

## 歩行・走行における履物特性について

松野 義晴

(敬愛大学非常勤講師)

The effect of the various footgears on the floor reaction forces, the steps and the pace(distance covered in a step) during walking and running

Yoshiharu MATSUNO

Keiai University

### はじめに

今日まで、歩行および走運動に関する研究は国内外問わず多々行われ発表されてきている。運動力学・生理学の側面において運動メカニズムの観点<sup>1) 2)</sup>より、さらにはスポーツ医学の側面においてリハビリテーションの歩行処方など医学的観点<sup>1)</sup>からも研究され続けている。これらの研究内容は、概ね現実に生起している問題を解決するためになんらかの応用性を歩行・走行研究に期待する領域と、短い射程では応用対象を特に定めずに歩行・走行現象のメカニズムそれ自体の解明を目的とする領域に大別されるであろう。学際化の著しい昨今では、歩行・走行現象は常に「古くて新しい」問題として多方面から研究され続けているのが現状である<sup>3)</sup>。

そこで、本研究では「歩行動作」「走運動」における履物特性(履物の種類の違い)により歩行・走行パターンに差異が生じるか否か、さらに各種履物特性における床反力、歩数、歩幅に変化が現れるか、についての調査を報告する。

### 研究方法

#### 1. 被検者

被検者として、身長168cm、体重70kg、28歳の健常な成人男子1名を採用した。

#### 2. 測定器機

二枚の小型圧力板(キスラー社製:  $40 \times 60 \text{cm}^2$ )に電動式トレッドミル(酒井医療社製)を載せ<sup>4)</sup>、圧力板とトレッドミルとの間に、トレッドミル運転中発する振動を吸収するため毛布を挿入<sup>5) 6) 7)</sup>し、測定を行った(写真参照)。二枚の圧力板出力を三方向各々において加算して、一枚の圧力板を設置したと見なせるようにした。トレッドミルは250kgWであった。反力はA/D変換器で10m秒毎数値化されパーソナルコンピュータ(NEC社製: PC9801)に記録した後、数値処理を行った。本研究では、歩行・走行測定時間の5秒間

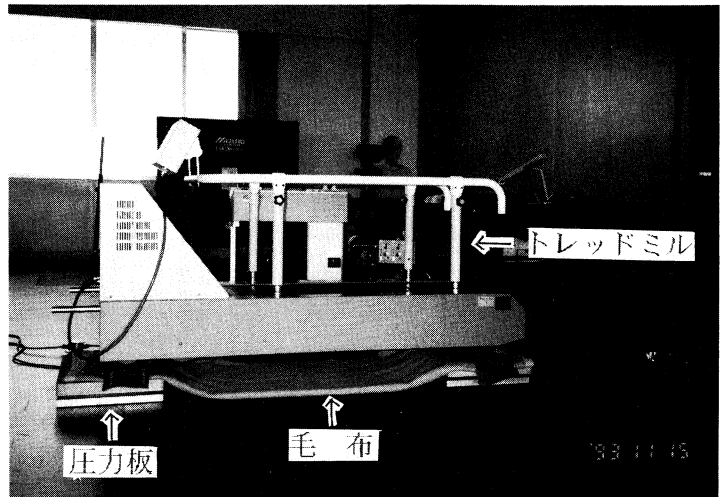


写真 2台の圧力板とトレッドミル

におけるPEAK-to-PEAK値（山谷差）を床反力として算出した。

3. 運動条件

<歩行速度>

時速3kmから8kmまで1段階毎にトレッドミル速度を増加させた際の計6段階における歩行につ

いて測定を行った。歩行測定時間は、歩行開始1分後の5秒間であった。

<走行速度>

歩行速度同様、時速3kmから11kmまで計9段階における、走行開始1分後の5秒間について測定を行った。

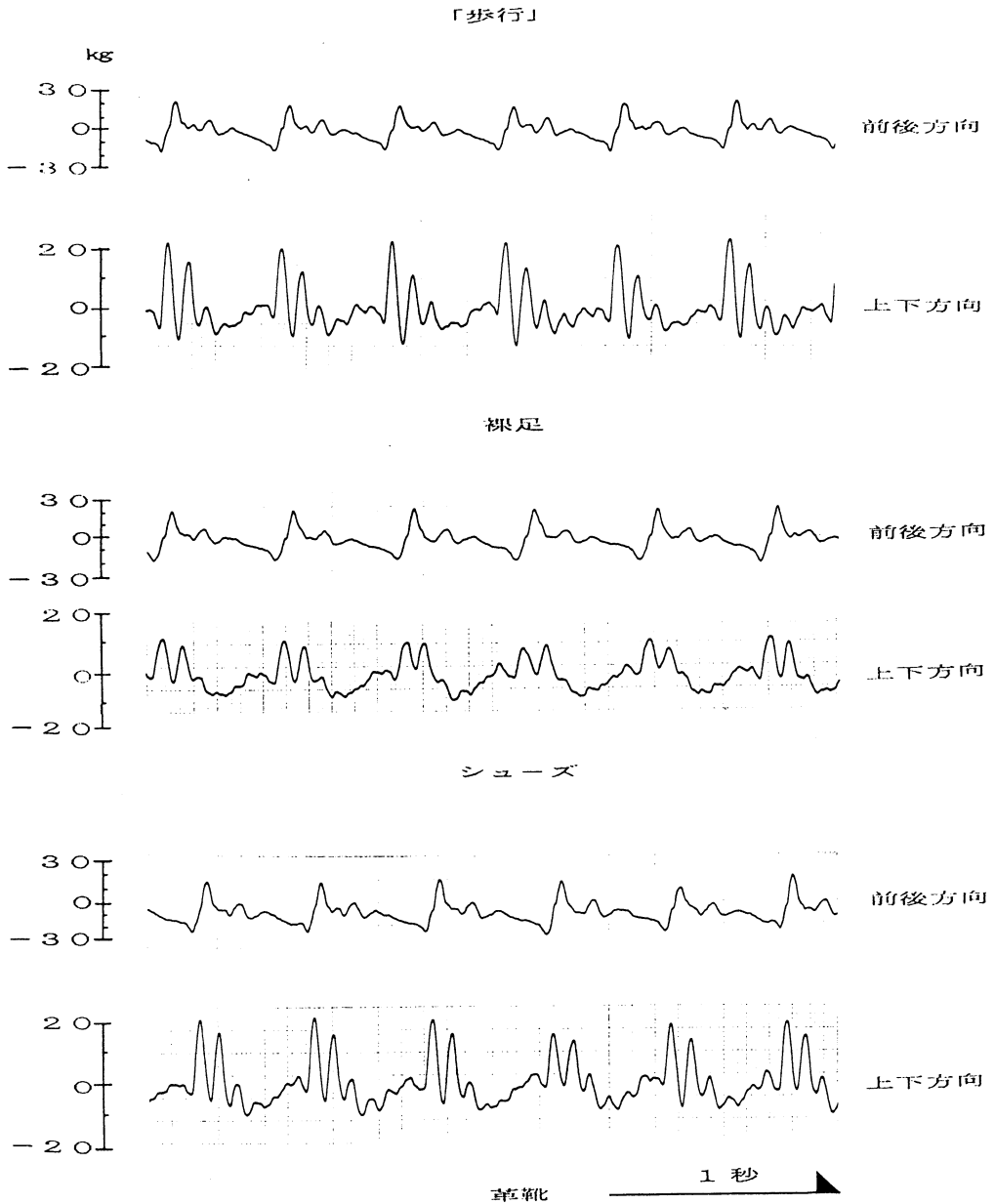


図1 各履物特性における歩行時床反力

4. 履物の種類

被検者に対する履物は「裸足」「スポーツシューズ」「皮靴」の3種類を使用した。特に「スポーツシューズ」「皮靴」に関しては日頃から用いている履物を使用した。

1) 歩行・走行時における床反力波形

図1は時速4kmに設定したトレッドミル歩行の際の床反力波形である。図2は時速8kmに設定した際の走行時床反力波形である。図1より、特に歩行時の上下方向における床反力に着目した場合、裸足、スポーツシューズ、及び皮靴の波形におい

結果と考察

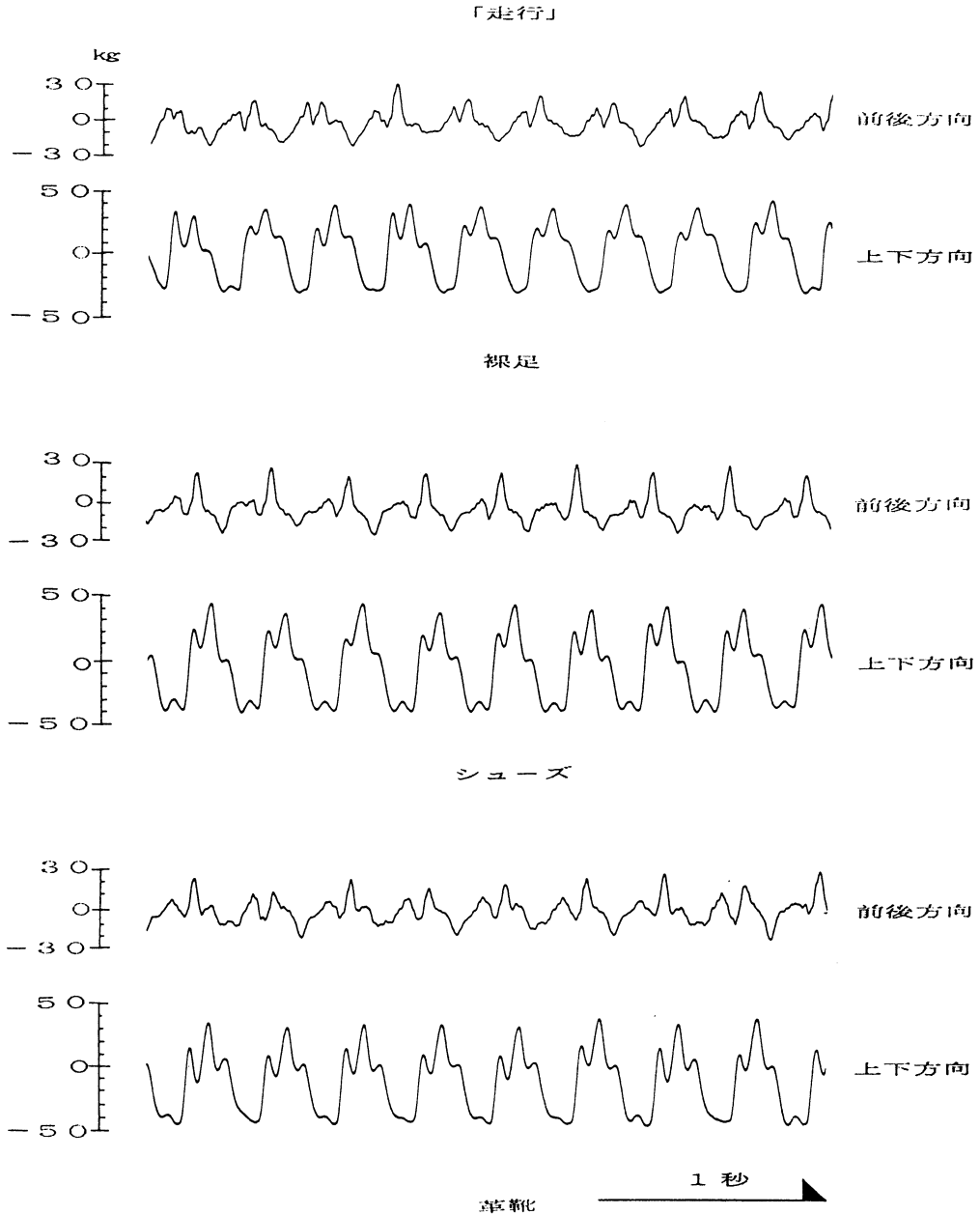


図2 各履物特性における走行時床反力

て二相の波形パターンが確認された。これは、歩行・走行が着地（かかと；第一相）から蹴り出し（足指部；第二相）に至る動作様式のためと考えられる。なかでも裸足、皮靴においては第一相における着地の際の振幅が第二相と比較し大きくなる傾向にあった。一方、スポーツシューズについては第一相と第二相の振幅に顕著な差は見いださなかった（図1参照）。

走行時における床反力波形については、上下方向に着目した場合、歩行の場合と同様二相の波形パターンを示し、第一相と第二相の振幅の大きさに違いが見られた。走行時における波形パターンは第一相（着地時）より第二相（蹴り出し時）における床反力が大きくなる傾向となった。これは、走運動では上前方方向に強い蹴りだしが必要となることから、歩行の際の波形パターンと異なる結果となることが推測される。各種履物における波形パターンに明かな違いは見いだされなかった（図2参照）。

2) 歩行及び走行速度と床反力の関係

歩行及び走行時におけるトレッドミル速度と床反力の関係について示したものが図3である。

各速度に対する歩行・走行時における床反力については、歩行・走行速度が増加するにつれ増加傾向を示した。しかし、履物の種類における顕著な差は確認されなかった。

歩行と走行の際の床反力を対比させると、トレッドミル速度4kmの場合、歩行時床反力はおおよそ70~80kg重を、走行時床反力はおおよそ150~160kg重記録し、歩行時と比較し走行時の床反力は約2倍の値を示した。トレッドミル速度3~6kmまでの歩行時に比べ走行時の床反力はほぼ2倍の値を示している。トレッドミル速度が7km以降になると歩行時床反力が前段階歩行速度の際の床反力と比較し、約30%の増加が認められた。これは、本被検者における通常の歩行速度時速6kmを上回る速度のため、歩行動作よりも走行動作に近似したためと考えられる（図3参照）。

3) 歩行・走行時における歩数・歩幅の関係

歩行及び走行の際におけるトレッドミル速度に対する歩幅と歩数の関係を示したものが図4・5である。

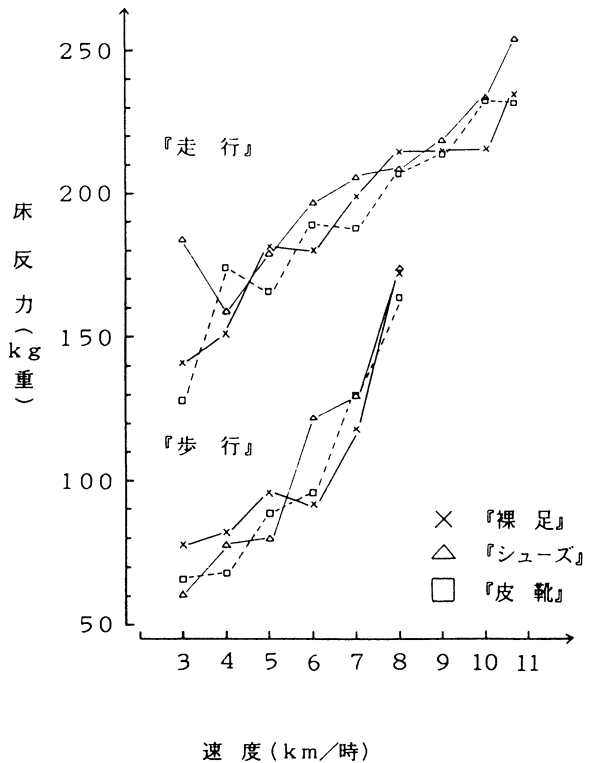


図3 各履物特性における速度と床反力の関係

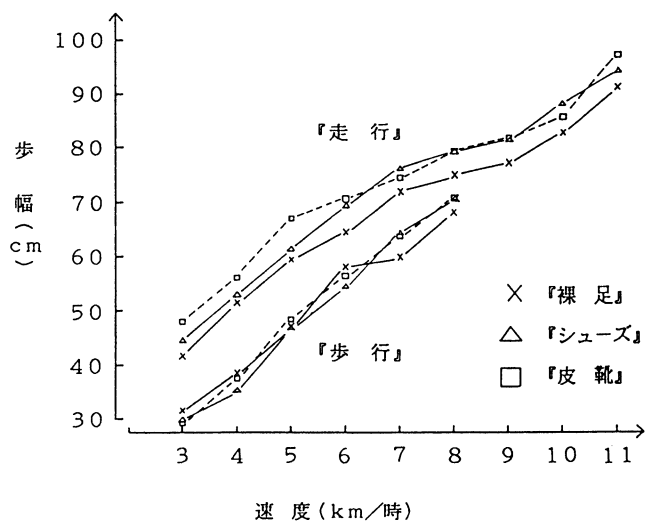


図4 歩行・走行時における歩幅の変化

<歩行・走行時における歩幅の変化>

トレッドミル速度が増すにつれ、歩行・走行時における歩幅が長くなった。特に歩行時速3kmから時速5kmまでの歩幅における増減率に着目した場合、各種履物において前段階歩行速度の際の歩幅と比較し、ほぼ20%前後の増加率を示す結果となった。ただし、歩行時速6km以降においては前段階歩行速度の際の歩幅と比較し、10%前後の増加率に留まった。これは、被検者自身の通常歩行の際の歩幅が63cmであることからほぼ時速5kmで頭打ち状態となり、歩行時速6km以降においては通常歩行の際の歩幅を上回ることより増加率が留まる傾向になると推測される。また、各歩行速度に対する「裸足」における歩幅を他の履物と比較した場合、「裸足」の際の歩幅が最も低い数値を示した。「裸足」の各歩行速度に対する歩幅は、他と比較しても狭まる傾向にあり、「シューズ」と比較した場合-5%前後、「皮靴」と比較した場合-10%前後の値を示した。

走行速度に対する歩幅に着目した場合、走行時速3kmから時速6kmまでの歩幅は前段階歩行速度

の際の歩幅と比較し、ほぼ20%前後の増加率を示したが、走行時速7km以降においては5~15%の増加率を示す結果となった。また、各走行速度に対する「裸足」における歩幅を他の履物と比較した場合、走行速度7km以降については歩行の際の歩幅結果（「裸足」の歩幅が他と比較し狭い）と同様に、-5%前後の値を示した。走行時速3kmから6kmの際の歩幅については、通常歩行の際の歩幅より短い歩幅で走行動作を行なわなければならないことから、各種履物における歩幅の変動が生じたのであろうと推測される（図4参照）。

<歩行・走行時における歩数の変化>

各歩行速度に対する履物三種の歩数は前段階歩行速度の際の歩数と比較し、ほぼ10%前後の増加を示す結果となった。さらに、各歩行速度に対する「裸足」における歩数を他の履物と比較した場合、「裸足」の際の歩数が多くなることが確認された。これは、各歩行速度に対する歩幅が「裸足」において低い値となることから、「裸足」については歩幅が狭くなることを歩数によって補う傾向にあるためと推測される。

各走行速度に対する歩数については、各走行時速において変動が見受けられ、走行時速7km以降における「裸足」の歩数は前段階歩行速度の際の歩数と比較し、およそ5%前後の増加率を示した（図5参照）。

特に、走行時速6kmまでの履物3種における歩幅・歩数の著しい変動は走行速度が被検者に対し遅く不慣れな速度設定であったため、走行歩幅・歩数に影響を与えたのであろうと推測される。

要約

- 1) 歩行・走行時における床反力波形パターンは足底部接地時およびキック時（離地時）の際の衝撃力により、二相の波形パターンを示す。
- 2) 歩行の際の床反力波形は第一相と第二相とを比較した場合、第一相（接地時）における振幅が大きくなる。

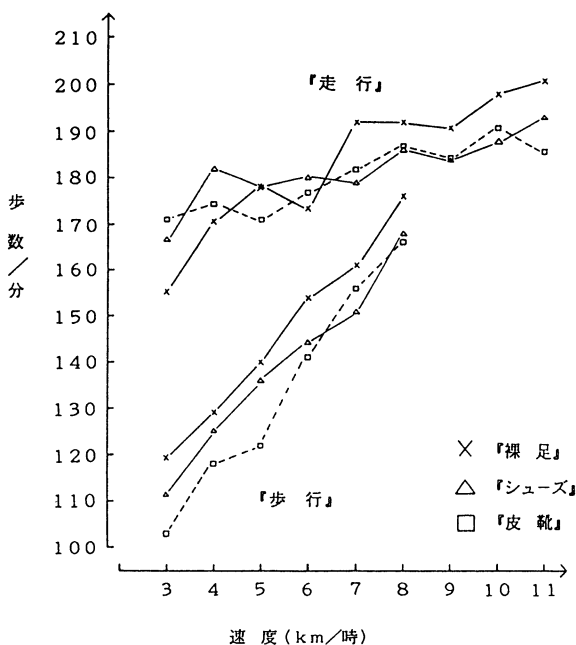


図5 歩行・走行時における歩数の変化

3) 走行の際の床反力波形は第一相と第二相とを比較した場合、第二相(キック時)における振幅が大きくなる。

4) 各速度に対する歩行・走行時の床反力は、速度が増加するにつれ増加傾向を示す結果となった。

5) 歩行時の履物三種(裸足、スポーツシューズ、皮靴)の歩幅増加率は、前段階歩行速度の際の歩幅と比較し、歩行時速3kmから時速5kmまでおよそ20%、時速6km以降においてはおよそ10%であった。

6) 「裸足」における各歩行速度に対する歩幅は、「シューズ」の-5%前後、「皮靴」の-10%前後の値を示した。

7) 走行における履物三種の歩幅増加率は、前段階歩行速度の際の歩幅と比較し、走行時速3kmから時速6kmまでほぼ20%、走行時速7km以降については5~15%の増加であった。

8) 「裸足」の各走行速度に対する歩幅を他の履物と比較した場合、走行速度7km以降において歩行の際の歩幅の結果と同様、-5%前後の値を示す結果となった。

9) 各歩行速度に対する履物三種の歩数は前段階歩行速度の際の歩数と比較し、ほぼ10%前後の増加を示す結果となった。

10) 各歩行速度に対する「裸足」における歩数を他の履物と比較した場合、「裸足」の際の歩数が多くなった。

11) 各走行速度に対する歩数については、走行時

速3kmから時速6kmにかけ著しい変動が見受けられ、前段階歩行速度の際の歩数と比較し、走行時速7km以降、「裸足」の歩数はおよそ5%前後の増加率を示した。

#### 参考文献

- 1) 大道 等：身体教育学叢書「動作計測法」I章 歩行解析、7-39、高文堂出版社、1989
- 2) 大道 等：身体教育学叢書「スポーツ力学」IV章 位置移動運動、109-169、高文堂出版社、1989
- 3) 大道 等：身体教育学叢書「バイオメカニクス」、高文堂出版社、1988
- 4) 大道 等、藤田孝之：60分間走における身体重心運動の経時変化、スポーツパフォーマンスの環境 第9回日本バイオメカニクス学会大会論集、226-228、1989
- 5) 大道 等：心拍動の力学、Japanese Journal of SPORTS SCIENCES 12(8)、503-513、1993
- 6) 大道 等、松野義晴、大室 栄：運動負荷後のバリストカーディオグラム、第48回日本体力医学会、徳島、1993
- 7) 松野義晴、大道 等、大室 栄：バリストカーディオグラム測定時における他の生体情報と雑音、第1回日本運動生理学会、筑波、1993
- 8) 松野義晴：裸足歩行の地面反力、ウォーキング研究会、東松山、1993

(平成5年12月10日受付)