原著論文

節水型シャワーヘッドのすすぎやすさに対する心理構造分析

岡本 美南*, 小松 布美恵*, 上條 正義**

* TOTO株式会社, ** 信州大学

Psychological Structure of Hair Rinsing Ability for Water Saving Showerhead

Minami OKAMOTO*, Fumie KOMATSU* and Masayoshi KAMIJO**

* TOTO Ltd., 2-8-1 Honson, Chigasaki-shi, Kanagawa 253-8577, Japan

** Shinshu University, 3-15-1 Tokida, Ueda-shi, Nagano 386-8567, Japan

Abstract : The purpose of this study is to investigate the factor that enhances hair rinsing ability of water saving showerhead, except water amount. In this paper, we investigated the relationship between the showering period to rinse hair and psychological evaluation of hair rinsing perception. In addition, we found out the structure of psychological evaluation of hair rinsing perception. We conducted shower tests with 6 showerheads and assessed the perceptions and total assessment of hair rinsing ability of each showerhead. The results suggested that the showering period to rinse hair and psychological evaluation of hair rinsing perception are independent indicators of hair rinsing ability. Furthermore, it reveals that psychological evaluation of hair rinsing perception is express two factors, "Penetration feelings of shower droplets" and "Feeling of density of water streams" by factor analysis. From the results of this study, we found that we need to design water saving showerhead to enhance psychological evaluation of hair rinsing perception aside from the showering period of hair rinsing.

Keywords : Showerhead, Water-saving, Factor analysis

1. 緒言

シャワーに求められる機能を調査した結果[1]によると、シャワー入浴の目的は「汚れを落とす」「においを取る」「リフレッシュ」「心身の疲れを取る」「リラックス」等が挙げられている。シャワーに求められる機能は、身体の汚れを洗い流すこと（汚れ落ち）や気持ちよく浴びられること（快適性）であると考えられる。シャワーの快適な使用感実現のためには汚れ落ちや浴び心地を考慮した設計が必要である。

一方、気候変化や都市部への人口集中の影響による世界的な水資源の不足を背景に、シャワーヘッドの水量規制や節水規格が、近年、策定されはじめている[2-6]。今後、シャワーで使用する水量を減らすことが推奨される中で、従来のシャワーの設計では、十分な水量が確保できないために、快適な使用感を損なう可能性が高いと考えられる[7]。社会的背景から使用水量を減らすことで、使用者がそのシャワーに不満を感じれば、節水型シャワーの普及は進まず、社会における節水も実現しないと考えられる。快適感を損なわずに節水できるシャワーの開発が不可欠である。

そこで筆者らは、少ない水量でも快適な使用感を持つ節水型シャワーの開発のため、浴び心地と汚れ落としを高めるための設計要件を明らかにすることを目的に研究している。これまで、浴び心地を高めるためのシャワーの設計を主眼としたシャワーの使用感の定量化研究を実施し[7-9]、新しい節水型シャワーの提案を行った[10]。本稿では、汚れ落としに着目し、シャワーの快適な使用感を実現させるためには、

少ない水量の条件下でも心理的なすすぎやすさを高める技術の可能性について検討することにした。

汚れ落としに関する先行研究として、市販品の複数のシャワーヘッドに対し、入浴実験により髪や身体の洗い流しやすさを含むシャワーの機能に関する11項目を評価した研究[11, 12]があり、髪のすすぎやすさ（Hair rinsing ability）が、シャワーに求める最も重要な機能の一つであると報告している。村川ら[13]は、孔径や孔数などの設計値が異なるいくつかのシャワーにおいて、入浴行為別に使用湯量と使用時間を調査した結果から髪のすすぎにかかる時間が短いシャワーヘッドの孔径や孔数を明らかにしている。髪のすすぎにかかる時間が短いシャワーを実際にヒトが利用して、すすぎやすいと感じることについて調査した研究は見当たらない。

本稿では、心理的なすすぎやすさとは、どのような心理的感覚、物理的現象に惹起されている印象なのかを調べ、すすぎやすさを高めるためのシャワーヘッドの設計に役立つ知見を得ることを目的とした。結果を商品開発に役立てることで、使用満足度の高いシャワーヘッドの提供につながると考えている。

すすぎやすさについて心理的側面から検討した研究が少ないことや先行研究から、筆者らは、心理的なすすぎやすさの評価と髪のすすぎにかかる時間には対応関係があるかが明確でないと考え、まず、実験①として、心理的なすすぎやすさとすすぎにかかる時間の測定を行い、2つの指標の関係を調べた。入浴実験を実施し、被験者に、複数本のシャワーに対して実際にシャンプーで髪を泡立てた髪をすすがせ、シャワーのすすぎやすさ感の印象評価とシャワーのすすぎ時

間を測定した。両指標の対応関係を一元配置の分散分析し、シャワーヘッド間で有意差が得られるかを目安として、すすぎ時間とすすぎやすさ感が独立した評価指標であるかを確認した。

次に実験②-1として、すすぎやすさ感がどのような印象要因から惹起されるかを分析するための実験を行った。すすぎやすさ感は、人によって解釈が異なる可能性が考えられることからすすぎやすさ／すすぎにくさ感に関係した具体的な印象要因を抽出し、すすぎやすい状態を定量的に記述することを試みた。被験者に、実際にシャンプーで髪を泡立てた髪をすすがせた時の、すすぎやすさについて具体的な表現をさせた。すべての被験者の表現を収集し、それらの表現の内容を整理して、すすぎやすさを評価する評価語彙を選定した。

さらに、実験②-2として、選定された評価語彙を用いて入浴実験を実施し、シャワーに対する評価データを得た。得られた評価語彙による評価データを因子分析し、すすぎやすさの心理的構造を分析して説明変数を明らかにした。実験①-1で得られたすすぎやすさの総合的な評価と評価語彙による結果を重回帰分析することで、すすぎやすさと水流の作用や現象の関係を考察、すすぎやすさを高める吐水について検討した。さらに髪の長さ別に分析を実施し、すすぎやすさを評価する視点の違いについて考察した。

2. 実験

2.1 実験内容

本研究では実験①と②に大別される実験を行った。実験①では髪のすすぎにかかる時間とすすぎやすさ感に対応関係があるかを調査した。実験②は、実験②-1と実験②-2から構成される。実験②-1では、すすぎやすさを評価するための用語を選定した。実験②-2では、実験②-1で選定された用語を用いて、6種類のシャワーによる入浴実験を合計40名の被験者に対して実施してシャワーの評価を通してすすぎやすさ感がある節水型シャワーの要件について考察した。

2.2 実施期間・場所

2015年10月26日～30日、福岡女子大学豊貞研究室内シャワー設備で実施した。

表1 被験者

被験者属性		実験②-1	実験① 実験②-2
髪の長さ	性別		
ロング 肩下10cm以上	女性	2人	14人
ミディアム 肩～肩下10cm未満	女性	2人	13人
ショート	女性	2人	7人
肩上	男性	0人	6人
合計		6人	40人

2.3 被験者

被験者の髪の長さが心理的なすすぎやすさの評価に影響を与えると考え、髪の長さに偏りがないように被験者を選定した。髪の長さは肩を基準に、髪の長さが肩に届かない（長さが頭頂部から約300mm以下）場合をショート、肩下100mmの長さ（頭頂部から約300mm～400mm）をミディアム、100mmを超える長さ（頭頂部から約400mm以上）をロングと髪の長さから3つのグループを設定し、グループ間で人数が大きく異ならないように被験者を選定した。表1に実験①、実験②-1、実験②-2それぞれの髪の長さ別、男女別の被験者の人数を示した。なお、被験者は環境科学を専攻する学生を対象とし、節水シャワーの開発に対する意欲、意識を持っていると考えられる人を選定した。

2.4 供試シャワー

実験に用いたシャワーは、使用流量を6.5L/minに固定し、設計で制御可能な要素である吐水粒径、流速、散水範囲の物理量になるべく偏りがないように、散水板孔数、孔径、噴角を設定した6種類を試作し、異なる特性を持つシャワーを用意した。実験に用いたシャワーを表2に示す。

2.5 測定方法

2.5.1 設置、シャワー提示方法

被験者が評価を行う浴室内に、予め吐水流量が6.5 [L/min]になるようにバルブで調整したシャワーを設置した。設置状況を図1に示す。シャワーはフックにかけて保持し、シャワー散水板面が水平かつ散水板面と評価者がすすぎ姿勢をとった際の頭部の距離が約300mmになるように調整した。提示したシャワー吐水は、表2に示した6種類のシャワーとした。

表2 実験に使用したシャワー

シャワーNo.	1	2	3	4	5	6
孔径×孔数	φ 0.7×40	φ 1.2×40	φ 0.7×114	φ 1.2×40	φ 1.2×22	φ 0.7×40
総開口面積 [mm ²]	15.4	45.2	43.9	45.2	24.9	15.4
最外孔直径 [mm]	26	26	30	26	25	26
最外孔噴角 [deg]	12	5	13.5	12	5	5
粒径 [μm]	1537	3079	1524	3108	2820	1692
6.5L時流速 [m/s]	7.0	2.4	2.5	2.4	4.4	7.0
300mm下吐水直径 [mm]	180	90	180	160	100	95

節水型シャワーヘッドのすずぎやすさに対する心理構造分析

図1 シャワー設置状況

シャワー吐水の提示は被験者の身体的負荷を鑑み1人につき4種類とし、被験者によって提示するシャワーの組み合わせをランダムに変え、6種類のシャワーのデータ数は同数を確保した。

2.5.2 実験①：すずぎやすさとすずぎ時間の測定

すずぎやすさとすずぎ時間の関係を調査し、節水型シャワーの快適な使用感実現のためには、すずぎ時間の短縮とは別に、心理的なすずぎやすさに考慮すべきかを確認するための実験を行った。表3に実験の流れを示す。被験者はまず、シャンプーを使って洗髪を行い、整髪料や髪や頭皮についた皮脂を落とすプレ洗いを行うよう教示された。次に、普段通りシャンプーで髪を泡立てた後、指示された1本目のシャワー吐水で髪をすすいだ。すずぎ時間として、髪のすすぎははじめから、すずぎ終わったと感じた時点までの時間を、被験者自身がストップウォッチで測定した。髪をすすぎ終わった後、すずぎやすさを5段階（5：とてもすずぎやすい、4：すずぎやすい、3：普通、2：すずぎにくい、1：とてもすずぎにくい）で評価した。これらを提示した4種類の吐水に対してそれぞれ行い各シャワーの評価データを得た。

2.5.3 実験②-1：評価項目設定実験

表3に実験の流れを示す。被験者にはそれぞれ浴室内で、普段通り髪をシャンプーで泡立てた後、提示した4種類のシャワーの吐水それぞれで髪をすすぎ、すずぎ終わった後に、すずぎやすさ、またはすずぎにくさを感じた理由を具体的に、例えばシャワーの水流が頭部にどのように当たったから、毛髪上を泡がどのように流れたから、すずぎやすい、

またはすずぎにくい等を自由に表現し記述するように教示した。表8に得られた語彙を列記する。すべての被験者の表

表3 実験の流れ

プレシャワー	普段通りシャンプーで髪を洗い、シャワーですすぐ
シャワー1本目	(1) シャンプーで髪を泡立てる (2) 頭部にシャワーの湯を当ててすすぐ (3) 実験ごとに指定された評価を実施、記録する
シャワー2本目	シャワー2本目において(1)～(3)を繰り返す
シャワー3本目	シャワー3本目において(1)～(3)を繰り返す
シャワー4本目	シャワー4本目において(1)～(3)を繰り返す

表4 主観評価結果

	シャワーNo.					
	1	2	3	4	5	6
スプレーの範囲	3.1	3.2	3.8	3.5	3.1	3.6
スプレー内の均一性	2.9	3.5	3.8	3.2	3.2	3.9
スプレー全体の水圧	2.5	3.1	1.9	2.1	2.9	3.6
水粒の速さ	3.1	3.2	2.7	2.5	3.0	3.7
髪への毛への入り込みやすさ	2.8	3.2	2.9	2.6	3.2	3.5
髪への毛上を流れる泡の速さ	2.9	3.6	2.7	3.2	3.1	3.8
髪の中の水の満たされ感	2.9	3.5	3.1	2.7	3.5	3.9
全体の水量	2.7	2.8	2.6	2.3	3.1	3.8
髪の絡まりにくさ	3.0	3.2	3.5	3.0	3.2	3.5
手を動かす量	2.7	3.2	3.1	2.7	3.2	3.8

現を収集し、それぞれカードに書きだした。これらのカードを使って被験者6人に内容を整理させ、表現している内容や意味の類似性に基づきいくつかの語彙カテゴリーに集約させた。語彙カテゴリーごとに代表的する表現を決め、それらをすずぎやすさを表現する評価項目として設定した。

2.5.4 実験-2：すずぎやすさ評価実験手順

表3に実験の流れを示す。被験者は、表4に示した評価項目10項目について、5段階で評価、記録した。これらを提示した4種類の吐水に対してそれぞれ行い、各シャワーの評価データを得た。

3. 結果と考察

3.1 実験①：心理的なすずぎやすさとすずぎ時間測定

図2にすずぎやすさの印象評価点とすずぎ時間の平均値をシャワーヘッド別に示す。すずぎやすさではシャワー6が4.0点と最も評価が高く、シャワー1とシャワー4が2.4点と最も評価が低かった。シャワーヘッド間で結果に差があるかを確認するために、一元配置の分散分析を実施した。その結果、すずぎやすさの平均値はシャワーヘッドごとに有意に異なった ($F(5,73) = 3.737, p = 0.005$)。有意な差がみられたすずぎやすさの評価結果に対しTukey bを用いた多重比較検定を行った結果、シャワー6とシャワー4、シャワー6とシャワー1間に有意差があり、シャワー6が、すずぎやすさが高いと評価される結果となった。一方で、すずぎ時間の平均値はシャワー

図2 心理的なすずぎやすさとすずぎ時間評価結果

ヘッドごとに有意な差がみられなかった ($F(5,73)=0.476$, $p=0.793$). すすぎやすさの評価が有意に異なるシャワー6とシャワー4, シャワー1間の, すすぎ時間には有意な差がないことから, 流量を一定とした本実験の条件下では, 心理的にすすぎやすいと感じられるシャワーが, 実際の髪のすすぎにかかる時間は短くなっていないことが示された. この結果から, 心理的なすすぎやすさの評価と髪のすすぎにかかる時間は独立した指標である可能施設が高いと考えられる. すなわち, 快適な使用感を実現させるためには, 少ない水量の条件下でも心理的なすすぎやすさを高めることの可能性を示すために心理的なすすぎやすさの心理構造分析が必要であることが考察された.

3.2 実験②-1: 評価項目設定実験結果と考察

表8に示したように評価語彙として, 「スプレーの範囲」「スプレー内の均一性」「スプレー全体の水圧」「水粒の速さ」「髪の毛内への(水粒の)入り込みやすさ」「髪の毛上を流れる泡の速さ」「髪の毛の中が水で満たされている感じ」「全体の水量」「髪の毛の絡まりにくさ」「手を動かす量」の10項目の表現が得られた. 得られた表現のうち, 「スプレーの範囲」「スプレー内の均一性」「スプレー全体の水圧」「水粒の速さ」「髪の毛内への(水粒の)入り込みやすさ」という表現は, シャワーからの水流が頭部に着水した直後に起きた現象に対して生じている感覚を表現した言葉であると考えられる. 一方で, 「髪の毛上を流れる泡の速さ」「髪の毛の中が水で満たされている感じ」「全体の水量」という表現は, シャワーからの水流が頭部に着水後, 形成される水膜の挙動に対して, 「髪の毛の絡まりにくさ」「手を動かす量」という表現は, 水膜によって引き起こされる現象に対して, 生じた感覚の表現であると考えられる. これらのことから, シャワーの水流を頭部にどのように着水させるか, さらに着水後にどのような水膜を形成させるかが, 心理的なすすぎやすさを制御する因子である可能性が高いと考えられる.

3.3 実験②-2: 心理的なすすぎやすさの評価結果

3.3.1 心理的構造分析概要

表4に, 各シャワー別の評価結果の平均値を示す. 心理的なすすぎやすさを高める吐水について, 詳細分析を行うため, すすぎやすさの心理的構造を分析することにした. まず, すすぎやすさを目的変数とし, 他の用語を説明変数とした場合に, 説明変数になるかを明らかにするため, 評価項目のデータに対して因子分析を行った. 次にこれらの説明変数の, すすぎやすさの総合評価への寄与度を分析するため, 予備実験Aで得たすすぎやすさの総合的な評価データと因子分析で得られた説明変数を重回帰分析した. この結果からすすぎやすさを高める吐水について考察を行った.

3.3.2 すすぎやすさの説明変数

評価項目の評価データに対し, 主因子法, プロマックス回転による因子分析を行った. 固有値等から2因子構造が妥当であると考えた. 累積寄与率は61%であった. 表5に因子

表5 因子分析結果

	Factor 1	Factor 2	Commonality
スプレーの範囲	-0.2	1.0	1.0
スプレー内の均一性	0.2	0.5	0.4
スプレー全体の水圧	0.6	0.1	0.4
水粒の速さ	0.8	0.1	0.6
髪の毛内への入り込みやすさ	0.8	-0.2	0.5
髪の毛上を流れる泡の速さ	0.7	0.1	0.6
髪の毛の中が水で満たされ感じ	0.7	-0.1	0.6
全体の水量感	0.7	0.0	0.5
髪の毛の絡まりにくさ	0.5	0.2	0.4
手を動かす量	0.5	0.3	0.5

Italic $\geq |0.5|$

負荷量と共通性の結果を示す. 第1因子には「スプレー全体の水圧」「水粒の速さ」「髪の毛内への入り込みやすさ」「髪の毛上を流れる泡の速さ」「髪の毛の中が水で満たされる感じ」「全体の水量感」等が大きく負荷していた. 第1因子ではスプレーの水圧や髪の毛内への入り込みやすさなど頭皮に対して垂直方向に受ける刺激に対する評価尺度と解釈した. 尺度名は「水粒の浸透力」とした.

一方, 第2因子には「スプレーの範囲」「スプレーの均一性」が大きく負荷していた. 第2因子ではスプレーの範囲や範囲内での均一性, つまり泡の流れ方の場所によるバラつきなど, 髪の毛の長手方向に受ける刺激に対する評価尺度と解釈した. 尺度名は「水流の密集性」とした.

3.3.3 すすぎやすさの総合評価と説明変数の関係

従属変数をすすぎやすさの総合評価とし, 独立変数をすすぎ評価尺度(第1因子: 水粒の浸透感, 第2因子: 流れの密集性)として, 重回帰分析を行った. 重決定係数0.76であり, 0.1%水準で有意であった. それぞれの独立変数から従属変数への標準偏回帰係数は, 表6に示す通りである. この結果から, 第1因子, 第2因子ともに総合評価への標準偏回帰係数は0.1%水準で有意であった. さらに, 第1因子と第2因子を比較すると第1因子の係数が大きいことから, シャワーの水粒が髪の毛の間にまで浸透することが, すすぎやすさの重要な要因になっていることが示唆される結果となった.

さらに, すすぎやすさは髪の毛の長さに影響を受けると考え, 髪の毛の長さ別に重回帰分析を行った. 重決定係数と標準偏回帰係数は, 表7に示す通りである.

第1因子は, 総合評価への回帰は髪の毛の長さの違いに関わらず第2因子より標準偏回帰係数が高値であり, 5%以下の水準で有意であった. この結果から, 水粒の浸透力は髪の毛の長さに関わらず, すすぎやすさを感じさせる重要な因子であることが示唆された. 髪の毛の間や頭皮上の泡にまで水を行き届かせることで, すすぎやすいと感じさせることができると考えられる.

第2因子から総合評価への回帰は, 髪の毛の長さがショートの場合は有意でなく, 髪の毛の長さがミディアム以上になると0.1%水準で有意になった. さらに係数が, ミディアムで0.36,

節水型シャワーヘッドのすすぎやすさに対する心理構造分析

表6 重回帰分析結果(全体)

	β
independent variable	
Factor 1 (水粒の浸透感)	0.68***
Factor 2 (水流の密集性)	0.32***
R ²	0.76***

dependent variable: 総合評価

 β : standardized partial regression coefficient

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

表7 重回帰分析結果(髪長さ別, 男女別)

independent variable	Male	Female		
	Short β	Short β	Medium β	Long β
Factor 1 (水粒の浸透感)	0.68*	0.80***	0.70***	0.63***
Factor 2 (流線の密集性)	0.19	0.15	0.36***	0.42***
R ²	0.79***	0.89***	0.92***	0.87***

dependent variable: 総合評価

 β : standardised partial regression coefficient

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

ロングで0.42と、髪が長くなるにつれて値が大きくなったことから、髪の長さが長くなるほど、水流の密集性が重要な因子になることが示唆された。髪の長さが長くなるほど、水流を密集させることですすぎやすさを感じると考えられる。

3.4 考 察

実験①は、心理的なすすぎやすさの評価と髪のすすぎにかかる時間は独立した指標である可能性を示唆する結果であった。実験では、シャワー吐水で髪をすすぎ始めてから、被験者自身がすすぎ終わったと判断した時点までの時間を、すすぎ時間として測定している。すすぎ時はシャンプーが付着した毛髪や地肌を、手指を使ってすすいでおり、すすぎはじめは、毛髪や地肌に付着したシャンプーに含まれる界面活性剤により、手指と毛髪、地肌との摩擦力は低いが、すすいでいくにつれ、界面活性剤が流れていくことにより、摩擦力が

高まっていく可能性が考えられる。すなわち、すすぎ時間は毛髪や地肌に付着する界面活性剤の濃度や摩擦力の時間変化の勾配といった、界面活性剤の消長過程に関連があるものと考えられる。実験結果ではこうした特性に対して、シャワーヘッド間に差がみられないにも関わらず、心理的なすすぎやすさには差がみられたことから、すすぎやすさは界面活性剤の消長過程とは異なる要因から判断されていると考えられる。

そこで次に、すすぎやすさの心理構造について、実験②にて詳細を分析した。実験の考察を行うため、実験①にてすすぎやすさの総合評価が有意に異なるシャワー6とシャワー4、シャワー1の、着水時の現象を観察することとした。観察のための機材の設置状況と、着水時の現象を撮影した画像を図3に示す。すすぎやすさが高く評価されたシャワー6に比べ、すすぎやすさが低く評価されたシャワー4、シャワー1は、散水されている範囲は広いが、水流により泡が流されている部分が点在しており、散水されている範囲に対して泡が取り残される部分が存在していることが観察された。

一方、ヘアケアに関する調査[14]によると、普段の生活の中で髪のためにしていることは何かという設問に対し、まめに洗髪をすることで頭皮を清潔に保つ、という回答が多いことから、髪をすすぐ際は、頭皮まできちんと洗浄できているか、が意識されていると考えられる。実使用における髪のすすぎ方を考えると、シャンプーで泡立てた髪をすすぐ際に、まずシャワーの水流を頭部に当て、髪や頭皮上の泡を流し、次に泡が流れなかったところに水を届け、泡を流すために、シャワーヘッドや頭、手を動かしていることが想定される。シャワーの水流が頭部に当たった直後は、髪に覆われた奥にある頭皮まで水流が届くか、が心理的なすすぎやすさの感覚につながっており、この感覚が「水粒の浸透感」であると考えられる。すすぎやすさが高く評価されたシャワー6のようなスプレーは、水流が密集しているために、局所的な水量が多くなり頭皮まで水が届きやすいと考えられる。水流が頭部に着水した後は、泡が取り残された部分に対してシャワーヘッドや頭、手を動かしていることが想定される。着水後の水流は髪の長手方向に沿って流れていきやすいと考えられ、髪の長さが長いほど、泡が取り残された部分に届きにくくな

表8 評価項目

語彙カテゴリ	表現数	語彙の意味
スプレーの範囲	17	シャワーからの水流が頭部に着水した直後の現象に対して生じた感覚の表現
スプレー内の均一性	4	
スプレー全体の水圧	6	
水粒の速さ	1	
髪の毛への入り込みやすさ	18	シャワーからの水流が頭部に着水後、形成した水膜の挙動やそれによって引き起こされる現象に対して生じた感覚の表現
髪の毛上を流れる泡の速さ	13	
髪の中の水の満たされ感	3	
全体の水量	1	
髪の絡まりにくさ	4	
手を動かす量	5	
計	72

図3 着水時の現象撮影

ることが想定される。このため、髪の毛の長さが長くなるほどすずぎやすさへの寄与が大きくなる「密集性」という感覚は、取り残された泡に対する感覚を指していると考えられる。

以上から、着水地点で水流が密集する設計、例えば着水後の水の流れ方を制御することができる技術等の実現を通して、シャワーの水粒を髪の毛の間や頭皮まで浸透させ、さらに泡が取り残される部分を少なくすることで、少ない水量でもすずぎやすいシャワーヘッドの開発が可能になると考えられる。

4. 結 言

本研究では、少ない水量でもすずぎやすさや浴び心地といった使用感を高めた節水型シャワーの開発を目指し、本稿では、髪の毛のすずぎにかかる時間と髪の毛のすずぎやすさの関係を調べ、次にすずぎやすさを心理的評価から分析し、その心理構造の一端を明らかにすることを試みた。

入浴実験により、髪の毛の長さ別に計40名の被験者を対象に、6種類のシャワーヘッドに対して、すずぎやすさとすずぎ時間を評価させた。

結果、すずぎやすさの評価が有意に異なるシャワーヘッド間において、すずぎ時間には有意な差がなかったことから、使用水量が同じでも、心理的なすずぎやすさが、シャワーの設計によって変わると考えられた。快適な使用感を実現させるためには、少ない水量の条件下でも心理的なすずぎやすさを高めることが必要であると考え、すずぎやすさの心理構造を分析し、すずぎやすさを高めるための吐水を検討した。

すずぎやすさを心理的評価から分析した結果、因子分析により、「水粒の浸透力」「水流の密集性」と解釈できる評価尺度が得られさらに総合的なすずぎやすさの評価データとの重回帰分析を行った結果、「水粒の浸透力」がすずぎやすさにとって重要な因子であることが示唆された。また、髪の毛の長さ別に重回帰分析を行った結果から、髪の毛が長くなるほど、「水流の密集性」が重視されることが明らかになった。シャワー吐水着水時の現象観察と併せて考察すると、「水粒の浸透感」は、シャワーの水流が頭部に当たった直後に、髪の毛に覆われた奥に

ある頭皮まで水流が届く感じがする、という感覚であると考えられ、「水流の密集性」は、水流が頭部に着水した後、吐水範囲の範囲内で、泡が取り残された部分に対して感じる感覚を指していると考えられた。

以上の分析から、着水地点で水流を密集させることで、少ない水量でも心理的なすずぎやすさを高めることができる可能性を得た。

今後の展望としては、本論文で得られた「水粒の浸透力」や「水流の密集性」という要因を高める技術開発を行い、新たな快適な使用感を持つ節水型シャワーの開発発売へとつなげたい。より使用者に受け入れられる節水型シャワーの普及を通して、社会全体での節水に寄与する技術の開発を目指したい。

謝 辞

研究にご協力いただきました福岡女子大学豊貞准教授及び研究室の学生の皆様に深謝致します。

参 考 文 献

- [1] 東京ガス都市生活研究所：現代人の入浴事情2015.
- [2] American Society of Mechanical Engineers (ASME): Plumbing Supply Fittings; ASME standard, CSA standard 2012; ASME A112.18.1-2012/CSA B125.1-12; CSA Group: Toronto, ON, Canada, 2012.
- [3] Australian Standard: Water Efficient Products – Rating and Labeling; Australian/New Zealand Standard; AS/NZS6400:2005; SAI GLOBAL: Sydney, Australia, 2005.
- [4] GB/T 23447 Sanitary Ware – Shower Heads for Bathing, 2009. http://www.nccs.org.cn/yujing/cbunuser/1/down/B_fileUpload_201051917132.pdf
- [5] Voluntary Water Efficiency Labelling Scheme on Showers for Bathing Water Supplies Department Hong Kong, 2011. http://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content_552/Showers.pdf
- [6] Water Efficiency Labelling Scheme by PUB (Singapore) 2013. http://www.pub.gov.sg/wels/rating/Documents/WELS_Guidebook.pdf
- [7] 岡本美南, 佐藤稔, 小代禎彦：シャワーの快適性に影響する要因の分析, 日本感性工学会論文誌, 14(1), pp.173-180, 2015.
- [8] Minami Okamoto, Minoru Sato, Yoshihiko Shodai, Masayoshi Kamijo: Identifying the Physical Properties of Showers That Influence User Satisfaction to Aid in Developing Water-Saving Showers, Water, 7, pp.4054-4062, 2015.
- [9] Minami Okamoto, Ryohei Yaita, Minoru Sato, Masayoshi Kamijo, Kanako Toyosada, Yasutoshi Shimizu, Kyosuke Sakaue, Wan-Ju Liao, Meng-Chieh Lee, Cheng-Li Cheng:

節水型シャワーヘッドのすずぎやすさに対する心理構造分析

Comparison of the Physical Properties of Showers that the Satisfaction of Shower Feeling among Users in Three Asian Countries, *Water*, 7(8), pp.4161-4174, 2015.

- [10] 岡本美南：快適性の高い節水型シャワーの開発，バイオメカニズム学会誌，40(1)，pp.1-4，2016.
- [11] Map: High-Efficiency Showerhead Performance Study Final Report, 2010.
Available online: <http://www.map-testing.com/assets/files/Showerhead%20Final%20Dec%202011.pdf>
- [12] EPA Water Sense: Draft Showerhead Specification.
https://www3.epa.gov/watersense/docs/showerheads_presentation508.pdf
- [13] 村川三郎，西名大作，井上和博：シャワー浴のための設備設計条件移管する研究第2報被験者の使用感による各種シャワーヘッドの評価，空気調和・衛生工学会論文集，58(6)，1995.
- [14] ゲイン株式会社：ヘアケアに関する4カ国・6地域比較調査，2015.

岡本 美南（正会員）

2006年 信州大学繊維学部卒，同年 TOTO株式会社入社。信州大学大学院総合工学系研究科博士後期課程生命機能・ファイバー工学専攻在学中。シャワーなどの浴室商品をはじめとした住宅設備機器の快適性に関する研究，

技術開発に従事。

小松 布美恵（非会員）

2012年 岩手大学工学部福祉システム工学科卒，同年 TOTO株式会社入社。感性を考慮した浴室アイテムの設計・評価に関する研究に携わり，現在は浴室空間の新商品開発業務に従事。

上條 正義（正会員）

1989年 信州大学大学院を修了後，東京理科大学諏訪短期大学助手を経て，1996年信州大学繊維学部感性工学科助手，2009年 同大教授となり現在に至る。博士（工学）。感性工学における計測評価の研究に従事。特に人の快適

感を心身反応計測から見える化する研究に関心を持つ。IEEE，繊維学会，日本繊維製品消費科学会，照明学会，自動車技術会，電子情報通信学会，計測自動制御学会，人間工学会 各会会員。