

足の温熱生理機能と靴内微生物汚れの実態について

文化女子大学短期大学部服装学科
教授 岩崎 房子

1. はじめに

足は、①体を支え歩くための器官、②足の裏で感じる刺激を脳に伝え、その刺激に応じた命令が脳から全身に伝わるという感覚器官、③体温調節における放熱器としての機能を持っている。

履物はこの機能を補助し、暑さ、寒さ、雨、汚れなどの外部環境から足を保護するものである。しかし、ファッション性を重視するあまり足に合わない窮屈な靴や足の生理機能を束縛する靴を履くことは、足や身体機能に対する障害を引き起こすことになる。

本稿では履物と健康の視点から、特に足の温熱生理機能と履物との関係、靴内微生物汚れの実態、靴内微生物汚れと皮膚疾患との関係について研究事例を紹介しながら論じる。

2. 足の温熱生理機能と履物

1) 足部皮膚温

皮膚表層にある血管は寒冷環境では収縮し、特に手足のそれは著しく大きく、皮膚血流量の減少を生じ、皮膚温は環境気温付近にまで低下する。一方、暑熱環境では手足の皮膚温はからだのどの部位より高く、体温付近まで上昇し、気温による変化が大である。このように、足は手と同様体温調節における放熱調節のためのラジエーターの役割を担っている。図1はサーモグラ

フィーで測定した足部皮膚温の分布図¹⁾である。

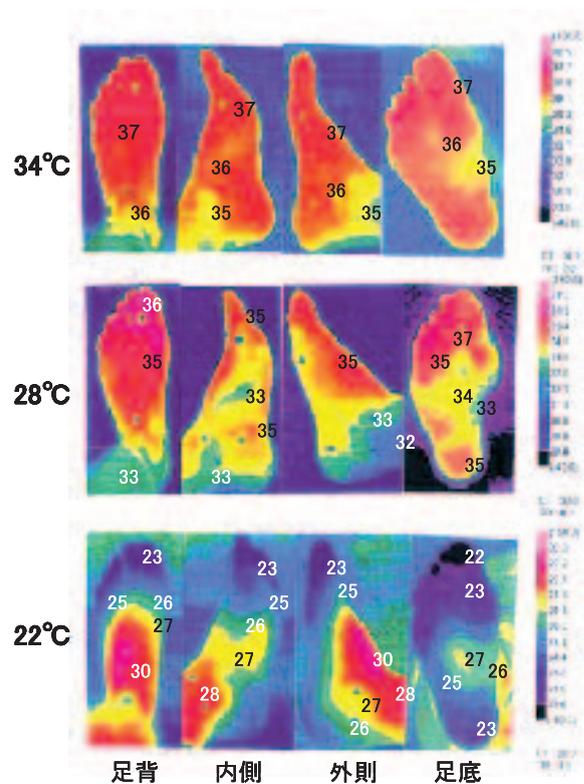


図1. サーモグラフィーによる足部皮膚温分布

2) 足部蒸散量

足からは、常に水分蒸発（不感蒸泄）があり、特に足底側は汗腺が多く存在し寒冷環境でも発汗量の多い部位である。これは、緊張・興奮したときに出る汗（精神性発汗ともいわれるもの）のためである。足底を湿らすことによって接地面との間のすべりを防止し、歩行などの運動効率を高めるた

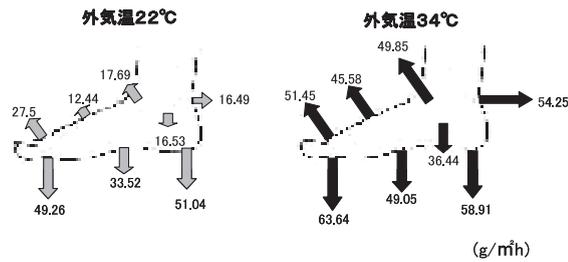


図2. 足部蒸散量の分布

めに役に立っている。一方、足背（足の甲）側は温熱性発汗といい、歩行などの運動時や暑熱環境下で分泌量が多くなる汗である。図2は暑熱時と寒冷時の足部発汗分布²⁾を示している。

3) 靴内気候

靴内気候とは靴を履くことによって足と靴との間に生じる空間の温度と湿度のことであり、靴の快適性を論じる時には靴内気候が取り上げられる。靴内気候は前述の皮膚温や発汗などの足部温熱生理要因、靴の素材（甲材、中敷材、中底材）、靴の形状などによって決定される。

図3は天然皮革（表牛革、裏豚革）、合成皮革（表合成皮革、裏ビニールシート）、人工皮革（表人工皮革、裏不織布）三種の同タイプ靴着用時の靴内気候を調べた結果³⁾である。23°C環境下における靴内土踏まず部温度は28°C～33°Cで合成皮革靴が天然皮革靴と人工皮革靴に比べ高く、天然皮革靴と人工皮革靴との差はみられない。湿度は17.5～32.6g/m³（64.4～91.7%）の範囲の間にあり、靴内湿度は天然皮革靴（吸湿率：人工皮革の約10倍）が最も低く、次いで人工皮革靴で、特に裏がビニールシートの合成皮革靴は著しく高く、素材が靴内気候に影響を及ぼすことを裏付けている。

図4は靴の換気作用を調べるためにガスクロマトグラフィー法によってゴム製雨靴（足首まで覆われている）、ビニール靴（短靴）、革靴（短靴）着用時の趾根部のCO₂

濃度を調べた結果⁴⁾である。衣服内のCO₂の濃度が0.08%以上になると不快であるといわれており、ゴム長靴は着用とともにCO₂濃度が上昇し、0.08%以上に達している。ビニール靴、革靴のCO₂濃度は外気の1.9倍、ゴム製長靴は2.6倍であり、閉塞性の靴着用は靴内足先部の換気の悪さを示しており、特に足首まで覆われている長靴はCO₂濃度が高く、換気作用を抑制している。

以上述べたように、足は寒冷環境下でも発汗量の多い部位で、その足を不透湿素材や、被覆面積が多く換気作用の悪い靴で覆うことは、靴着用時靴内気候が高温多湿状態に形成され、靴内環境が劣悪状態となる。

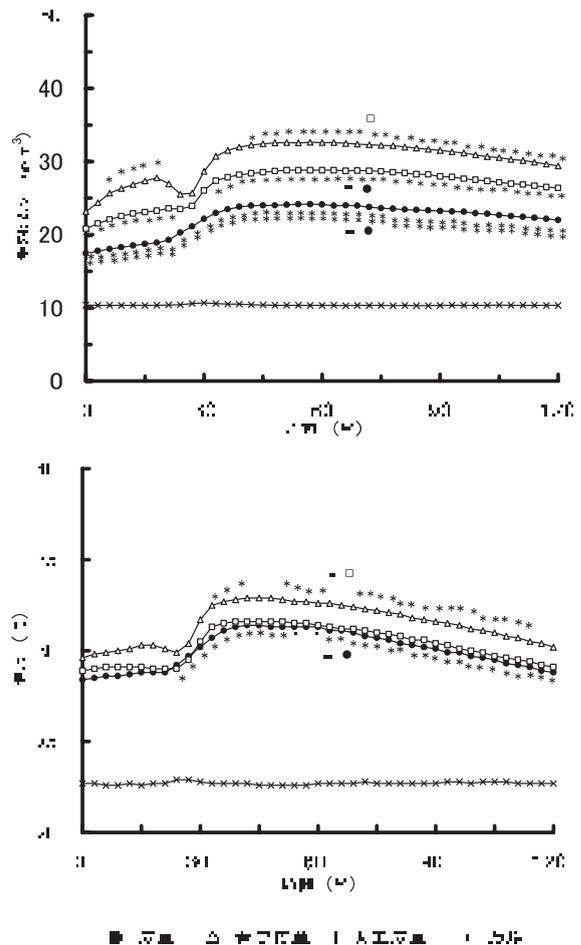


図3. 靴素材の違いによる靴内気候の比較（三ツ井、1999）

快適な靴内気候を形成するためには、季節に応じて足部被覆面積を調節し、足部の汗

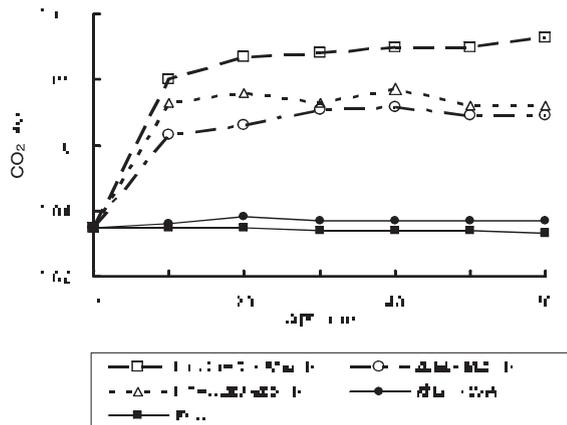


図4. 靴・靴下着用時の趾根部CO₂濃度 (成瀬ら、1988)

を速やかに除去する必要がある。そのためには靴の甲材はもちろんであるが、中敷・中底材が重要な役割を担っている。

3. 靴内微生物汚染の実態

細菌やカビなど微生物の繁殖は、わが国では気温、湿度の低い11月から5月にかけて比較的少なく、高温多湿で微生物の繁殖に好都合な6月～9月にかけて飛躍的に増加し、著しい季節変化が認められている⁵⁾。図5は温湿度条件とカビの繁殖との関係を示したものである⁶⁾。カビは30℃程度の温度で高湿状態になると指数関数的に増加する。人体は100種以上の微生物が存在するといわれ、皮膚にも多くの常在菌が存在する。皮膚常在菌は、通常は人体にとって必ずしも害を与えるものではなく、外部からの菌が進入しないようにバリエードを形成したりして有益な働きをする。一方、常在菌の増殖は汗成分を分解し悪臭を引き起こす。特に靴内は一般の被服と異なり、日常的にクリーニングを行なうことがないため、靴内には蓄積された表皮剥離細胞の垢や汗成分の尿素が分解されるとpHが上昇し、さらに靴着用時の高温多湿が影響して微生物の繁殖を助長し、足皮膚の衛生上、健康上に問題を生じる。

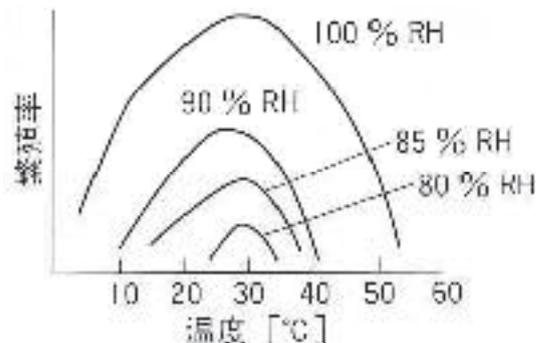


図5. 温湿度条件とカビの繁殖との関係 (小澤)

そこで、日常着用している靴内の微生物汚染の実態について、その原因を考察しながら紹介する。

1) 日常着用している靴内一般細菌数について

私たちが日常着用している靴内の足底全面部を滅菌綿布 (10×10cm) で100回擦り、それを100ccの滅菌水中に入れ、靴内の汚れを振り落とす。これを検液として、10倍希釈法により一般細菌用羊血液寒天培地で37℃、48時間培養し、靴内から採取した微生物汚染を検液0.1ml中の一般細菌数 (以下細菌数) で表し、表1の右欄に示す⁷⁾。靴内足底部における細菌数は10²～10⁵個の範囲にあり、男子学生では平均3.9×10⁵、男性会社員では平均2.7×10⁴、女子学生では平均9.1×10³と男子学生、男性会社員、女子学生の順に細菌数は多い傾向がみられる。

図6は同一靴の連続着用日数をアンケート調査で調べた結果である⁸⁾。女子学生に比べて、男子学生、男性会社員は連続着用日数が長く、10日以上着用率が男子学生は38.6%、男性会社員は31%と高く、このことが女子学生よりも靴内細菌数が多い結果を引き起こしたものと考えられる。

連続着用日数と靴内細菌数を調べた結果を図7に示す⁷⁾。靴内細菌数は指数関数的に増加し、連続着用日数が4日以上になる

と急激な増加が見られ、連続着用日数の多い男性で日常着用している靴内微生物汚れが多いことを裏付けている。

表1 日常着用靴内の細菌数

対象靴	性別	年齢(歳)	着用年数	測定時期	細菌数(個)
スニーカー	学生(♀)	21	9ヶ月	12月	1×10^2
スニーカー	学生(♀)	22	2年	1月	18×10^2
スニーカー	学生(♀)	22	2ヶ月	10月	13×10^2
スニーカー	学生(♀)	22	1年	10月	1×10^3
ローファー	学生(♀)	22	1年半	10月	6×10^4
ローファー	学生(♀)	22	2年半	10月	7×10^3
パンプス	学生(♀)	21	1年	10月	1×10^4
パンプス	学生(♀)	21	2年	10月	1×10^2
スニーカー	学生(♂)	22	1年半	10月	2×10^5
スニーカー	学生(♂)	22	2年	10月	6×10^5
スニーカー	学生(♂)	22	2年	10月	4×10^5
短靴(革)	会社員(♂)	58	1年半	10月	1×10^4
短靴(革)	会社員(♂)	58	2年	10月	3×10^4
短靴(革)	会社員(♂)	51	2年	10月	4×10^4

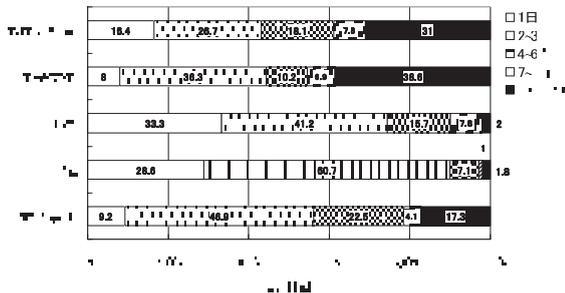


図6. 連続靴着用日数

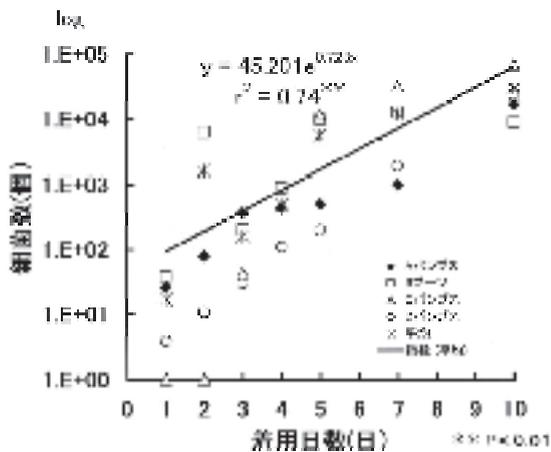


図7. 靴着用日数と細菌数との関係

2) 靴内部位別付着細菌数

図8は新品の靴を連続10日間着用したと

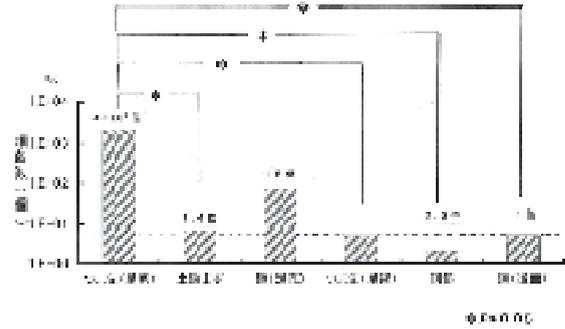


図8. 靴内部位別細菌数

きの靴内の細菌数を部位別に比較したものである⁷⁾。靴内部の細菌数は足背側のつま先部を1としたとき、足底部のつま先は 4×10^4 倍、土踏まず部1.4倍、踵15倍、外側部0.5倍、踵後1倍で、特に足底側のつま先は他の部位に比べて有意に多い。

図9は靴下の部位別汚れを調べた結果⁸⁾

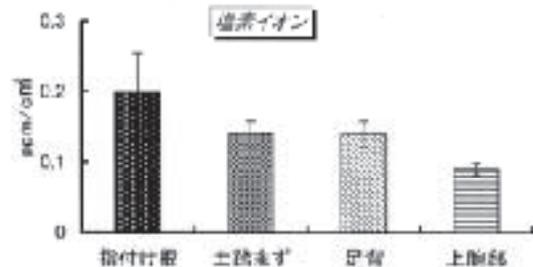
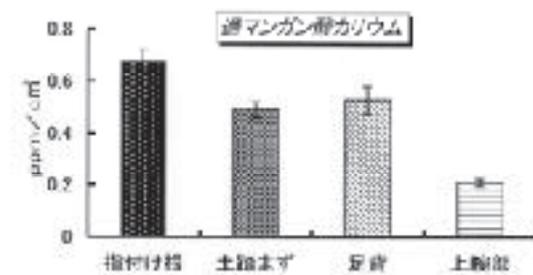
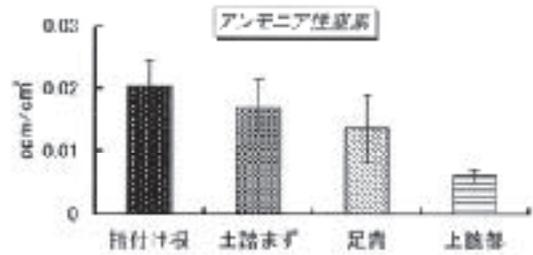


図9. 靴下の部位別汚れ

で、上腕に比べて足は発汗量が多い部位であるため、靴下に付着した汚れは多い。特に、足底趾付け根部は塩素イオン量（汗に含まれる食塩の推定量）、アンモニア性N量（汗や垢に含まれるアンモニア窒素量の推定）およびKMnO₄（過マンガン酸カリウム）消費量（角質細胞を中心とした有機物の推定）の付着汚れが多い部位である。また靴下に付着した汗や角質剥離細胞の垢汚れに含まれる塩素イオン量やアンモニア性窒素量などの有機物汚れおよび付着一般細菌数のいずれにおいても臍部（足底）>踵>足背の順に多いとの報告がある⁹⁾。靴下の汚れは、前述のように足底側は足背側に比べて季節を問わず水分蒸散量の多い部位であり、特に靴内の足趾部においては換気が悪く高温多湿状態になり、皮膚からの汚れが残留しやすく細菌増殖を促す原因となる。

3) 足部皮膚疾患の実態

足の真菌症に代表される水虫はカビ（真菌）の一種で白癬菌が感染して起こる皮膚疾患である。足にできる足白癬を水虫、爪白癬を爪水虫といい、爪水虫疾患の割合が増えている。Japan Foot Week研究会は、1999年と2000年の5月のある1週間に全国規模で皮膚科外来患者を対象に足疾患に関する無作為調査を行なった。2年間の調査結果で、21,820名中、足にトラブルを持った患者は64.6%で、このうち40%が真菌症であったと報告している¹⁰⁾。また、この真菌感染症者の罹患部位は足底（57.9%）、趾間（55.1%）が多く、次いで趾腹、足縁、足背の順であった。この結果は、図8に示した着用靴の靴内微生物汚れの分布と一致している。白癬菌は蒸れやすい場所を好み、特に靴の中は格好の棲家である。

水虫は男性の皮膚疾患といわれていたの

は古い話で、今日では女性においても男性同様水虫で悩んでいる人が多い。女性のミュール靴が流行したころの2002年5月15日朝日新聞家庭欄に「増える水虫、揺れる女心」というタイトルの記事が掲載されていた。これによると、ある製薬会社がインターネットで10代から50代の女性2,255人にきいたところ「水虫にかかっている…367人」「かかったことがある…738人」で計1,105人、全体の49%が水虫経験者で、ミュール靴を履きたいが、足が気になって履けないという内容であった。このように、現在では、女性の社会進出に伴って、長時間靴を履くようになり、また、流行優先で夏にもブーツをはく女性が多く、男性同様、女性の水虫罹患が増える傾向にあることが指摘されている。

4. おわりに

靴内の微生物汚れの実態を足の温熱生理特性と靴着用状況から述べてきた。足は全身的健康状態を維持するための大切な機能を有しているが、靴が原因で全身的、局所的障害を引起すことは周知のとおりである。本稿で紹介した足部皮膚疾患は足の生理機能を抑制し、靴内が微生物汚れによって不衛生になることが原因で発症するものである。足を快適に健康的に保つためには同一靴の連続着用を避けて、こまめに靴内の手入れをし、清潔に保つことである。靴内の手入れ法としては、①熱い濡れタオルで清拭する ②ドライヤーでよく乾燥させる ③消毒用アルコールで清拭する ④除菌・防臭スプレーの使用、などがあり、かなりの効果がある。靴のクリーニングは日常行なわれていないが、近年、大手クリーニング業界で靴の丸洗いに着手している。クリーニング業界大手の「白洋舎」（東京都渋谷区）は1999年から、また「東京ホー

ルセール」(東京都府中市)は汗とり・カビとり・脱臭・殺菌をキャッチフレイズに1998年から靴のクリーニングを実施している。東京ホールセールでは2002年～2005年の4年間で102,248足、年間約25,000足以上のクリーニング実績を上げているとのことである。クリーニングによる靴の品質が保証され、繰り返しクリーニングの有効性等が確認されると、靴による足部皮膚疾患予防の観点からも靴クリーニングの需要は広がるものと期待される。

文献

- 1) 岩崎房子他；22～34度環境下における足部温熱生理特性, 日本家政学会誌, 51, 587-593 (2000)
- 2) 岩崎房子；平成9年～11年度文部省科学研究費補助金(基盤研究C)研究成果報告書(2000)
- 3) 三ツ井紀子他；靴の衛生学的検討(第1報)
- 靴素材による靴内気候と着用感, 繊維消誌, 40, 333-341 (1999)
- 4) 成瀬正春他；靴・靴下着用時における趾根部CO₂とH₂Oのガスクロマトグラフィーによる測定, 日本公衛誌, 36, 682-684 (1988)
- 5) 皆川 基；靴下の微生物汚染とその洗浄(1), 衣生活, 30-40 (1977)
- 6) 田村照子編著；衣環境の科学P83 建帛社(2004)
- 7) 岩崎房子；靴内の微生物汚れの実態, 靴の医学, 16(2) 51-54 (2002)
- 8) 矢島啓子；足のムレとそれに伴う靴内及び靴下の汚れに関する研究, 文化女子大学卒業研究(1994)
- 9) 水野上与志子；靴下の汚染に関する衛生学的研究, 広島大学医学雑誌, 20, 365-376 (1972)
- 10) 渡辺晋一他；本邦における足・爪白癬の疫学調査成績, 日皮会誌, 111, 2101-2112 (2001)

