

# 婦人靴のデザインが靴音におよぼす影響

昭和女子大学 角田 由美子

## 1. はじめに

ここ数年、特に夏になるとデザイン性の高いサンダル等の着用により、大きな靴音を出して歩く女性をよく見かける。その音は頭に響くほど、甲高い大きな音で、駅の階段やエスカレーターなどで多くの人を不快にさせている<sup>1)-5)</sup>。

著者らが2005年7月に女子学生380人を対象にした「婦人靴による騒音に関する調査」<sup>3)</sup>では、自分の靴音がうるさいと思っ

たことがある人は約70%、そのうち「靴音が出た場合に対策を取らない人は約30%であった。また調査の結果、靴音は夏に良く履くヒールの細いミュール（踵部分のないつっかけスタイルの履物<sup>6)</sup>）や、トップピース（ヒール本体の摩耗を防ぐために取り付けられたゴムなどの部品<sup>6)</sup>）が摩耗することにより発生しやすいことが示唆された。

これらの靴音に関しての研究<sup>7)-12)</sup>は、主として床材からの検討が多く認められ、婦



5M



5M+S



7M



7S



トング

5M：ヒール高5cmのスティレットヒールのミュール  
5M+S：5Mにストラップバンドを装着  
7M：ヒール高7cmのスティレットヒールのミュール  
7S：ヒール高7cmのスティレットヒールのストラップ付きサンダル  
トング：ヒール高1.5cmの鼻緒式のサンダル

写真1 実験靴の種類

人靴のデザインからの検討は認められない。

したがって本報では、婦人靴のデザインと靴音との関係を明らかにするため、まず駅の階段などのフィールドにおいて靴音の現状を調査した。次いで屋内の一定の階段において、デザインの異なる靴音の測定と、靴音の嗜好についての官能評価を行った結果を報告する。

## 2. 実験方法

### 2.1 実験靴

実験靴は写真1に示すように、著者らの調査の結果<sup>3)</sup>、夏によく着用し、靴音が発生しやすいサンダルとした。靴の種類はヒール高5cmのステイレットヒール（先の尖った細いヒール）のミュール（以下5Mと記す。）、5Mと同様のデザインでヒール高7cmのステイレットヒールのミュール（以下7Mと記す。）、7Mと同じデザインでストラップの付いたサンダル（以下7Sと記す。）、ヒール高1.5cmのトングサンダ

ル（草履のような鼻緒式のサンダル<sup>6)</sup>、以下トングと記す。）を用いた。また防音効果の高いストラップバンド（ポリウレタン100%、市販品）を5Mに装着したもの（以下5M+Sと記す。）を加え5種類の靴を用いた。靴のサイズは、M、Lの2種類である。

### 2.2 被験者

被験者は表1に示す20歳から22歳の成人女子10名である。靴のサイズは、足を3次元足型測定機において測定後、フィッティングにより決定した。なお、実験靴はサンダルのため素足に着用した。被験者には実験着として半袖のTシャツ（綿70%、ポリエステル30%）、ハーフパンツ（ポリエステル100%）を着用させた。

### 2.3 測定項目

#### 2.3.1 騒音レベルおよび周波数分析

リオン株式会社製普通騒音計（NL-22）と1/3オクターブ実時間分析カード（NX-22RT）を用いて、騒音レベル（A特性）の測定と1/3オクターブバンドレベルの周波数分析を行った。なお、騒音レベルの時間重み付け特性は、FAST（特定数125ms）を用いた。

被験者の動作として、階段の上り、下り、平地歩行を行った。騒音は、計測者と被験者との距離を1m、地上から90cmを保って測定した。計測者は階段の中段に、平地歩行では歩行開始から5mの位置に待機して測定した。これらの歩行のスピードは普通歩行で行い、1種類の靴に対し3回ずつ測定した。

靴のデザイン（5水準）と動作（3水準）が騒音レベルにおよぼす影響を明らかにするため、二元配置による分散分析を行った。また、有意な要因に対してFisherの多重比較を行った。

表1 被験者の諸元

| 被験者 | 身長<br>(cm) | 体重<br>(kg) |   | 足長<br>(mm) | 足幅<br>(mm) | 靴の<br>サイズ |
|-----|------------|------------|---|------------|------------|-----------|
| A   | 158.0      | 52.0       | 右 | 239.0      | 105.1      | L         |
|     |            |            | 左 | 243.4      | 102.1      |           |
| B   | 160.0      | 51.5       | 右 | 223.9      | 93.6       | M         |
|     |            |            | 左 | 226.5      | 95.7       |           |
| C   | 165.0      | 56.0       | 右 | 232.4      | 92.6       | M         |
|     |            |            | 左 | 236.3      | 96.7       |           |
| D   | 159.1      | 47.7       | 右 | 244.3      | 93.1       | L         |
|     |            |            | 左 | 246.1      | 92.6       |           |
| E   | 154.0      | 52.0       | 右 | 214.4      | 93.7       | M         |
|     |            |            | 左 | 214.6      | 92.6       |           |
| F   | 161.5      | 48.1       | 右 | 233.6      | 100.0      | M         |
|     |            |            | 左 | 237.2      | 100.1      |           |
| G   | 160.8      | 52.7       | 右 | 229.7      | 92.2       | M         |
|     |            |            | 左 | 230.3      | 89.9       |           |
| H   | 165.7      | 49.0       | 右 | 237.1      | 98.5       | L         |
|     |            |            | 左 | 238.9      | 96.6       |           |
| I   | 155.1      | 41.3       | 右 | 229.7      | 84.8       | M         |
|     |            |            | 左 | 236.0      | 90.5       |           |
| J   | 154.8      | 48.2       | 右 | 224.6      | 97.4       | M         |
|     |            |            | 左 | 222.1      | 92.9       |           |

### 2.3.2 靴音の嗜好についての官能評価

各靴の着用実験ごとに、被験者は靴音の嗜好について官能評価を行った。評価は「5：非常に好き」、「4：好き」、「3：どちらでもない」、「2：嫌い」、「1：非常に嫌い」の5段階とした。これらの値を用いて、靴の種類を要因とした一元配置の分散分析および多重比較を行った。

### 2.4 靴音のフィールド調査

靴音の現状を明らかにするため、駅の階段などで各種の靴を履いて歩行を行い、靴音を測定した。階段の種類は、金属製の仮設階段（駅構内）、エスカレーターおよび石の階段（駅ビル内）、磁器タイルの階段（屋外）、Pタイルの階段（屋内）、コンクリートの階段（歩道橋）の6種類である。これらの階段下りの靴音を測定した。

実験靴は写真1に示した5M、5M+S、7M、7S、トンゲの5種類に5Mのトップピースが外れて、中の補強鉄芯が露出したもの（以下、鉄芯と記す。）を加えた。

フィールドでの調査のため、一般の歩行

者に迷惑をかけないように、被験者は成人女子2名（21歳、身長：154.8cm、体重48.2kg / 24歳、身長：160.2cm、体重48.5kg）で行った。実験は2005年7月29日から30日の3日間、人通りの少ない午前10時から12時に実施した。

### 2.5 靴のデザインによる靴音の違い

靴のヒールの高さやストラップの有無などの、デザインの違いによる靴音への影響を検討した。被験者は表1に示す成人女子10名、実験に用いた靴は、写真1に示した5種類である。実験は、静かな屋内のPタイルの階段（踏み面30cm、蹴上げ12cm）の上り、下りおよび平地で歩行を行い、騒音レベルの測定と周波数分析を行った。これらの実験は2005年8月に実施した。

## 3. 結果および考察

### 3.1 靴音のフィールド調査

各種階段と靴のデザインによる騒音レベルの結果（下り）を図1に示した。

実験前に各種階段の周囲の騒音レベルを

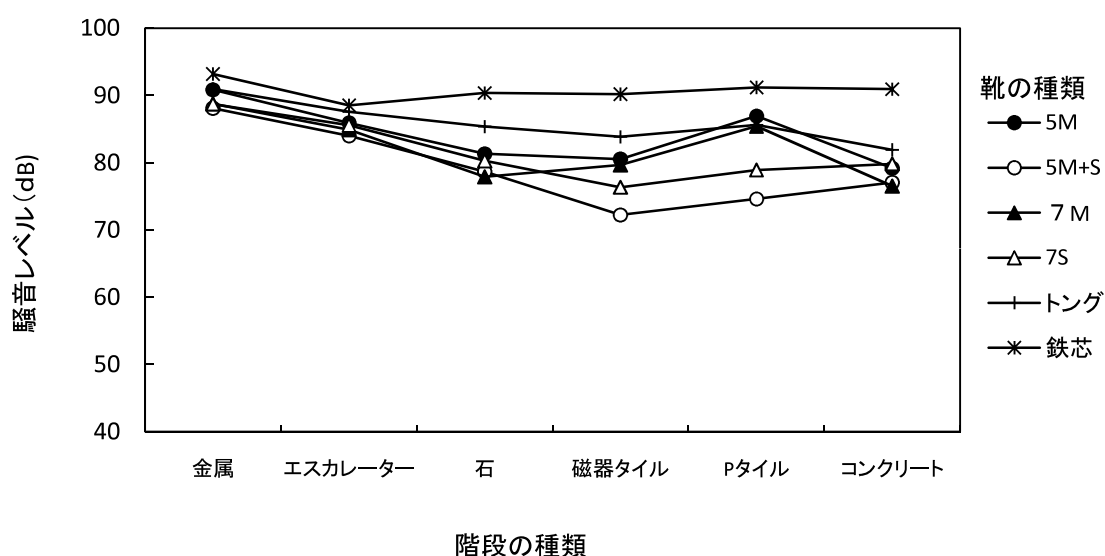


図1 各種階段と靴のデザインによる騒音レベル（下り）

- ・騒音レベルの値はJIS Z8731に準じて暗騒音を補正した。値は平均値を示す。
- ・靴の種類は写真1を参照。

計測し、歩行時の騒音レベルと比べて10dB以上の差がなかったものについては、JIS Z 8731に準じて暗騒音の補正を行った。

屋内の金属製仮設階段では、すべての実験靴の騒音レベルが、約90dBと高かった。この騒音レベルは騒々しい工場や地下鉄の車内（窓解放）音の大きさ<sup>13) 14)</sup>に値する。次いでエスカレーターも靴の種類にかかわ

らず、騒音レベルは高かった。

靴の種類では、階段の種類にかかわらず、鉄芯の騒音レベルが90dBとほぼ一定であった。

各種階段と靴のデザインによる周波数分析の結果を図2に示した。騒音レベルがほぼ同じでも、階段と靴の組み合わせにより、各周波数の騒音レベルは異なることが明ら

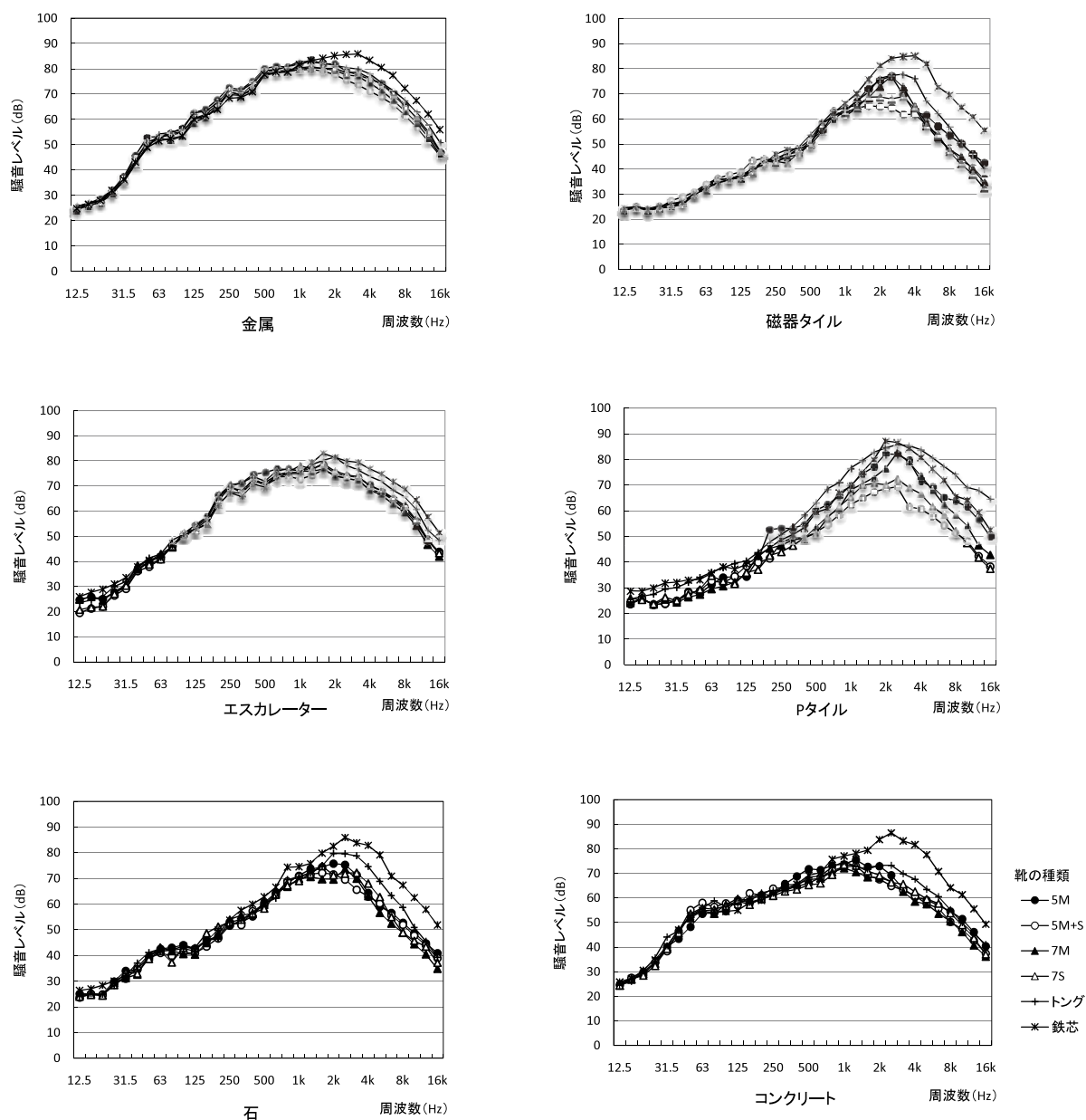


図2 各種階段と靴のデザインによる周波数分析（下り）

・靴の種類は写真1を参照。

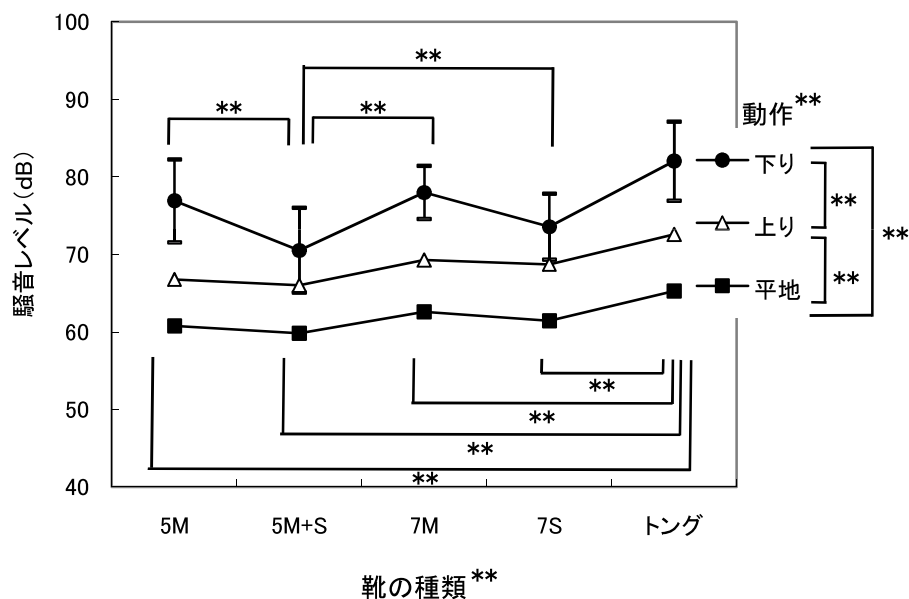


図3 靴のデザインと動作が騒音レベルにおよぼす影響

- ・ 値は平均値を示す。ただし下りは平均±標準偏差を示す。
- ・ 分散分析およびFisherの多重比較の結果：\*\* P<0.01
- ・ 靴の種類は写真1を参照。

かである。中でも金属と磁器タイルの階段を、ヒールの補強鉄芯が露出している状態の靴で歩行した場合、3kHz以上の高周波数領域において、騒音レベルは高かった。

### 3.2 靴のデザインによる靴音の違い

#### 1) 騒音レベル

デザインの異なる靴を履き、階段の上り、下りおよび平地歩行した際の騒音レベルを図3に示した。

値は平均値を示すが、騒音レベルが高く表れた階段の下りについては、被験者によるばらつきがあり、騒音が発生することに関係していると考えられるため、標準偏差の値も示した。

これらの値を、靴のデザインと動作を要因として二元配置の分散分析を行った。

その結果、靴のデザインと動作が1%の水準で有意であり、これらが騒音レベルに影響していることが明らかとなった。次いで、Fisherの多重比較を行った。階段の下

りの騒音レベルは、すべての靴において70～80dBと高く、平地歩行と階段の上りに比べて有意差が認められた。この結果は、柴山ら<sup>15)</sup>と同じであった。

靴のデザインによる騒音レベルの違いでは、トングが他のすべての実験靴との間に1%の水準で有意であり、トングの騒音レベルが高いことが明らかになった。これは鼻緒だけでサンダルを支えているので、踵が靴から最も離れやすく不安定であるため、着地時にヒール全体で床をたたきつけ、大きな靴音が発生するものと考えられる。

ストラップの有無では、ストラップバンドを付けた5M+Sと付けない5Mとの間に有意差が認められた。中でも階段の下りの騒音レベルは、ストラップバンドを付けることにより、6dB程度の低下が認められた。また、ヒールの高さの異なる5Mと7Mでは、有意差は認められなかったが、5M+Sと7Sが1%の水準で有意であった。これは、ストラップ付きサンダルの7Sに比べ、ミュー

ルにストラップバンドを装着した5M+Sでは、さらに足と靴を密着させることができるため、騒音レベルが低くなったと考えられる。これらからストラップバンドを付けることにより、踵が靴と固定されるため、靴音が小さくなるものと考えられる。

## 2) 周波数分析

靴のデザインと動作による周波数分析の結果を図4に示した。

階段の上り、下り、平地歩行ともにすべての靴において、2.5kHzの高い周波数にピークが見られた。中でも階段下りのトングでは、他の靴に比べて高周波数領域の騒音レベルが、著しく高かった。これはステイ

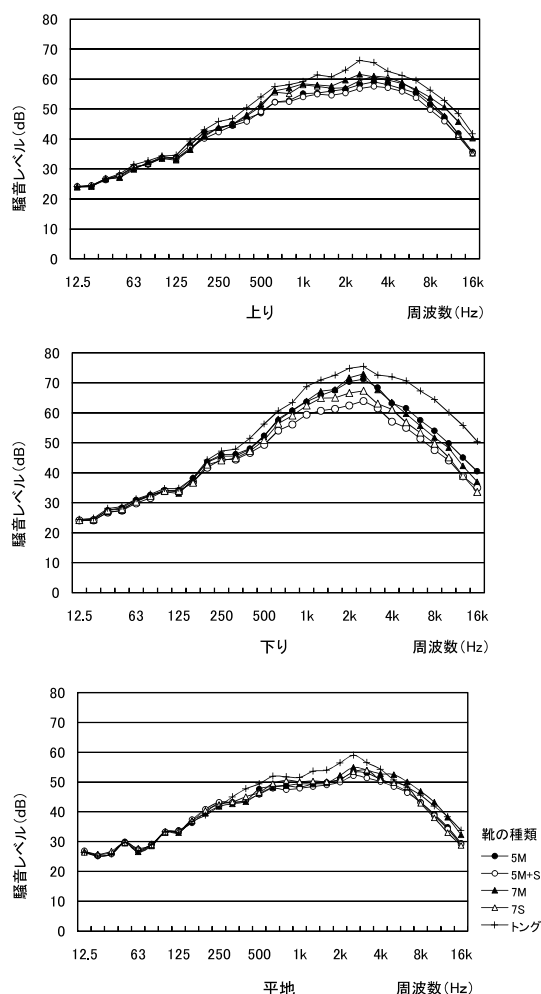


図4 靴のデザインと動作による周波数分析  
・靴の種類は写真1を参照。

レットヒールに比べて、ヒールの接地面積が大きく、靴と踵が最も離れやすいデザインのため、残響時間が長くなり、高周波数領域に広く分布したと考えられる。一方、5M+Sは高周波数領域において、他の実験靴よりも騒音レベルが低かった。これはストラップの効果を表れたものと考えられる。

## 3) 官能評価

靴音の嗜好についての官能評価の結果を図5に示した。

靴のデザインを要因とした、一元配置による分散分析の結果、1%水準で有意となり、靴のデザインが靴音の嗜好に影響を与えていることが明らかとなった。5cmヒールの5Mの靴音は、7cmヒールの7Mよりも「好き」と評価している割合が高かった。また被験者は、ストラップのない5Mよりもストラップバンドが付いた5M+Sを好んでいる傾向が認められた。トングサンダルは多重比較の結果、他のすべての靴と比べて有意差が認められ、「嫌い」、「非常に嫌い」と低く評価した被験者が多かった。

これら騒音レベルや周波数分析の結果を総合すると、トングサンダルの靴音は耳障りな「騒音」として捉えていると考えられる。

## 4. まとめ

婦人靴のデザインと靴音との関係を明らかにするために、成人女子10名を被験者として、デザインの異なる靴の着用実験を行い、騒音レベルの測定と周波数分析を行った結果、次のことが明らかとなった。

1) 靴音に関するフィールド調査の結果、屋内の金属製階段の下りでは、靴のデザインにかかわらず、騒音レベルは約90dBと非常に高かった。中でもトップピースが外れてヒールを補強する鉄芯が露出した状態では、3kHzの高い周波数において騒音レ

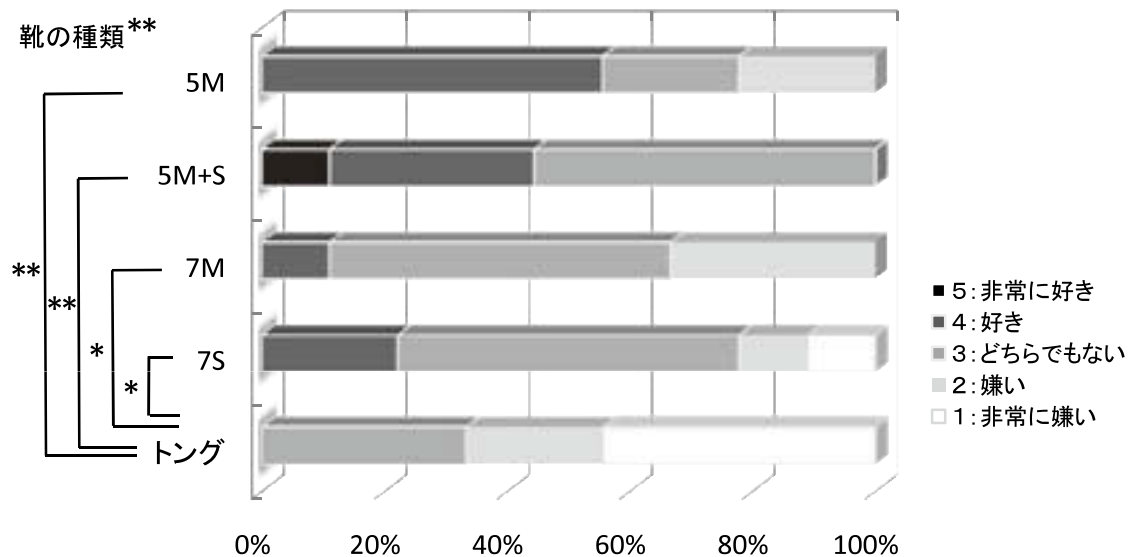


図5 靴のデザインと靴音の嗜好  
 ・分散分析およびFisherの多重比較の結果：\*\*  $P < 0.01$ , \*  $P < 0.05$   
 ・靴の種類は写真1を参照。

ベルが高かった。

2) 階段の下りの騒音レベルは、上りや平地歩行に比べて高かった。これは着地時にヒールの先端に体重がかかり、勢いよく床をたたきつけるため、大きな靴音が発生するものと考えられる。

3) 靴のデザインでは、踵が靴から離れやすいトングサンダルの騒音レベルが最も高かった。ミュールではストラップバンドをつけることにより、騒音レベルの低下が認められた。

## 文 献

- 1) 朝日新聞：カスタネットの季節，天声人語，6月6日（2005）
- 2) 山田由紀子，小原弘之：病院内の騒音に関する基礎的研究 その2．騒音に関する実験，日本建築学会大会学術講演梗概集173-174（1987）
- 3) 角田由美子，石川亜沙美：婦人靴による騒音に関する調査，昭和女子大学学苑，No.809，117-123（2008）
- 4) 土井滋貴，下村満子，高橋晴雄，松田稔：環境音における高域成分の調査と分析，日本音響学会音楽音響研究会資料，MA96-63（1997）
- 5) 難波精一郎，後藤敏幸，橘秀樹，藤崎博也，竹下信雄，古井貞熙，井口征士，桑野園子，大串健吾，中村昭：音の科学，朝倉書店，135-154（1989）
- 6) 大谷知子：百靴事典，シューフィル，63-150（2004）
- 7) 武田真樹，佐久間哲哉：スチール製階段の歩行音の聴感印象に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集（床衝撃音（5），環境工学I），95-96（2003）
- 8) 戸井田義徳，床の歩行騒音の主観的判定，建築雑誌82（979），205-206（1967）
- 9) 田中学，平光厚雄，阿部恭子，高橋央，中森俊介，安岡博人，井上勝夫：実験室における床仕上り構造の重量床衝撃音レベル低減量の算出方法に関する検討，日本建築学会大会学術講演梗概集，151-152（2006）
- 10) 岡澤秀亮，村尾一義，石井基寛，石丸岳史，山下恭弘，大脇雅直：床衝撃音

の聴感実験に関する研究-標準衝撃源に生活音源を加えた「うるささ」とLAeqの関係(床衝撃音(5), 環境工学I), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 93-94 (2003)

- 11) 田中基八郎, 巽敏寛, 千田剛, 藤野隆, 渡邊鉄也, 佐藤太一, 戸田富士夫: 靴音の解析 日本機械学会論文集 67,657,1303-1308 (2001)
- 12) 横山裕, 劉敏永: 歩行時に発生する足音に関する基礎的研究, 日本建築学会大会講演梗概集, 835-836 (2004)
- 13) 前川純一, 岡本圭弘: 誰にもわかる音環境の話 騒音防止ガイドブック改訂2版, 共立出版, 17-32 (2003)
- 14) 近藤暹: 音と行動の科学, 同文書院, (1986)
- 15) 柴山秀雄, TANG Yong, 吉田匠: 廊下の歩行時の音環境, 電子情報通信学会大会講演論文集, Vol.2006 (ソサイエティ A), 152 (2006)