シャワーヘッド散水板の設計法に関する研究

穴径・散水角が適流量, 快適感に及ぼす影響

STUDY ON METHODS OF DESIGNING SHOWER HEADS

The effects on optimum flow rate and comfort condition resulted from difference
in size and angle of shower heads' holes

近藤 武士*, 花尾 美智子**, 高須 直子***, 大塚 雅之****, 鎌田 元康*****

Takeshi KONDO, Michiko HANAO, Naoko TAKASU,

Masayuki OTSUKA and Motoyasu KAMATA

For the purpose of finding out methods of designing shower heads, the effects on optimum flow rate and comfort condition were examined by using shower heads whose size and angle of holes were systematically changed. To grasp physical characteristics of each shower head, the experiments concerning the distribution of the force and the volume of water were conducted. Optimum flow rate and comfort condition data were gained by the subjective experiment, and the relations between those and the force were explained. And also, optimum flow rate and flow rate when actually taking a bath were experimented by using commercially available shower heads.

As a result, optimum flow rate was strongly effected by total force when the subject was hit by shower. Optimum flow rate can be predicted by total holes area, which is determined by hole size, and hardly effected by hole angle. The result of experiment using commercially available shower heads showed that optimum flow rate is related to total holes area, and the volume of hot water by each action is in proportion to optimum flow rate.

Keywords: Water-spreading plate of showerhead, Hole size, Hole angle, Optimum flow rate, Comfort condition

シャワーヘッド散水板, 穴径, 散水角, 適流量, 快適感

1. はじめに

近年住宅において給湯設備が充実し、日常生活の中でシャワー浴の習慣が定着してきている。また、住宅内における省エネルギーや節水が重視されるようになり、快適性を維持した上で、シャワー使用時の流量を抑制でき、かつ、シャワー浴での湯使用量を低減できる散水板の設計が求められているが、この点に関する研究は少ない。

筆者らの一人である鎌田⁹⁾は、市販シャワーヘッドおよび穴数・穴径・位置を変化させた試作散水板を付けたシャワーヘッドを用いて適温・適流量に関する被験者実験を行い、穴数・穴径・位置は適温にはほとんど影響を及ぼさないこと、適流量は散水板の総開口面積からほぼ予測可能であり、散水板吐水部での力がほぼ等しい条件で適流量と感じると思われることを示している。

村川⁶⁾は、市販シャワーヘッドの抵抗係数・水力学的相当開口面積や、鉛直下方吐水時の吐水量分布および受水面全体での力の測定を行う⁶⁾とともに、穴径・穴数を系統的に変えた散水板を付けたシャワーヘッドを用い、適温・適流量および湯使用量などの把握実験を行い、適流量は単位面積あたりの水圧力により決定される⁷⁾など

の結論を示している。

また、筆者らは、高齢者を対象とし、市販シャワーヘッドを用いた実験を行い、適温・適流量・使用湯量を測定し、若年者との比較を行う^{8,9)}とともに、市販シャワーヘッドを用いた物理量実験と被験者実験を行い^{1,2)}、後者において、適流量には受水面における力の合計値と平均値が影響すると思われることを示している。

以上の研究においては、いずれも散水角に関する検討が不十分であること、村川らの研究では、力の測定を鉛直下方吐水時で行い、かつ、受水面全体で行っていること、また、湯使用量などの被験者がすべて男性であるなどの問題がある。そこで、本研究では、散水角・穴径を系統的に変化させた試作散水板を用い、シャワーヘッドを壁掛け状態とし、散水板と平行な受水面での力の分布を測定し、その結果から力の合計値、最大値、平均値を求め、それらと被験者実験による結果（適流量・適温・刺激感・快適感など）との関係を求めた。また、市販シャワーヘッドを用い、シャンプー・リンスを流す、体を流すの行為別に、適流量と湯使用量の関係などを男女被験者を用いて求めたので、その結果について報告する。

* 神奈川大学工学部建築学科 助手・博士(工学)

** 東京電力㈱ 修士(工学)

*** 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻
大学院生・修士(家政学)

**** 関東学院大学工学部建築設備工学科 教授・工博

***** 東京大学大学院工学系研究科建築学専攻 教授・工博

Research Assoc., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Kanagawa University, Dr. Eng.

Tokyo Electric Power Company, M. Eng.

Graduate Student, Dept. of Architecture, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo, M. Home Eco.

Prof., Dept. of Architectural Environmental Engineering, Kanto-Gakuin University, Dr. Eng.

Prof., Dept. of Architecture, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo, Dr. Eng.

2. 物理量把握実験

2.1. 実験概要

シャワー受水面における物理量として、力の分布測定、流量分布測定を行った(流量分布測定結果については割愛する)。実験は2001年7月2日～8月29日にT社実験室で行った。図1および表1に示す試作散水板を市販シャワーヘッドに取り付け、シャワーヘッド取り付け部に圧力センサー、T型熱電対を、シャワーホース取り付け部に流量計を設置し、吐水側の測定を5秒間隔で行った。散水板穴数は60個に固定し、穴径と散水角をそれぞれ3段階に系統的に変化させ、合計9種類の散水板について検討した。給湯機設定湯温は42℃、散水板から受水面までの距離を50cmに固定し、設定流量を6,8,10L/minの3段階に調節し、散水板9種類、設定流量3段階の計27パターンで測定を行った。

2.2. 実験方法

受水面での力の分布測定装置を図2、その受水部を図3に示す。プッシュプルメータに50mm×50mmの受水板¹⁾を設置し、壁掛け状態としたシャワーヘッド散水板と受水板が平行になるよう設定した。受水領域の中心を受水部の0とし、受水部のグリッドに沿って縦および横に50mmピッチで移動させて測定を行った。なお、各測定パターンとも2回測定を行い、以後の解析ではその平均値を用いた。

2.3. 実験結果および考察

解析で用いる言葉を表2に定義する。図4に各散水板の流量に対する力の合計値、平均値、最大値および受水面積を示す。力の合計値では散水角の違いによる大きな差はなく、穴径が小さいほど値が大きい。力の平均値と最大値は散水角が小さく、穴径が小さいほど値が大きく、特に『穴径φ0.6, 散水角小』と『穴径φ0.7, 散水角小』の散水板は他に比較すると流量に対する変化量が大きい。受水面積は散水角が大きいほど、流量に対しての変化も大きくなる傾向が見られる。図5に流量係数を1として求めた散水板吐水部での動圧に総開口面積を掛けた吐水部での力と、力の合計値の比を示す。吐水部の力と力の合計値の比は、2.3～3.5の範囲となり、穴径が大きくなると大きくなり、流量が多くなると小さくなる傾向となった。散水角による違いは、穴径φ0.8では差異があるものの、その他の穴径では概ね等しい値となった。

図1 試作散水板形状

表1 試作散水板形状

穴径 [mm]	穴数	最外周散水角 (中心軸距離)	総開口面積 [mm ²]	穴数
0.6	60	散水角 大 12.3° (80mm)	17.0	1周 6
0.7			23.1	2周 12
0.8			30.1	3周 18
0.6		散水角 中 9.9° (100mm)	17.0	4周 24
0.7			23.1	合計 60
0.8			30.1	中心からの距離[mm]
0.6		散水角 小 7.1° (140mm)	17.0	1周 6.5
0.7			23.1	2周 10.0
0.8			30.1	3周 13.5
				4周 17.5

※総開口面積=[穴の面積]×[穴数]

図2 力の分布測定装置

図3 受水部

表2 言葉の定義

セル	50[mm]×50[mm]とする(図3参照)
力の合計値[N]	全受水セルの力の合計値
力の平均値[N/m ²]	力の合計値/受水面積
受水面積[m ²]	受水面の縦と横の長さ(目視による)の平均を直径として円の面積で近似したもの
力の最大値[N]	受水セルの中で最も力が大きいセルの値

図4 力の合計値、平均値、最大値、受水面積

3. 心理量把握実験

3.1. 実験概要

シャワー行為における快適な湯温、流量を把握し、使用者の感覚を明らかにするため被験者実験を行った。実験は、2001年10月4日～12日にT社シャワーモニター室で行った。控え室、脱衣室、浴室の温湿度は10秒間隔で測定し、吐水側の測定および用いた散水板は物理量把握実験と同様である。被験者概要を表3に示す。

3.2. 実験方法

実験は図6に示す手順で行った。9種類の試作散水板を取り付けたシャワーヘッドのうち、6本について各被験者に実験させた(ただし6人の被験者については9本行った)。シャワーヘッドの順番はランダムとし、各シャワーヘッドについて適温、適流量^{注2)}、適正下限流量^{注3)}を、温度表示を削除したサーモスタットシャワー水栓によって設定させた。また、適流量時に限り、その使用感について表4に従って評価させた(表4に言葉の定義も示す)。評価内容は、刺激感、量感、面積感、保温感と各々に対する満足度、および快適感である。シャワーヘッドの設置高さを、散水板と胸までの距離が50cmとなるよう調節した。被験者は裸体とし、胸を中心とした位置で受水した状態で実験を行った。

3.3. 実験結果および考察

控え室における実験中の平均温湿度は23.5℃、60.6%であった。また浴室の温湿度は制御していなかったが、気温は22.1～29.1℃、湿度は実験開始後には、約100%となった。浴室気温に多少ばらつきがあるが、散水板ごとに平均すると26.6±0.2℃であり、ほぼ等しいこと、また、適温、適流量、適正下限流量とその設定時の浴室温湿度との間には相関がないことから、散水板ごとの結果を比較検討する上での問題は少ないと判断した。

各散水板についての被験者全体における適流量、適正下限流量、適温の平均値、最大値、最小値を図7に示す。『穴径φ0.7、散水角小』を除くと、適流量は穴径が小さいほど低い。適正下限流量は適流量に比較すると散水板の違いによる変化は小さく、最大と最小の差も小さいことから個人差も小さいことがわかる。適温は散水板の穴径、散水角の違いによる変化は見られず、全体的に38.5℃程度である。この適流量と適温の傾向に関しては、既往の研究⁹⁾の結果と一致している。

刺激、量、保温のそれぞれの満足度を4～5の満足側に申告した場合の刺激感、量感、保温感の申告数を穴径、散水角別に図8～10に示す。刺激感は、穴径、散水角別の両者において、"どちらでもない"と"やや強い"で申告数が多く、穴径が大きいほど満足側である傾向も見られる。量感は"どちらでもない"と多い側で満足側申告が多く、特に『穴径φ0.8』と『散水角大』の申告が多い。保温感は温まる側に申告が集中し、穴径が大きいほど、および『散水角大』で満足側申告が多い。図11に散水角別についての満足側の面積感申告数を示す。これより散水角が大きいほど申告が多く、"どちらでもない"および広い側で満足する傾向が見られる。穴径、散水角別の快適感申告を図12に示す。穴径が大きいほど快適側申告は多く、不快側は少ない。散水角については『散水角大』と『散水角小』では快適側申告の次に不快側が多いが、『散水角中』は不快側申告が最も少ない。これより、『散水角中』は好みの個人差が最も小さいと考えられる。

図5 力の合計値と吐水部での力の比

表3 被験者概要

	被験者数	平均年齢
全体	27	29.2 (5.3)
男性	15	32.1 (4.5)
女性	12	25.7 (3.9)

*()内は標準偏差

図6 被験者実験手順

表4 使用感評価表と言葉の定義

刺激感	量感	面積感	保温感
1. 非常に弱い	1. 非常に少ない	1. 非常に狭い	1. 非常に冷える
2. 弱い	2. 少ない	2. 狭い	2. 冷える
3. やや弱い	3. やや少ない	3. やや狭い	3. やや冷える
4. どちらでもない	4. どちらでもない	4. どちらでもない	4. どちらでもない
5. やや強い	5. やや多い	5. やや広い	5. やや温まる
6. 強い	6. 多い	6. 広い	6. 温まる
7. 非常に強い	7. 非常に多い	7. 非常に広い	7. 非常に温まる

快適感	満足度	言葉の定義
1. 非常に不快	1. 不満	刺激感1～3⇒弱い側 保温感1～3⇒冷える側
2. 不快	2. やや不満	刺激感5～7⇒強い側 保温感5～7⇒温まる側
3. やや不快	3. どちらでもない	量感1～3⇒少ない側 快適感1～3⇒不快側
4. どちらでもない	4. やや満足	量感5～7⇒多い側 快適感5～7⇒快適側
5. やや快適	5. 満足	面積感1～3⇒狭い側 満足度1～2⇒不満側
6. 快適	快適感以外はそれぞれに関して申告	面積感5～7⇒広い側 満足度4～5⇒満足側
7. 非常に快適

図7 適流量、適正下限流量、適温(平均値・最大値・最小値)

図8 刺激感申告数(満足側)

図9 量感申告数(満足側)

図10 保温感申告数(満足側)

図11 面積感申告数(満足側)

図12 快適感申告数

4. 物理量と心理量の検討

4.1. 適流量

適流量に影響を及ぼす要素として温度と流量が考えられる。適温は全ての散水板において概ね同じ値であったため、適流量は流量、つまり受ける力によって判断していると推測できる。そこで、被験者実験での適流量から図4に示す関係を用い、適流量時における力の合計値、力の平均値、力の最大値を求めた結果を図13に示す(個人差が大きいので、散水板ごとに上下2名の結果を除いてある)。力の合計値、平均値、最大値のいずれの場合においても、散水板の違いによる変化は小さい。これより、適流量の決定と、力の合計値、平均値、最大値には関係があると考えられる。

力の合計値、平均値、最大値のうち、適流量決定に最も影響を及ぼす要素を、被験者の個人データより検討する。各被験者が実験を行った全ての散水板における力の合計値、平均値、最大値について被験者ごとに平均値と標準偏差を求め、変動係数(標準偏差/平均値)としたものを図14に示す。ほぼ全ての被験者において力の合計値が他に比較すると変動係数が小さく、男女差の傾向はみられない。前述のように既往の研究では、適流量は、①吐水部の力が一定になるよう決定される⁹⁾、②単位面積あたりの水圧力(本実験でいう力の平均値)が一定になるよう調節している⁷⁾、③受水面における力の合計値と平均値が影響している²⁾と推測していたが、今回の結果からは、適流量の決定には、力の合計値が最も関係すると判断される。

鎌田ら⁹⁾は、適流量 Q_T [L/min] と総開口面積 A [mm²] の関係が $Q_T = C \cdot A^n$ で表せ、 n が 0.5 に近い値になることを示している。本実験および後述の市販シャワーヘッドを用いた実験での適流量 Q_T と総開口面積 A の関係を、鎌田らの結果とともに図15に示す。両結果とも、鎌田らが提案した関係と近いものとなった。ただし、鎌田らは、人体受水面での力の合計値が、吐水部での力と比例すると仮定してこの関係を導出しているが、図5から判断し、この仮定は成立しない。シャワーヘッドと被験者の皮膚表面の距離、その間における重力・抵抗による影響、湯の方向と皮膚表面がなす角度などを検討する必要があるが、この点についての詳細な検討は、今後の課題とする。

図13 適流量時における力の合計値、平均値、最大値

図14 変動係数(力の合計値・平均値・最大値)

図15 適流量と総開口面積の関係

4.2. 使用感

① 刺激感

刺激感申告数を図 16 に示す。4.1 適流量より適流量は力の合計値で決まると推測されるため、適流量時の力の合計値は散水板が異なっても近い値になる。また刺激感を力の合計値で判断していると仮定すれば、刺激感申告数は散水板が異なってもほぼ同じになると考えられる。しかし同じ穴径では、散水角が小さいほど強い側申告が多く、全ての散水板で刺激申告数がほぼ一定になる傾向は見られない。これより、刺激感は力の合計値のみではなく、力の平均値、最大値とも関係すると考えられる。

刺激感の判断要因を検討するため、さらに詳細に個人データを見る。散水板が異なっても刺激感を全て同じ、または 1 つ以外全て同じに申告した被験者は 9 人(男性 5、女性 4)おり、これらは力の合計値で刺激感を判断していると考えられる。その他の被験者について、強い側・どちらでもない・弱い側申告の 3 つに分類した場合におけるそれぞれの力の合計値、平均値を被験者ごとに図 17 に示す。なお、図 14 において力の平均値と最大値の変動係数はほぼ等しいため、力の最大値についての検討は省略する。力の合計値または平均値の一方が『強い側>どちらでもない>弱い側』の順になっていない場合を実線で囲い、力の合計値または平均値のどちらか一方が他方より強い側、どちらでもない、弱い側のいずれかの差が明らかに大きい場合は点線で囲った。その結果、力の合計値で判断する被験者は 1 人、力の平均値では 8 人となり、男女差の傾向は見られない。これより、刺激感を力の合計値で判断していると推測されるものは 10 人、力の平均値は 8 人、力の合計値と平均値の両者は 8 人、いずれにも該当しないものは被験者番号 09 の 1 人となった。

② 量感と保温感

量感は流量や力から判断できず、さまざまな要素に影響されると考えられるため、刺激感と面積感から解析する。全ての散水板について、図 18 に量感を多い側に申告した場合の刺激感と面積感の関係、図 19 に量満足度の満足側申告についての刺激満足度と面積満足度の関係を示す。刺激を"やや強い"と感じ、面積は"どちらでもない"または広い側に感じると量感は多くなる傾向が見られる。また、刺激感と面積感の両者に満足した場合、満足側の量感が得られると推測できる。

保温感も量感と同じくさまざまな要素と絡むと考えられる。そこで量感と保温感の関係を図 20 に、量満足度と保温満足度の関係を図 21 に示す。量感と保温感には相関が見られ、量感が多く得られると温かい側申告になり、量感が満足であると保温感も満足である傾向が見られる。

③ 面積感

面積感申告数を図 22 に示す。同じ穴径の場合、散水角が大きいほど広く感じる傾向が見られる。また、同じ散水角で比較すると、『散水角中』では穴径が大きいほど広い側申告は減少し、『散水角小』では『穴径 $\phi 0.8$ 散水角小』が他に比較すると狭い側申告が非常に少ない。これより、穴径が大きくなると面積を広くも狭くも感じなくなる傾向があり、面積感があいまいになると推測できる。

図 16 刺激感申告数

図 17 力の合計値、平均値(強い側・どちらでもない・弱い側)

図 18 量感申告数(多い側) 図 19 量満足度申告数(満足側)

図 20 量感と保温感 図 21 量満足度と保温満足度

④ 快適感

快適感申告の平均値と標準偏差を図 23 に示す。『穴径 $\phi 0.7$ 散水角大』を除くと、穴径が大きいほど快適性は高く、散水角の違いは快適感にはさほど影響していない。『穴径 $\phi 0.7$ 散水角大』の快適性が高い理由として、他の散水板と比較すると保温満足度が高いことがあげられる(図 24)。これまでの解析より、保温満足度が高い場合、量満足度も高くなり、量感も多く得られる傾向がある。つまり、量感が多く得られ、刺激は「やや強い」と感じられ、面積は広く感じられるような穴径と散水角のバランスが良い散水板であると推察できる。

5. 市販シャワーヘッドでの適流量、行為別使用湯量把握

5.1. 適流量把握

表 5 に示す特徴の異なる 3 種類の市販シャワーヘッドを用いて、適流量把握の被験者実験を行った。市販シャワーヘッドを総開口面積・散水角で表 1 に示す試作散水板と比較すると、節水型は『穴径 0.8』で『散水角中』と『散水角小』の中間、低水圧型は『穴径 0.6, 散水角小』のものと同様等しいが、標準型の総開口面積は試作散水板のいずれよりも大きい。

実験は 2000 年 10 月 24 日～11 月 9 日に被験者実験を T 社のモニタールームで行った。被験者概要を表 6 に示す。全被験者が 3 種類のシャワーヘッドで実験を行うが、順番は被験者ごとランダムとした。シャワーヘッドは壁掛けのみとし、散水板と被験者胸部の距離は概ね 60cm であった。実験方法は、適流量の調整を 2 回行うこと、リセットシャワーの流量、湯温が多少異なることを除いて、「3.2 実験方法」に示すものと同様である。

各シャワーヘッドでの適流量、適正下限流量、適温の平均、最大、最小値を図 25 に、適流量と総開口面積の関係を図 15 に示す。図 7 の総開口面積、散水角が概ね等しい試作散水板と比較すると、適流量が 10%程度多く、適温も 1.5℃高い結果となった。これは散水板と被験者との距離が離れていたこと、リセットシャワー^(注4)の湯温・流量の僅かな差異、散水板の穴加工の違いによる縮流現象の違いなどが影響していると思われる。

5.2. 行為別使用湯量把握

市販シャワーヘッドの標準型、節水型を用いて、各行為における使用湯量把握の被験者実験を行った。被験者概要を表 6 に示す。実験は、2002 年 4 月 11 日～4 月 19 日に T 短期大学の実験室内モニタールームで行った。実験では、入浴行為のうち、髪と体を実際に洗ってもらい、その時の「シャンプーを流す」「リンスを流す」「体を流す」の 3 種類の行為について、使用流量、使用温度、使用量について測定した。使用したタオル、石鹸、シャンプーなど使用する道具は全ての被験者同じとしたが、シャワーヘッドの壁掛け・手持ちの選択は自由とし、実験室内モニタールームの温湿度についても特に制限を設けなかった。

使用量、流量および使用時間の平均値を図 26 に示す。男女差による差異は使用流量で約 1.5L/min、使用量で 3～5.5L 程度女性が多い結果となったが、個人的なばらつきが非常に大きく、本実験では被験者数が必ずしも十分でないことから、両者を一括して扱った。流量は、全ての行為において節水型が標準型に比べ約 75～77%であり、図 25 の適流量実験と比較すると節水割合はほぼ同じであった。

図 22 面積感申告数

図 23 快適感申告(平均値・標準偏差)

図 24 保温満足度申告数(快適側)

表 5 市販シャワーヘッド

	穴径 [mm]	穴数	最外周散水角	総開口面積 [mm ²]
標準型	□0.9	63	9°	51.0
節水型	0.7	80	9°	30.8
低水圧型	0.7*24,0.5*45	69	7°	18.1

表 6 被験者概要

	適流量把握		行為別使用湯量把握	
	被験者数	平均年齢	被験者数	平均年齢
全体	31	29.7 (5.2)	10	23.4 (2.7)
男性	21	31.2 (4.8)	5	24.4 (2.0)
女性	10	26.4 (4.7)	5	22.4 (3.0)

()内は標準偏差

図 25 適流量・適温(市販シャワーヘッド)

行為の中では「体を流す」時の流量が多くなっている。使用時間は、節水型の方が長くなった者が「シャンプーを流す」7人、「リンスを流す」7人、「体を流す」6人となっている。平均使用時間では節水型が3～8%程度長くなっているが、個人差も大きく、節水型が短い時間の人も見られた。使用量は、全ての行為において節水型より標準型の方が多くなった。よって、節水型は標準型と比較して、流量が少なくなるが、使用時間では若干長くなる傾向となっており、使用量としては78～82%（約1.2～2.0L）の節水効果が得られていることになる。また標準型を使用した場合の方が、被験者による使用量の差が大きくなっており、「リンスを流す」行為においては、どちらのタイプのシャワーヘッドもばらつきが大きい傾向が見られた。

6. まとめ

本研究では散水板の穴径および散水角が使用感に及ぼす影響などについて検討し、以下のことを明らかにした。

- 1) 適流量は、今回の実験範囲では散水角の違いに影響されず、受水面での力の平均値、最大値ではなく、受水面での力の合計値で判断していると推察される。
- 2) 適流量 Q_L [L/min] は穴径・穴数などから決まる総開口面積 A [mm²] で概ね推定可能であり、 $Q_L = CA^n$ (C, n : 実験係数) の関係が概ね成立し、 n は 0.5 に近い値となる。ただし、この関係を提案した鎌田ら⁹⁾は、人体受水面での力の合計値が、流量係数を1として求めた吐水部での力と比例すると仮定しているが、今回の実験では異なった結果が得られており、この関係が成立する理由についての詳細な検討は今後の課題としたい。
- 3) 刺激感は、力の合計値、力の平均値、その両者のいずれかによって判断しており、その人数の割合はほぼ等しい。
- 4) 量感は『穴径φ0.8』および『散水角大』で満足度が高く、かつ多く得られる。また、量感と保温感には相関があり、量感が多いと温まり、量感に満足すると保温感も満足する。
- 5) 面積感は散水角が大きいほど広く感じる傾向があった。また、穴径が大きいと面積感があいまいになると推測される。
- 6) 試作散水板では『穴径φ0.7, 散水角大』が適流量を比較的抑制でき、快適性が高かった。量感が多く、刺激と面積に満足できる穴径と散水角のバランスが良い散水板であると考えられる。
- 7) 市販シャワーヘッドを用いた行為別使用湯量において、総開口面積を標準型の約50mm²から節水型の約30mm²にすることで、78～82%の使用量削減効果を確認できた。

なお、本研究では、注4)に示すように既往研究¹⁰⁾の結果を参考にリセットシャワーとして特殊なシャワーを用いたが、このシャワーによる受水面圧力、湯温の影響がやはり見られることから、真の意味での適温・適流量を求めるには、今回のように連続した実験ではない実験が必要と考えられ、この点に関しては今後の課題としたい。

【謝辞】

実験に際して、東京都立短期大学市川研究室、東陶機器(株)商品研究所には、実験機器・設備を提供していただきました、ここに記して謝意を表します。

図26 行為別使用量・流量・使用時間平均値(市販シャワーヘッド)

【注記】

- 注1) 受水板の大きさについては、散水状態などを勘案して決めたが、適正寸法であるかについては、今後の課題とする。
 注2) 被験者が当該散水板において適正と感じる湯温、流量
 注3) 快適に浴びられる範囲の下限流量
 注4) 既往研究¹⁰⁾で「前に浴びていたシャワーに影響を受けることがある」とされているため、本実験ではリセットシャワーとして気泡混入で吐水圧力の小さい特殊なシャワーを使用した。

【本論文に関連した口頭発表】

- 1) 花尾美智子ほか6名：シャワーヘッド散水板の設計法に関する基礎的検討（その1）シャワーヘッドの物理特性、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp.1845～1848, 2001.9
- 2) 菅原幸ほか6名：シャワーヘッド散水板の設計法に関する基礎的検討（その2）物理量・心理量測定結果からみた適流量、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp.1849～1852, 2001.9
- 3) 国分隆三ほか5名：シャワーヘッド散水板の設計法に関する基礎的検討（その3）穴径、散水角の違いによる物理量および心理量把握実験、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp.1805～1808, 2002.9
- 4) 花尾美智子ほか5名：シャワーヘッド散水板の設計法に関する基礎的検討（その4）穴径・散水角が使用感に及ぼす影響、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp.1809～1812, 2002.9

【参考文献】

- 5) 鎌田元康ほか5名：住宅用給湯設備の使用感に関する実験的研究（第3報）シャワーヘッド散水板・洗髪に関する検討および湯使用時の生理反応、空気調和・衛生工学会論文集 No.48, pp.59～72, 1992.2
- 6) 村川三郎ほか2名：シャワー浴のための設備設計条件に関する研究（第1報）シャワーヘッドの水力学特性の解析、空気調和・衛生工学会論文集 No.54, pp.23～33, 1994.2
- 7) 村川三郎ほか2名：シャワー浴のための設備設計条件に関する研究（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 No.58, pp.119～132, 1995.6
- 8) 河村久和ほか6名：高齢者用住宅設備に関する基礎研究（その5）高齢者の入浴行為把握実験、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp.425～428, 2000.9
- 9) 菅原幸ほか6名：高齢者用住宅設備に関する基礎研究（その6）シャワー浴における湯温・湯流量感および快適感、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp.429～432, 2000.9
- 10) 洪玉珠ほか8名：住宅用給湯設備の使用感に関する実験的研究（第2報）シャワ・入浴、空気調和・衛生工学会論文集 No.45, pp.43～59, 1991.2

(2002年6月11日原稿受理, 2002年11月1日採用決定)