

模擬された雨により衣服が濡れて行く過程

橘田萌・高橋明子・前田亜紀子*・山崎和彦

生活環境学科 生理人類学研究室 *長野県短期大学

Wetting Process of Clothing by Simulated Rain

Moe KITTA, Akiko TAKAHASHI, Akiko MAEDA* and Kazuhiko YAMASAKI

Department of Human Environmental Sciences * Nagano Prefectural College

Key words: rain (雨), raindrop (雨滴), rainfall simulation (降雨シミュレーション), clothing (衣服), wetness (濡れ)

1. 緒言

雨天下にあつて、防水具がなかったりこれが不全であつたりするとき、人体や衣類は次第に濡れて行く。その過程には風雨の状況、衣類や防水具の様式、人体の姿勢や行動パターン等が関わっている。

筆者らの研究グループは、雨による衣類の濡れが人体の体温調節機能に及ぼす影響について研究しているが(前田ら、2006)、人体や衣類が濡れて行く過程の詳細は不明であつた。

雨量が多く、着衣量が少なく、雨滴の落下方向からみた人体の投影面積が大きい場合では、そうでない場合より早期に人体や衣類はずぶ濡れ状態に到達するであろう。また着衣量が多いほど、下着が濡れるまでに時間を要するであろう。雨がもたらす人体影響について把握するには、これらの事象を定量的に捉えておきたいと考えた。

自然下においては雨量条件を制御できない。そこで、自作の降雨装置を用いて実験を行った。

2. 方法

降雨装置の詳細については前報(山崎ら、2010)にて示している。その中の「08型」を用いて、今回報告する実験を行った。

装置の概要は次の通りである。内径1mmの細管を計336本用い、サイフォン効果により水滴を発生させるものである。細管は5cm間隔で配置した。身体の左右方向70cmの間に14列、前後方向120cmの間に24列とした。ノズル端の高さは床面から207cmであつ

た。雨量の調節は、ノズル端と水溜部での水面との高低差を調節することによる。

成人女子3名を被験者とした。降雨条件2種(R: 時間雨量80mm、r: 時間雨量30mm)と衣服条件2種(TとS、後述)を組み合わせた4種条件(以下、RT、RS、rT、rS)において、個々の衣類に対し、脱衣前の濡れ感について評価した後、重量を測定した。そして重量の測定値に基づき、湿潤率を算出した。本報告における湿潤率とは、衣類を十分に水に浸した後、水分を自然落下させた衣類重量に対する比率(%)であり、びしょ濡れ状態では湿潤率は100%となる。

様式TではTシャツ、短パン、様式SではTシャツとスウェット上下を着用させた。なおTシャツ、帽子、靴下、ショーツ、スポーツ用ブラジャー、サンダルは両様式に共通している。帽子は防水型ハットであり、外周に幅5cmの罫が巡る。

被験者はメトロノームに合わせ、前後方向約30cmの距離を水平に往復した(頻度: 15回/分)。1～5分間隔で作業を中断し、個々の衣類の濡れについて評価した。

濡れ感の評価では、「濡れを感じない」を0、「極度に濡れを感じる」を5とする6段階スケールを用いた(表1)。重量測定には電子天秤(Metler Toledo, PB5001)を用いた。

表1 衣服の濡れ感の感覚スケール

5	極度に濡れを感じる (ずぶ濡れ状態である)
4	かなり濡れを感じる
3	明確に濡れを感じる
2	少し濡れを感じる
1	ごくかすかに濡れを感じる
0	濡れを感じない

3. 結果

図1はTシャツと短パンにおける、濡れ感、湿潤率、および濡れ感と湿潤率の関係を、2種あるいは4種条

件について比較したものである。

Tシャツの濡れの進行は、 $r < R$ 、および $S < T$ である。つまり当然ながら、雨量が多いとき、また外部に露出する着用様式において早い。濡れ感と湿潤率の関係については、濡れ感が5（極度に濡れを感じる）であるとき、湿潤率は必ずしも100%に至っているわけではない。つまり濡れ感と湿潤率は比例関係にあるが、濡れ感が同一であっても、湿潤率の値の範囲は広いということが分かる。

短パンにおいてもTシャツと同様の傾向が認められた。

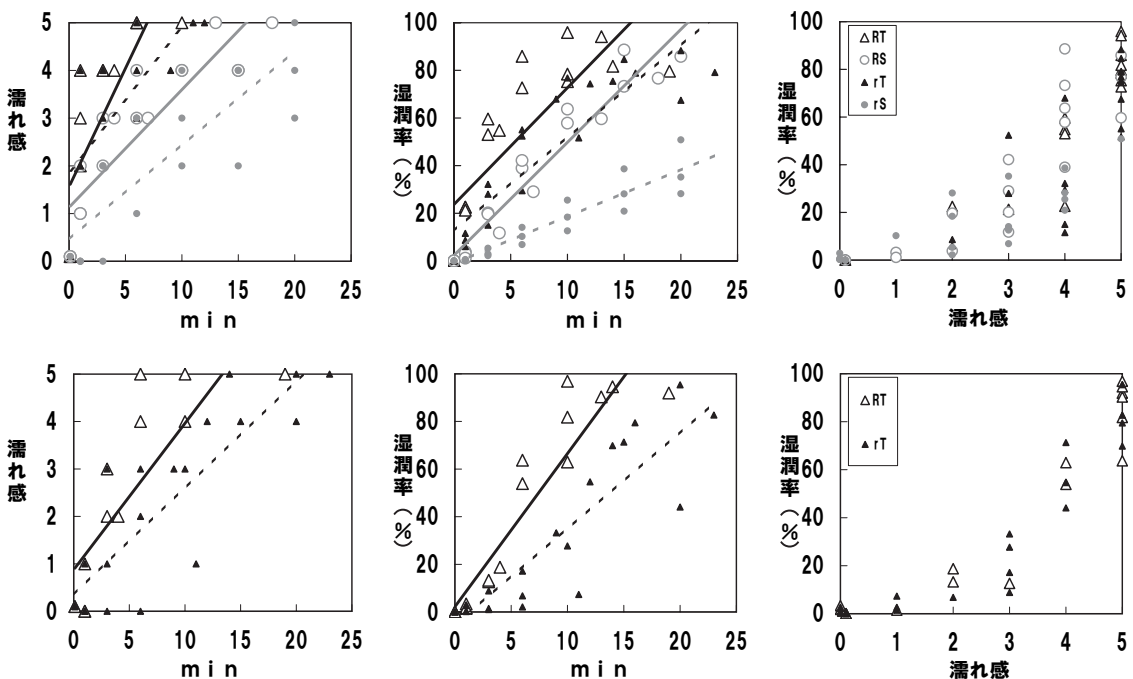


図1 Tシャツ（上段）と短パン（下段）における濡れ感、湿潤率の推移および両者の関係
注）回帰直線と4種条件との対応は次の通りである。

RT：濃い実線 RS：薄い実線 rT：濃い波線 rS：薄い波線

図2の上段2種は、スウェット上とスウェット下について、また下段2種は、ブラジャーとショーツについて、図1と同様に示したものである。

これらにおいても当然ながら濡れの進行は $r < R$ となる。なお、濡れ感であれ湿潤率であれ、スウェット下 < スウェット上であるが、これは投影面積の違いによるものといえる。

ブラジャーとショーツを比較すると、濡れ感や湿潤率の上昇度は、ショーツ < ブラジャーであり、特にショーツは条件rSにおいて、湿潤率は上昇を示さない。

表2は、湿潤率が100%に到達する時間についてまとめたものである。条件RTにおいて、靴下は最も早く湿潤率100%に到達するが、これは今回、サンダル

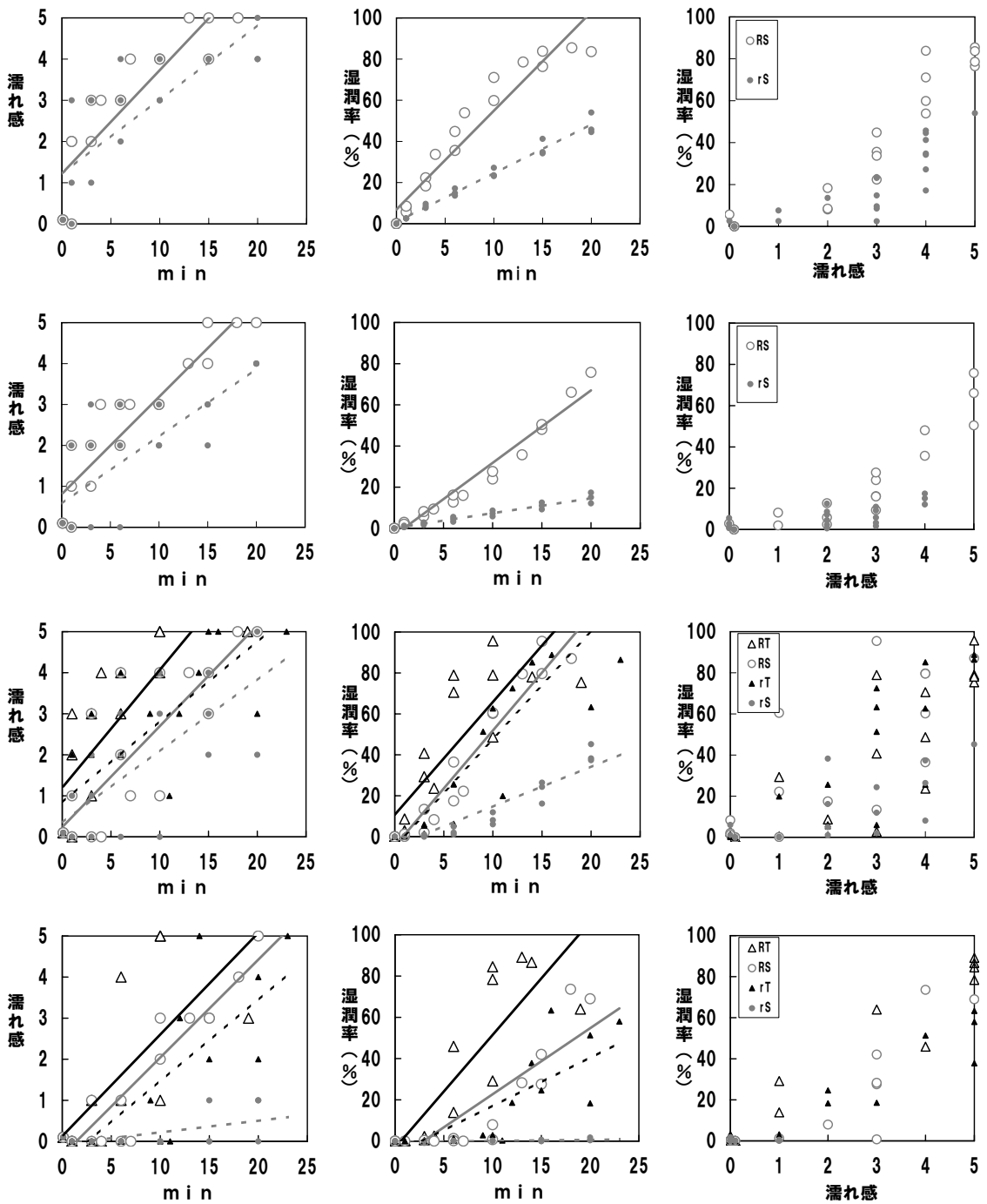


図2 スウェット上(最上段)、スウェット下(2段目)、ブラジャー(3段目)、ショーツ(最下段)における濡れ感、湿度率の推移および両者の関係

注) 回帰直線と4種条件との対応は図1に準じる。

表2 湿潤率 100%に到達するまでの推定時間（分）

条件	靴下	Tシャツ	短パン	スウェット上	スウェット下	ブラジャー	ショーツ
RT	13	16	15			16	19
RS	25	21		19	29	19	34
rT	31	22	26			20	45
rS	64	51		41	136	54	∞

を着用させたためといえる。また、Tシャツとブラジャーを比較すると、ブラジャーはTシャツの内側に位置するにも拘わらず、より早期に湿潤率 100%に到達する場合があることが分かる。これは、水滴が頸部を通じて内部によく侵入したためと推察する。

4. 考察

今回、サイフォン効果により水滴を発生させる装置を用いて時間雨量 80mm（条件 R）および 30mm（条件 r）の 2 種を設定し、個々の衣服が濡れて行く過程について観察した。なお衣服条件は、Tシャツあるいはスウェットを主体とする 2 種様式とした。

表 2 によれば、条件 rS において、スウェット下は湿潤率 100%に到達するまでに 136 分を要し、ショーツでは上昇を示さない。気象庁は時間雨量 20～30mm を「強い雨」、30～50mm を「激しい雨」、50～80mm を「非常に激しい雨」と区分している（山崎、2005）。よって自然下において時間雨量 30mm の雨に暴露されると、より早期にびしょ濡れ状態になると推察される。

今回の実験では歩行動作により身体が前後に移動するとはいえ、それは緩慢であるため、雨滴は身体に対しほぼ垂直に落下したといえる。これに帽子着用効果、および、雨滴のサイズが大きいことによる布の水分捕捉率の低下などが加わり、スウェット下およびショーツにおける濡れの進行が極度に遅くなったのであろう。

本研究結果は、実際の自然下における濡れとは異なるところがあると予想されるが、個々の衣類が濡れて行く過程の違いについて把握できたことに意義があると考えている。

引用文献

- 前田亜紀子、山崎和彦、栃原裕（2006）、濡れた衣服の体温調節反応への影響、日生気誌、43（2）、103-112
- 山崎和彦（2005）：人間の許容限界事典（第 6 章、雨）、朝倉書店、680
- 山崎和彦、橘田萌、前田亜紀子（2010）：降雨を模擬するための装置、実践女子大学生生活科学部紀要、第 47 号、107-110