

Nara Women's University

【博士論文本文の要約】 温度刺激と機械刺激の感覚統合による湿り感錯覚

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2020-10-12 キーワード (Ja): 温度刺激, 感覚統合, 機械刺激, 湿り感 キーワード (En): 作成者: 横坂(柴原), 舞 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10935/5503

博士学位論文要約

温度刺激と機械刺激の感覚統合による湿り感錯覚

2020年8月

奈良女子大学大学院人間文化総合科学研究科

博士後期課程生活工学共同専攻

柴原舞

(論文要約)

洗濯した衣服や洗顔した後の肌，乳幼児が使用したおむつ，瑞々しい果実など，人間は手や指で触れることでその物体がどれくらい水分を含んでいるのかを推定できる．このような触れた対象がどの程度水分を含んでいるのかに関する感覚情報は，人間が日常生活を安全かつ快適に送るために重要である．しかし，人間は水分を直接検出する感覚受容器を持っていないことが示唆されており，どのように湿りを知覚しているかは未だに解明されていない．これまでの研究では，水分と皮膚が接触したときの感覚は温度刺激と機械刺激の情報を統合することによって推定されると仮定されており，その知覚は実際に特定の温度刺激や機械刺激に影響を受けることも明らかにされている．本論文では，水を含んだ物体の触感を「湿り感」と定義する．前述の先行研究のように，人間の湿り知覚は直接的な水分検出の感覚ではなく，温度刺激と機械刺激の統合による湿り感錯覚であるという視点に立ち，温度刺激と機械刺激の統合処理による湿り感錯覚が生起する条件を調べる．これにより，湿りの知覚メカニズムに関する知見を得ることを目的とする．人間の触知覚特性を理解することは，触覚提示技術の確立にも貢献できる．

本論文第2章では，乾燥した物体を冷却するとあたかも湿っているかのように錯覚する現象の基本特性と生起条件を調べることにより，湿り知覚における温度刺激の寄与を検討した．手掌による静的接触において，温度刺激から錯覚する湿り感について，実際に水分を含んだ布から得られる湿り感と比較して定量評価した．冷たくあるいは温かく湿った刺激に手掌で静的に触れたときの皮膚温度低下あるいは上昇パターンと似た温度変化を，乾いた刺激を冷やすあるいは温めることで再現し，それぞれの湿り感を評価した．その結果，冷たく乾いた刺激から錯覚する湿り感の強さは，湿った刺激に匹敵することを明らかにした．一方で，温かく湿った刺激に触れたときの皮膚温度上昇パターンを，乾いた刺激を温めて再現しても湿り知覚が生じなかった．このように湿り知覚のメカニズムは物体温度によって異なり，静的な接触で皮膚温度の低下が生じるときは機械刺激（布の質感）よりも温度刺激を重視して湿りを知覚することが明らかとなった．

第3章から第5章においては、第2章で明らかにした冷刺激による湿り錯覚に物体の機械刺激的特徴が及ぼす影響を評価した。第3章では手掌で静的に物体に触れたとき、冷たさによる湿り感錯覚が生じやすい接触対象の物性について調査した。第3章1節において、日常生活で遭遇するような様々な素材に対する実験を行い、素材の冷たさや滑らかさが湿り感錯覚を強める効果があることが明らかになった。さらに第3章2節では、様々な布素材に限定して実験を行い、布の冷たさに加え柔らかさが湿り感錯覚を強める効果があることが明らかになった。第4章では、冷たさによる湿り感錯覚における柔らかさの影響を調べた。第4章1節において、布の柔らかさと冷刺激を同時に操作して湿りの感覚強度を評価した実験から、柔らかさや冷たさが強まると湿り感錯覚の効果が強まることを明らかにした。第4章2節において、柔らかさに関連する物理量として接触面積と押し込みに対する移動量を変えながら、湿り感を錯覚する温度閾値を評価した実験を行った。その結果、皮膚と物体間の接触面積が大きいほど湿り感を錯覚する温度閾値が高い、すなわち錯覚が生じやすいことが明らかとなった。第5章では、触り方（接触：静／動、押し付け力：大／小）における湿り感錯覚の生起状況を調査した。その結果、押し付け力による湿り感錯覚の強さへの影響は見られなかった。静的接触のとき過半数の人が湿り感錯覚を生起していたが、なぞり動作のように皮膚と物体の間の摩擦が時間的に変化する動的接触の場合、冷刺激による湿り感錯覚を生じる実験参加者は少なく、個人差が大きい結果となった。この結果より、湿りを知覚する際の温度刺激や機械刺激の統合過程は、触り方や個人特性によって異なる可能性が示唆された。

第6章では、湿り知覚が温度刺激に影響を受けるのであれば、温度知覚で示されている相互参照作用と呼ばれる錯覚現象が湿り知覚においても生じると仮定し、湿り知覚の空間特性を検証した。3本指で同時に乾燥あるいは湿り刺激に触れたときの、3本指の湿りの均一性と、中指に知覚される乾燥感を検証した。その結果、人差し指と薬指に湿り刺激・中指に乾燥刺激に触れるとき、3本すべて湿り刺激に触れたときのように、3本指で均一な湿り感を錯覚することを明らかにした。一方で、人差し指と薬指で乾燥刺激、中指に湿り刺激に触れたときに均一な乾燥感を錯覚しなかった。このことから、湿り知覚は空間平均の処理プロセスが存在し、詳細な空間分布の判断は困難であり大局的な湿り状態を判断していること、一方で乾燥知覚はそのプロセスが存在せず、詳細な空間分布の判断が可能であることが示唆される。

第7章では第2章から第6章で得られた知見に基づき、湿り知覚のメカニズムについて、また工学的な感覚情報提示手法や肌に触れる製品開発への応用について考察した。人間がどのように物体の湿りを判断するかについて、本論文により得られた結果に基づき考察した。まず乾燥した素材を湿らせると、その素材の熱抵抗や表面形状などの物理特性が変化する。次に、湿った素材に触れるとき、接触者の肌質や触り方（運動）に応じた皮膚変形や皮膚振動、熱移動

などの皮膚刺激が生じ、感覚受容器が検出する。この皮膚刺激に対する感覚受容器の応答、つまり神経信号が中枢へ伝達され、神経信号のパターンを触覚経験も加味して解釈し、湿りを判断していると考えられる。したがって、人間は実際に湿った素材に触れるとき、あるいは湿った素材に触れた経験的知識に合致する皮膚刺激が生じるとき、湿りを知覚していると示唆される。また、この人間の湿り知覚特性を応用し、バーチャルリアリティの分野において湿り感の提示手法を実現すると、生体安全・簡便な感覚情報提示技術の開発が期待される。さらには、人間の湿り知覚の特性を活かした快適な衣服や化粧品など工業製品の開発指針を考察した。

以上のように、本研究では主に若年女性を対象とし、湿り知覚のメカニズムの解明に向け、温度刺激や機械刺激の感覚統合による湿り感錯覚の生起条件を調べた。結果として、湿り錯覚における温度刺激と機械刺激の寄与について3つの知見が得られた。第1に、実際に湿り刺激に触れたときに生じる皮膚温度低下を、乾燥した刺激で再現することによって湿り感錯覚が生じる。第2に、滑らかさや柔らかさ（接触面積）といった機械刺激的特徴によって、冷たさから錯覚される湿り感が強まる。そして第3に、温覚の場合やなぞり動作のように温度刺激よりも機械刺激を知覚しやすい条件では、機械刺激の寄与が大きくなる。さらに、第5章より湿り知覚は個々人によって判断プロセスが異なるという結果を得たため、湿り刺激に触れる経験的な知識を基に学習して湿りを知覚していると考えられる。同様に、第6章の乾燥刺激に触れていても周囲に湿り刺激が存在していると湿り感を錯覚してしまう現象も、触覚経験が由来していると考えられる。