

風呂床の水はけから考える水の性質

抄 録

家の風呂床（TOTOのほっカラリ床）を見たとき、とても早く水が流れていることに気が付き、風呂床のタイルの大きさ、形、溝の深さ、親水性・撥水性、これらを変えることで水が早く流れる条件を見つけ、それにはどのような水の性質が関係しているのかを明らかにしたいと思ったため、実験を行った。

家の排水溝の上にあるほっカラリ床と、同じ大きさ、傾斜で、プラスチックの板を取り付けることができる土台を紙粘土で造形し、マニキュアを塗って防水にしたものの上にプラスチックの板に四角形のタイル、丸、四角形のタイルシールをそれぞれ貼った模型を3つ作った。その模型3つとほっカラリ床にシャワー（出る水の量は揃える）で水をかけ、水の流れ方の観察と一定時間置いたときの水が残っている量を調べた。置いておく時間は10、20、30分で、それぞれ5回行った。

結果は最も溝が浅く、タイルの形が四角で、親水性であるほっカラリ床が残った水の量が最も少なくなった。溝は深いと浅いより流れる水が摩擦を受けやすく、タイルは丸だと4つ集まった時にできるダイヤのような形のところに水がたまって流れなくなる。撥水性だとタイルの上ののった水滴が溝に落ちない。これらのことが考えられたうえでほっカラリ床は開発されたのだろう。親水性・撥水性には表面張力が関係していて、凝集力と非圧縮性という水の性質がある。

キーワード：水、風呂床、表面張力

1. はじめに

引っ越しをした際、以前住んでいた家との風呂床の水はけの良さの違いに驚いた。すぐに水が流れていくのである。何故そんなにも早く水が流れていくのか、調べてみると、水滴がタイル表面の溝に引き込まれ、排水溝に流れていくという単純なものだった。しかしながら、タイルの大きさなどが何故そうなっているのかなどの条件に関する疑問は残った。本研究では、どのような水の性質を考えて作られたのかの仮説を立て実験をし、結果から仮説の真偽を確かめることで利用されている水の性質について明らかにする。

2. 研究方法

2.1 研究手順

以下の手順で研究を行った。

(1) 仮説を立てる

参考文献を元に、水が早く流れていく条件を考える。

(2) 実験を行う

仮説が正しいのか、実験を通して確かめる。

(3) 結果から考察

実験結果から利用されている水の性質はなにかを考え、その性質についてよく知る。

2.2 仮説

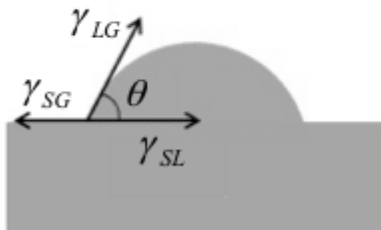
辻井（2011）によるとヤングの式というのものがああり、（図1）このことから、水が乗る面が撥水性であるほど水は粒になり、親水性であるほど粒ではなく広がることがわかる。撥水性とは、「布・紙などが、表面で水をはじくこと。」親水性とは、「物の表面に水が薄く広がるなどの性質を持つこと。」とある（コトバンク）。つまり、面が親水性だと他の水の粒と合体しやすい。合体すると溝に落ち流れやすく、できなければタイルの上で流れずに孤立してしまう。TOTOによるとほっカラリ床は親水性のため、今回の実験ではほっカラリ床だけが親水性である。

溝の深さは、深いと水が溝の表面に付着して流れなくなる。それに、水が流れるときに浅い場合と比べて摩擦が多く発生し、速度が落ちて止まってしまうだろう。また溝が浅いと、タイルの表面の水滴を引き込んで流れることができると思われる。

タイルの大きさは、小さいと水が溝に落ちて流れやすいはずである。

これらのことから、親水性で、タイルは小さく、溝が浅いと水が早く流れると予想する。

$$\cos \theta = \frac{\gamma_{SG} - \gamma_{SL}}{\gamma_{LG}} \quad : \text{式1 ヤングの式}$$



θ : 接触角

γ_{LG} : 液体・気体界面にはたらく表面張力

γ_{SL} : 固体・液体界面にはたらく表面張力

γ_{SG} : 固体・気体界面にはたらく表面張力

図1 接触角とヤングの式
(CAE用語 ヤングの式)

2.3 実験方法

家の風呂床（ほっカラリ床）と模型3つを使う。模型は、家のほっカラリ床と同じ大きさ、傾斜になるようプラスチックの板を切り、紙粘土を濡れてもいいようにマニキュアで防水にした土台を貼り、そこに四角形のタイル、丸、四角形のタイルシールをそれぞれ貼った。四角形のタイルシールを貼ったものは模型1（図3）、丸のタイルシールは模型2（図4）、四角形のタイルシールは模型3（図5）とする。その模型3つとほっカラリ床（図2）を風呂場に並べ、シャワーで水をかけ、水の流れ方の観察の観察を行い、一定時間置いたときに濡れた模型の重さから元の重さを引いて、流れなかった水の量を調べた。シャワーから出る水の量は同じにし、模型の上から一瞬ずつ水をかけた。置いておく時間は10、20、30分で、それぞれ5回ずつ実験を行った。

2.4 模型ごとの違い

模型ごとの違いがわかりやすいよう、表にした。(表1)

表1 模型ごとの条件

	タイルの形	撥水性	親水性	溝の深さ(約)	タイルの大きさ(約)	重さ
ほっカラリ床	四角形	×	○	1mm	1.3cm×1.3cm	344 g
模型1	四角形	○	×	4mm	1×1cm	274 g
模型2	丸	○	×	2mm	直径1.7cm	78 g
模型3	四角形	○	×	2mm	2×2cm	79 g

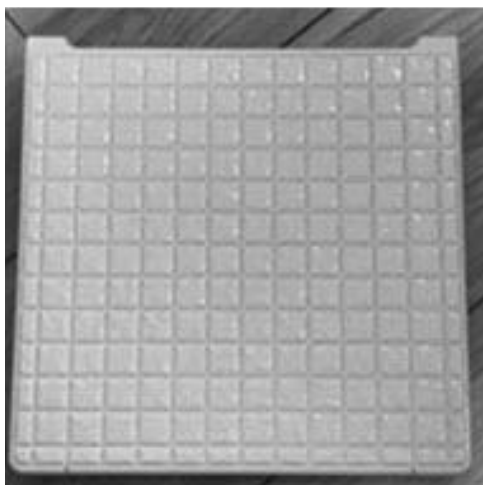


図2 ほっカラリ床

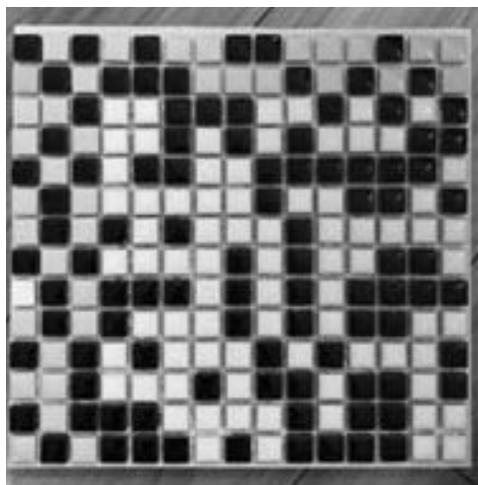


図3 模型1



図4 模型2

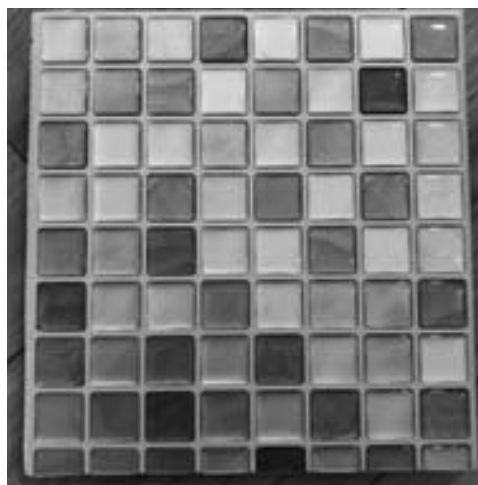


図5 模型3

3. 結果

3.1 実験結果

実験を行い、一定時間置いたときに濡れた模型の重さから元の重さを引いて流れなかった水の量をそれぞれ5回調べたときの平均値を出した。(表2)(図6)

表2 それぞれの時間での実験台に残った水の量の平均値

平均	ほっカラリ床	模型1	模型2	模型3
10分	6.0	27.8	9.8	10.0
20分	4.4	24.8	10.6	8.0
30分	3.6	23.2	7.6	5.0

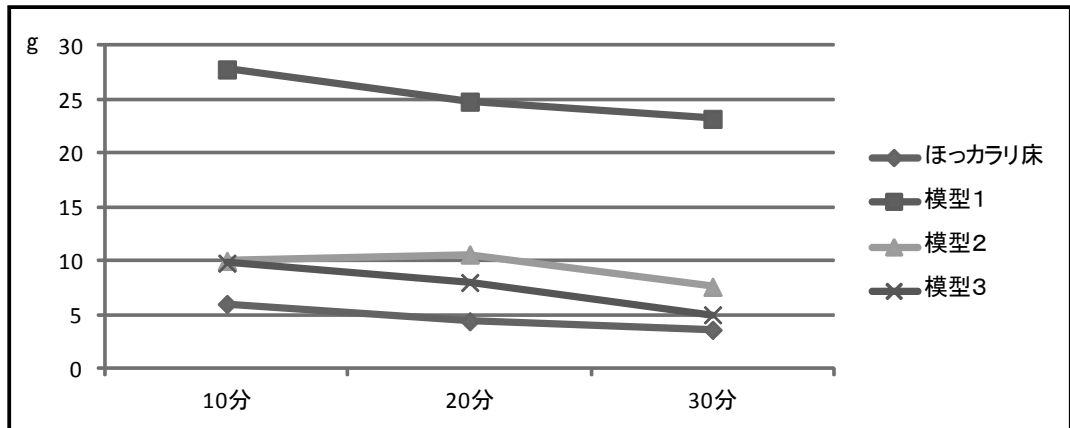


図6 それぞれの時間置いたときの実験台に残った水の量の平均値の推移

4. 考察

結果を見て気になった点が2つある。1つ目は、模型1が他と比べて数値が圧倒的に多いこと。2つ目は、模型2の数値が10分の時と20分の時では、20分の時の方が増えていることである。

4.1 溝の深さによる水の流れ方への影響

実験結果を見ると、どの時間でも模型1の数値が模型3の約2倍、または2倍以上となっている。そして溝の深さを見てみると、これも、模型1が模型3の2倍となっている(模型2もあてはまるが、模型の他のつくりが数値に影響していると考えられるため、次の項目で述べる)。

溝が深いということは、その分水が流れるときに摩擦が起こる面積が増える。つまり溝の深さが2倍だと2倍摩擦を受けるということだ。摩擦を受けると水の流れが止まってしまう。

このことから、溝は浅い方が流れやすいと言える。

4.2 タイルの形による影響

模型2の数値が10分の時と比べて増えたのは、普通ありえないため、理由があるとする
と他のどの模型とも違う、タイルの形に理由があるだろう。

模型2の4つのタイルの角が集まっているところは、他の模型と違ってダイヤのような
形をしている。この部分があることで、そこに水が溜まってしまい、結果が安定しなかつ
たのではないだろうか。他は直線でそのような部分が全くない。ダイヤの形だと流れてき
た水がそこに残ってしまうと考えられる。

このことから、タイルの形は四角形が適していると言える。

4.3 親水性と撥水性

それぞれの流れ方を見ていると、ほっカラリ床は水をシャワーでかけた途端に、タイル
に乗った水が溝に落ちて流れていた。そのほかはタイルの上に乗ってもそこから動かない
ことがある。

そのため、親水性の方が適していると言える。

4.4 表面張力

親水性と撥水性には表面張力が関係している。そもそも表面張力とは、液体が表面積を
できるだけ小さくしようとするとき、分子同士がお互いに引っ張り合う働きのことである。
どう関係しているのかというと、表面張力が弱いと水が乗った面と水の接触角が小さくな
る。つまり親水性のことである。今度は反対に、表面張力が強いと水との接触角が大き
くなるため撥水性のことである。このように親水性・撥水性と表面張力は密接に関係して
いる。

この表面張力には2つの水の性質（凝集力と非圧縮性）がある。

4.4.1 凝集力

凝集力は物質を構成する分子や原子の間に働く引力のことで、隣り合った分子との間に
必ず作用している。液体の内部ではこの引力は互いに打ち消されるが、液体の表面にある
分子はその外に分子がないため、引力が内向きだけに働く（図7）。そのため、水滴は球に
なろうとする。

4.4.2 非圧縮性

非圧縮性とは圧力を加えると体積が減少し密度が増加する性質で、非圧縮性はその密度
変化を無視できる性質を言う。

液体も気体も圧力をかけると容易に変形するが、液体は非圧縮性をもつと扱われる。な
ぜなら、圧力があまり大きくないときに一定の体積を持っているから。それと、流れるこ
とができるから。液体を分子レベルで考えたとき、空洞がある（図8）。そのため液体の体
積は変えられないが形を変えることができる。これらが表面張力の仕組みである。

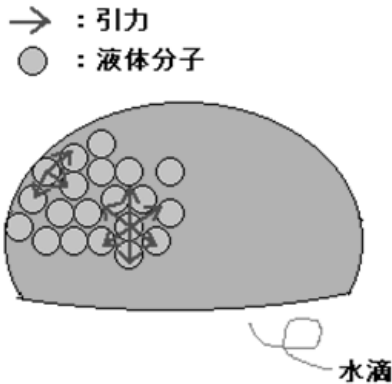


図7 凝集力の仕組み
(出典：表面張力を科学しよう!!)

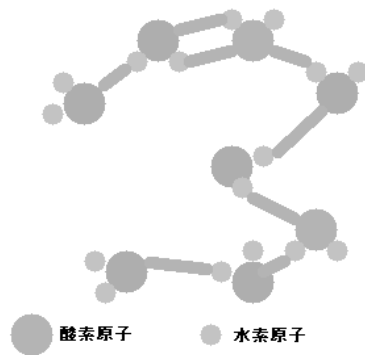


図8 液体の構成
(出典：表面張力を科学しよう!!)

5. まとめ

風呂床から、水が早く流れる条件、関係している水の性質を明らかにしたいと思い、今回研究を行った。

実験の結果、親水性、タイルが小さい、溝が一番浅いと早く水が流れるという、実験の前に立てた仮説通りで、その条件をそろえているほっカラリ床が一番水が流れた。タイルの形は丸だと溝に水が溜まってしまうため、四角形が適している。水の性質は、凝集力と非圧縮性で成り立っている表面張力が深く関係している。

その表面張力と、溝の側面の摩擦やダイヤの部分、タイルの上に水滴が残ってしまわないようにすることなどが、水が風呂床を流れるうえで重要だと考えられる。

6. 参考文献

「コトバンク」 <<https://kotobank.jp/>> (2019年7月28日アクセス)

「COM用語 ヤングの式」

<<https://www.cybernet.co.jp/ansys/glossary/youngnoshiki.html>>

(2019年8月12日アクセス)

辻井薫 (2011) 「生活の中のコロイド 界面化学」 米田出版

「表面張力を科学しよう!!」

<<https://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~masako/exp/jolly/kuwasiku1.htm>>

(2019年8月12日アクセス)