

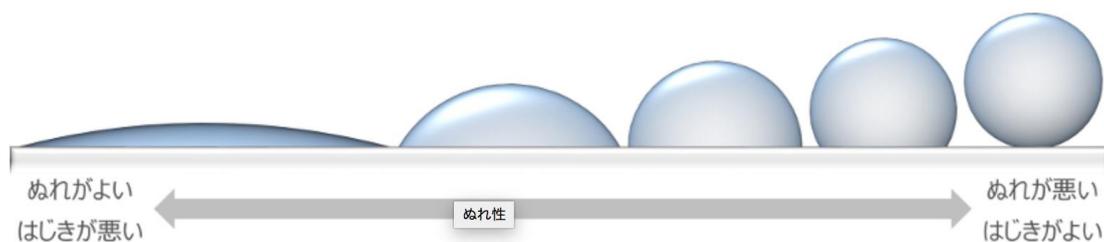
物理学 B 第二回レポート

動機・目的

雪の積もったある日、ゴアテックスのブーツを履いていた私は、ふと疑問に思った。「この靴はゴアテックスだから、水が染み込まないなあ。なぜゴアテックスの靴は水が染み込まないのだろう。」そこで、ゴアテックスの靴に水をかけて観察していたところ、ゴアテックスの靴は撥水性が良いことがわかった。ここで、私はゴアテックス膜の撥水性の良さは素材の目の細かさで決まると仮定して以下のような実験 1、2、3 を行った。

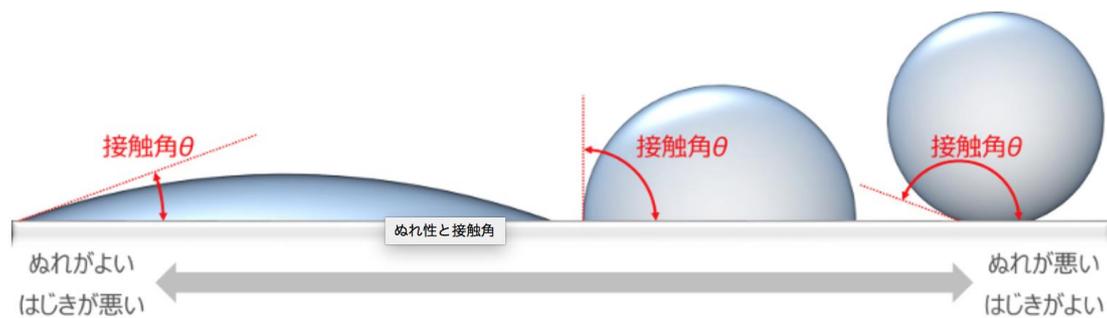
原理

ぬれの可否、すなわちぬれ性を判断する簡単な方法の一つは固体表面上の液滴形状を水平方向から観察することである。固体表面に対して液滴が広がっていれば「濡れが良い」ということになり、液滴がまるまっていれば「濡れが悪い」ということになる。



(<https://www.fia-sims.com/p40-interface-science.html> より引用)

ぬれ性を定量的に表現する際は接触角を用いて表す。接触角は以下の図に示すような角 θ で表され、 $0^\circ \sim 180^\circ$ のいずれかの値をとる。線は液滴の輪郭曲線と固体表面との交点における、輪郭曲線の接線を表す。



(<https://www.fia-sims.com/p40-interface-science.html> より引用)

接触角が 0° に近づくほど濡れが良い（撥水性が悪い）ことになり、 180° に近いほど濡れが悪い（撥水性が良い）ということになる。

今回の実験では、目のあらかの異なるやすり、目の大きさの異なる網を3種類ずつ用意し、水を少量流し、ある一定の距離を水が流れるのにかかる時間を計測する。撥水性の良いものの方が水が流れる速度が大きいことを利用し、素材の目の違いによる撥水性の違いを検証する。

準備

紙やすり(目の荒さは#60,#120,#240の三種類)、耐水紙やすり(#60,#100,#500)、ステンレス金網(20メッシュ、40メッシュ、100メッシュ)、雑誌、ものさし、ストップウォッチ、分度器、スポイト、板、油性ペン、鉛筆



写真1 実験に使った道具

実験1 紙やすりを用いた撥水性のちがいを調べる

方法 写真2のように板に紙やすりを貼り付け、雑誌を用いて角度のついた坂のような実験装置を作った。この時坂の角度は分度器で 45° になるように固定

した。次に、紙やすり上に 25cm の距離をはかり、やすり上に印をつけ、水を流す距離とした。さらに、スポイトで水を 0.3ml とり、やすり上につけた印から一気に流し、25cm 流れるのにかかった時間をストップウォッチで計った。



写真2 実験1の実験装置を横から見た様子

結果 実験1は、練習のため何回か水を流していたら紙が曲がってしまったため測定結果なしとなった。

この紙やすりは耐水性でなかったため、水を流していると水を吸って曲がってしまった。このまま実験を続けることはできないと判断し、改良を重ねて実験2とした。

実験2 耐水紙やすりを用いた撥水性の違いを調べる

方法 写真 3,4 のように板に耐水紙やすりを貼り付け、雑誌を用いて角度のついた坂のような実験装置を作った。この時坂の角度は分度器で 45° になるように固定した。次に、撥水紙やすり上に 25cm の距離をはかり、やすり上に印をつけ、水を流す距離とした。さらに、スポイトで水を 0.3ml とり、やすり上につけた印から一気に流し、25cm 流れるのにかかった時間をストップウォッチで計った。



写真3 実験2の実験装置を横から見た様子



写真4 実験2の実験装置を上から見た様子

結果 実験2の結果は以下の表2のようになった。

表2 実験2の測定結果

	#60	#100	#500
実験回数 (回)	かかった時間(s)	かかった時間(s)	かかった時間(s)
1	2.6	1.88	0.6
2	3.34	1.1	0.82
3	2.83	1.84	0.45
4	2.04	2.49	0.3
5	2.75	2.11	0.36
6	2.92	1.45	0.58
7	1.78	1.81	0.5
8	3.01	2.46	0.57
9	2.9	2.45	0.42
10	2.24	2.21	0.65
平均	2.641	1.98	0.525

ここで#60,#100,#500 はやすりの目のあらかの番手を表す。

考察 実験2から、前に予想した通り目のあらい(やすりの番手が小さい)ものほど水が流れるのに時間がかかることが確かめられた。しかし、ここで実験に用いたのは、耐水性の紙であり、摩擦の影響があるのではないかと考えたため、実験3ではステンレス金網を用いて、穴の大きさの違いによる撥水性の違いを観察した。

実験3 ステンレス金網を用いた撥水性の違いを調べる

方法 写真 5,6 のように板にステンレス金網を貼り付け、雑誌を用いて角度のついた坂のような実験装置を作った。この時坂の角度は分度器で 45° になるよ

うに固定した。次に、ステンレス金網上に 20cm の距離をはかり、印をつけ、水を流す距離とした。さらに、スポイトで水を 0.3ml とり、ステンレス金網上につけた印から一気に流し、20cm 流れるのにかかった時間をストップウォッチで計った。



写真5 実験3に用いたステンレス製金網



写真6 実験3の実験装置を上から見た様子

結果 実験3の結果は以下の表3のようになった。

表3 実験3の測定結果

	20メッシュ	40メッシュ	100メッシュ
実験回数 (回)	かかった時間(s)	かかった時間(s)	かかった時間(s)
1	0.54	0.32	0.33
2	0.5	0.32	0.38
3	0.41	0.39	0.38
4	0.43	0.37	0.43
5	0.46	0.55	0.4
6	0.5	0.32	0.32
7	0.6	0.41	0.32
8	0.61	0.38	0.3
9	0.55	0.4	0.31
10	0.68	0.42	0.32
平均	0.528	0.388	0.349

ここで20メッシュ、40メッシュ、100メッシュはステンレス金網の目の密度を表す。

考察 実験3から穴が小さいものほど撥水性が良いということが確認された。

以上実験1,2,3から、撥水性を高めるためには実験2から目の細かいものが、実験3からは布に開いている穴が小さいものが良いということが予想できる。

実際にゴアテックス膜について調べてみると、ゴアテックスの膜は表生地、

GORE-TEX メンブレン、裏地の3層構造からなっており、GORE-TEX メンブ

レンは1平方センチあたりに90億個の小さな穴を持ち、その穴が水滴よりも

はるかに小さく、水蒸気の分子よりもはるかに大きいため、水は通さず、汗の

湿気を外に放出することができるようだ。ウエアが濡れて、湿った状態であるウェットアウトを防ぐために、GORE-TEX 表生地には、撥水ポリマーを使ったDWRと呼ばれる非常に薄い加工が施されている。DWRは繊維に浸透し、生地表面の表面張力を低下させる。これにより水は水玉状になり、生地表面を転がり落ちる。つまり、実際に製品とする際には撥水性が良いだけではダメで、表面張力を低下させて弾いた水滴がウエアに残らないようにしなければならないということがわかった。

参考文献

<https://www.fia-sims.com/p40-interface-science.html>

<http://www.asics.com/jp/ja-jp/Special/GORE-TEX>

<https://www.gore-tex.jp/technology/gore-tex-membrane>

<https://www.gore-tex.jp/technology/gore-tex-laminate>

http://www.geocities.jp/chonai_yama/catalog/goretex.html

<https://www.gore-tex.jp/support/restoring-water-repellency>