

# ヒール靴着用時の加速度計を用いた重心動揺の解析

徳留 規裕<sup>†</sup> 三田 隆広<sup>†</sup> 西牧 侑香<sup>††</sup> 小山 裕徳<sup>†</sup> 川澄 正史<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 東京電機大学大学院未来科学研究科情報メディア学専攻 <sup>††</sup> 東京電機大学未来科学部情報メディア学科

## 1. はじめに

ヒール靴は一般的に踵の高い靴のことを指し、若年層や社会人女性に常用されている。しかし、ヒール靴着用時、屋内外に問わず平地での転倒や階段昇降時の転落の恐れがあるため、安全面、機能面に考慮が求められる。先行研究<sup>[1]</sup>では、ヒール靴着用時の転倒経験者はデパートの女性職員 251 名のうち、ほぼ半数であると報告している。

ヒール靴着用時の転倒要因として、ヒール靴着用時は踵が高くなるため、立位、歩行中に重心が不安定になりやすいことが挙げられる。そこで、本研究ではヒール靴着用時、3 軸加速度計を用いてヒール靴着用時の重心動揺の解析を行った。

重心動揺の解析は上下(±X)、左右(±Y)、前後(±Z)方向について行うこととし、加速度の二乗平均平方根 RMS(root mean square)で評価した。RMS 値が大きいほど動揺性が大きく、安定性が低いとされる<sup>[2]</sup>。本研究では、重心動揺を RMS 値として定義した。

## 2. 実験

ヒール靴着用時の RMS 値の変化の比較をするために 5 種のヒール靴を用いて歩行実験を行った。実験は、直線 8m の歩行路を、接地面積が異なるヒール高 0cm のフラットシューズ(FS)、ヒール高 5cm のミドルヒール(MH)、ウェッジヒール(WH)、厚底ヒール(AH)、ピンヒール(PH)をそれぞれ着用し、歩行させた。RMS 値は歩行速度に影響を受けるため、メトロノームを用いて健常成人の普通歩行速度である 110steps/min(歩行周期 1.09s)に指定し、一定のタイミングで歩行させた。

3 軸加速度計(ATR-Promotions 株式会社製)は、被験者の第 3 腰椎棘突起部にゴムベルトで固定し、サンプリング周波数は 100Hz に設定し、計測した。

被験者は、ヒール靴の馴れ不慣れを考慮し、週 3 回以上ヒール靴を着用する 20 代女性 5 名とした。検定には多重検定(Tukey 法)を用い、有意水準は 5%未満とした。

## 3. 結果

実験結果を表 1 に示す。上下方向では、FS と AH 以外のヒール靴間の RMS 値に有意差が認められた。また、AH と FS 以外のヒール靴間の RMS 値にも有意差が認められた。

前後方向では、FS と他の全ヒール靴間の RMS 値に有意差が認められた。特に、PH、MH には、FS と大きい差が見られた。

左右方向では、FS と AH 以外のヒール靴間の RMS 値に有意差が認められた。しかし、上下方向と前後方向と比較すると左右方向は RMS 値が小さい傾向が見られた。

表1. 直線歩行時の RMS 平均値[G]

	上下(±X)	左右(±Y)	前後(±Z)
FS	0.25 <sup>A</sup> ±0.02	0.14 <sup>B</sup> ±0.02	0.21 <sup>C</sup> ±0.01
MH	0.28 <sup>D</sup> ±0.02	0.17 <sup>E</sup> ±0.01	0.25 <sup>F</sup> ±0.02
WH	0.28 <sup>G</sup> ±0.01	0.17 <sup>H</sup> ±0.01	0.24 <sup>I</sup> ±0.01
AH	0.25 <sup>J</sup> ±0.01	0.16±0.01	0.24 <sup>K</sup> ±0.01
PH	0.28 <sup>L</sup> ±0.01	0.18 <sup>M</sup> ±0.02	0.26 <sup>N</sup> ±0.02

A-DGL,J-DGL,B-EHM,C-FIKN 間に有意差有り(p<0.05)  
フラットシューズ(FS)、ミドルヒール(MH)、ウェッジヒール(WH)、  
厚底ヒール(AH)、ピンヒール(PH)

## 4. 考察

実験結果から、PH と MH は WH、AH より RMS 値が大きかった。また、ヒール靴間わず、左右方向の RMS 値の変化は小さいことがわかった。このことから、PH と MH のヒール靴は RMS 値が大きく重心が不安定であること、前後、上下方向の RMS 値を小さくすることで転倒の危険性を低下できる可能性があることがわかった。

そのため、転倒の危険性を低下させるために、靴底に滑り止めを使用する方法やヒール靴用ゴムバンドを使用する方法、つま先部分の靴の形状を横長にして靴底の接地面積を広くする方法等が考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、ヒール靴着用時の RMS 値に着目し、3 軸加速度計を用いて重心動揺の解析を行った。実験は、接地面積が異なるヒール靴の歩行中の RMS 値の比較を行った。その結果、左右方向の RMS 値の変化は転倒には影響が小さいこと、上下、前後方向の RMS 値を小さくすることで転倒の危険性を低下できる可能性があることと示唆された。

## 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 15K01481 の助成により行われた。

## 参考文献

- [1] 高橋公, 他, "女子ヒール靴による足の障害: アンケート調査(第14回日本リハビリテーション医学会総会)," リハビリテーション医学, 14(4), p.296, 1977.
- [2] 牧浦大祐, 他, "歩行の安定性に性差は存在するのか?—加速度計を用いた歩行解析による検討—," 理学療法科学, 25(6), pp.923-928, 2010.