C型73名である。これまで一般成人の扁平の発現率については報告が見あたらないので、はじめにの所で述べた児童・生徒らのデータと比較すると、運動部所属学生の扁平発現率はそれ程低い値ではない。しかし、その内訳では素足の運動である剣道部には一人の扁平者もなく、ラグビー部に6名、陸上部に4名となっている。また、ラグビーはフォワードとバックスに大別できるが、フォワード群に5名の扁平者がいるし、陸上部では短距離と中・長距離およびフィールド群に分けると、各々3名、1名、0名となるので、ある程度の運動種目間に接地面への影響差があると考えられる。しかし、今回は扁平群が少ないため統計的な有意性を見いだすことはできなかった。

表 II 扁平の発現数 (単位:人)

種類	部	剣道	ラグビー	陸上	全体
扁平	A	0	3	2	5
	BL	0	2	0	2
	BR	0	1	2	3
土踏ズ	C	22	21	30	73
対象数		22	27	34	83

#### 2. 扁平の有無と各測定項目の相関について

扁平の分類からC型を土踏まず形成者として残りのA型・BL型・BR型を扁平者とした場合、「扁平の有無」と各測定項目との間には表IIIのような相関係数をえた。特に「甲一巾率」と「穹窿長」並びに「内腫巾」と「扁平の有無」の間には有意な相関が認められた。「甲一巾率」と「穹窿長」は「扁平の有無」に対し、負の相関を示すが、各々の数値が小さくなる程、扁平の傾向を示す。特に「穹窿長」とはかなり高い相関を示すことから、H-ラインを土踏まずが横切ったか、否かという二者択一的扁平の判定に、どの程度の扁平であるかという扁平の質的判断への手がかりを与えてくれるのではないかと考える。次に「扁平の有無」が甲高や足巾の単独の数値よりも「甲一巾率」

表 Ⅲ 足蹠のポイントと各測定項目の相関

項目	ポイント	扁平の有無	足 巾	甲 高	甲 - 巾率	穹隆長	踵 巾
身 長 (A)		0.143	0.589 **	0.423 **	0.120	0.084	0.226 *
体 重 (B)		0.069	0.547 **	0.319 **	0.038	0.153	0.350 **
足 巾 (C)		0.054	—	0.347 **	0.164	0.088	0.448 **
甲 高 (D)		0.195	0.347 **	—	0.852 **	0.357 **	0.072
甲 - 巾率 (E)		0.240 *	0.164	0.852 **	—	0.434 **	0.296 **
左のH長 (F)		0.016	0.783 **	0.249 *	0.144	0.045	0.441 **
右のH長 (G)		0.017	0.811 **	0.309 **	0.096	0.029	0.510 **
左の内足巾 (H)		0.186	0.576 **	0.285 *	0.021	0.137	0.289 **
右の内足巾 (I)		0.186	0.572 **	0.284 *	0.014	0.091	0.365 **
左の穹隆長 (J)		0.606 **	0.088	0.357 **	0.434 **	—	0.188
右の穹隆長 (K)		0.688 **	0.076	0.378 **	0.443 **	0.783 **	0.261 **
左の内踵巾 (L)		0.043	0.490 **	0.058	0.171	0.036	0.627 **
右の内踵巾 (M)		0.231 *	0.448 **	0.072	0.296 **	0.188	—
H - 左角度 (N)		0.109	0.063	0.111	0.156	0.164	0.109
H - 右角度 (O)		0.007	0.195	0.263 *	0.371 **	0.258 **	0.059

\* p &lt; 0.05, \*\* p &lt; 0.01

という指数化された項目と有意な相関を示すことである。このことについては第三節でもふれるが、「甲高」の低さが必ずしも扁平に直結していないことと関係があるのではないだろうか。

### 3. 足蹠の重要ポイントと各測定項目との相関について

接地足底部から算出される「扁平の有無」と各測定項目間には 2. で示した 3 項目において有意な相関を示したので、これに立体的な足を想定していくためには、「足巾」と「甲高」は加えて検討すべきではないかと考え、表Ⅲのような相関係数表を作成した。

この表から「足巾」・「内踵巾」と「甲高」・「甲 - 巾率」・「穹隆長」の二つに大別されるように思える。「足巾」・「内踵巾」は身長・体重・H-ライン長・内足巾とそれぞれ有意な相関を示すのに対し、「甲高」・「甲 - 巾率」・「穹隆長」の 3 項目は相互間でかなり高い有意な相関を示すと同時に、「右角度」とも同じような有意な相関をもつからである。

#### (ア) 「足巾」と「内踵巾」について

この 2 項目は、身長・体重・内足巾・H-ライン長との間に、それぞれ高い相関を持つことから、体格の長経ならびに横経項目との関連を追求しようとする場合、重要な測定項目と考える。

「扁平の有無」に対して「足巾」はまったく相関は見られないが、右の「内踵巾」との間には、わずかながら有意な相関を示す。しかし、「足巾」と「内踵巾」はかなり高い有意な相関を示す。このことは、「足巾」が一定の時、「内踵巾」や「踵巾」の広がり、足底部を長方形に近づけることになり、結果的に扁平を形成することになる。すなわち、「足巾」や「踵巾」はその単独の項目測定だけでは、扁平の判定に意味をなさず、「足巾」に対する「踵巾」の比率が問題になるように考える。こうした点から、平沢の足底接地面の三分画の発想<sup>25)</sup>は考慮に価するものである

と同時に、その簡略的な把握方法を検討する必要があるように思う。

(イ) 「甲高」・「甲一巾率」・「穹窿長」について

「甲高」は、身長・H-ライン長・体重・足巾・内足巾とかなり高い有意な相関を示すので、「足巾」とともに、体格的な関連を検討する時には必要な項目と考える。しかし、同時に「穹窿長」や「右角度」とも関連は高いが、「内腫巾」との間にはほとんど関連がないという特徴を示す。したがって、「甲高」は足底部における前・中部の足蹠の様相を把握する時にも重要な項目ではないかと考える。

扁平は距骨の起立化、楔・舟関節部の下降などの骨格上の変形があることも報告されている<sup>26)</sup>のにもかかわらず、本研究では、「甲高」と「扁平の有無」の間には有意な相関を見いだせない。そこで、「扁平の有無」とそれほど関連を示さない「甲高」と「足巾」を組合せ、指数化した「甲一巾率」をとることとした。「甲一巾率」の平均値0.470以下に扁平者10名のうち7名を、また、平均値よりも10%減の0.423以下に4名を発見することもできたことは、「扁平の有無」と独自の項目としての「甲一巾率」の関係は意義の大きいものと推察できる。

今後、扁平群の量的な増加をはかるとともに、立体的な足の詳細な計測とX線解析などを加えて検討するなかで、この関連を明確にしていきたいと考える。

「穹窿長」は、前述したように「扁平」を質的に判断する場合に重要な項目と考えられると同時に、「甲高」と「甲一巾率」の2項との間にも、かなり有意な相関を示すことから、接地面の様相と立体的な足の理解のために役立つ項目であると考ええる。

(ウ) 足蹠の左と右について

左右の関係は、H-ライン長・内足巾・穹窿長・内腫巾の4項目について比較検討する。

表1に示した対象全員の各項目の平均値と標準偏差を参照すると、左右の穹窿長の平均値では右足が、H-ライン長・内足巾・内腫巾では左足が大きい。一般的に右足より左足の発達がよく、土踏まずの形成がよいと思われる。平沢<sup>27)</sup>によると、20才代から50才代まで、男女ともに1%の有意水準で、左足の接地面積は右足より大きいし、H-ライン長も左足が右足より長く、その傾向は3才ぐらいからあらわれるとしている。馬場<sup>28)</sup>も左足長が右足長よりも大きいことを報告し、その理由を右手利きにより左足が支持足となることに起因するとしている。本調査の対象者には、左手利きはわずかに6名しかいないので、利き手と支持足および接地面積などの関係は明確でないが、今後、利き手の存在をも考慮すべきだと考える。

## 第二節 所属運動部別の足蹠の特徴

表IVに所属運動部別の各項目の平均値と標準偏差および有意差の検定結果を示した。

この表からいえることは、ラグビー部と剣道部・陸上部との間に、かなりの足蹠の違いを見ることである。体重において、ラグビー部員は他の二部員よりも重い。ラグビーはスポーツのなかでも重量を必要とする格闘技に近いスポーツの一種である。特にフォワードのプレーには、そうした要

表 IV 所属運動部別の足趾の特徴と検定結果

部と比較 項目	剣道部(K) N=22		(K)-(R) の 比較	ラグビー部(R) N=27		(R)-(A) の 比較	陸上部(A) N=34		(A)-(K) の 比較
	X	S.D		X	S.D		X	S.D	
A	169.46	5.5900		171.26	5.6934		171.35	5.4425	
B	61.32	5.4472	-**	68.04	7.0368	**	61.95	6.6759	
C	10.34	0.4075		10.34	0.5439		10.21	0.4821	
D	4.83	0.4752		4.64	0.4288	-**	4.97	0.3587	
E	0.467	0.0510		0.449	0.0378	-**	0.486	0.0262	
F	79.70	0.5745		9.74	0.5519	**	9.27	0.6917	-**
G	9.56	0.5866		9.66	0.5858	*	9.31	0.6994	
H	24.03	1.2768		24.32	1.5533		24.14	1.4522	
I	23.95	1.2780		24.11	1.8423		24.06	1.4959	
J	1.41	0.5443	**	0.94	0.5292		1.31	0.8712	
K	1.49	0.5551	**	0.90	0.6070	-*	1.36	0.8780	
L	4.95	0.4042		5.06	0.4540	**	4.78	0.4570	
M	4.85	0.3726	-**	5.13	0.3895	**	4.70	0.4583	
N	10.84	1.6948		10.76	1.0307		11.16	1.4639	
O	7.40	1.0598	-*	8.11	1.0394	**	7.34	0.9450	

\* p < 0.05, \*\* p < 0.025

素が多分にある。もちろん、剣道も格闘技ではあるが、ラグビーよりも狭い空間の中で、瞬間的な巧緻性や敏捷性を競うスポーツであることからの相異であろう。

剣道部とラグビー部では、左右の穹窿長において剣道部の方が有意に大きく、右の内腫巾とH-ラインに対する右角度においてはラグビー部が有意である。すなわち、剣道部は土踏まずの形成がよく進んでおり、特に中足指節関節部の足巾がラグビー部よりも狭いことを示している。

ラグビー部と陸上部では、甲高・甲一巾率・右の穹窿長において陸上部が、左右のH-ライン長・左右の内腫巾・H-ラインに対する右角度においてラグビー部が、それぞれ有意である。陸上部員はラグビー部員よりも、特に甲高が大きく、土踏まずの形成がより発達していると思われる。

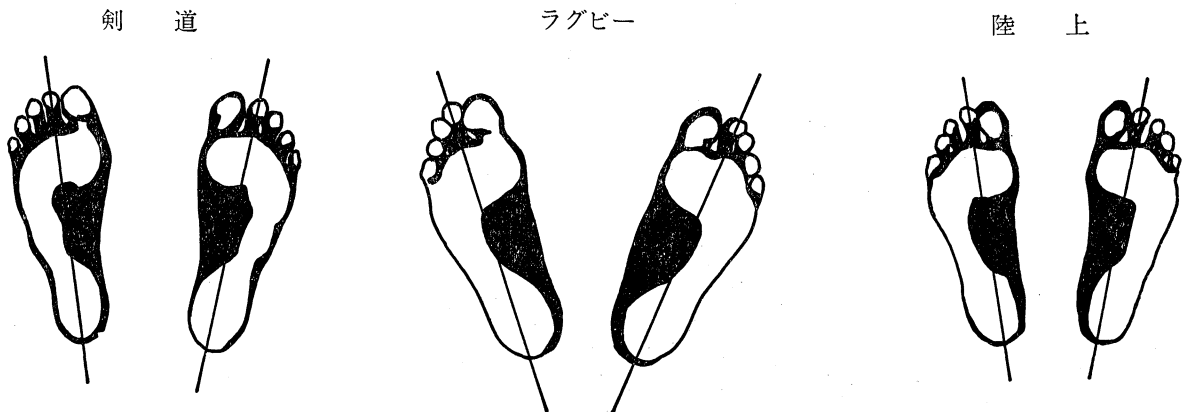


図 3 所属運動部の足跡例

