

濡れた紙をきれいに乾かす方法

How to dry wet paper cleanly

Abstract

A wet paper dries and shrinks. Then it wrinkles. We are all familiar with paper. However, needless to say, books saved for a long time and required documents are so important. So, we need to find a way to dry them more beautifully. In this study, we are going to research how various types of papers dry and look for ways to keep their original shape neatly by using different drying methods.

1. はじめに

書類や教科書をうっかり濡らしてしまった経験は誰にでもあるものだろう。濡れた紙は乾くと、しわが寄ってきれいな状態には戻らない。これは、紙を構成するセルロース（図1）同士の水素結合の間に水分子が入り込み、乾燥時に抜けることで最初とは異なる結合ができることが原因である。この研究では、濡れた紙を元の形に近い状態で乾かす方法を見つけることを目標とした。

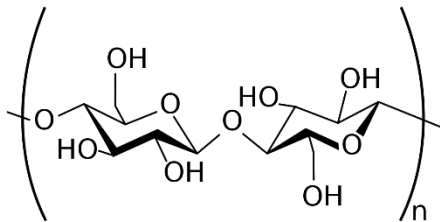


図1 セルロース

2. 研究方法

実験1

まず紙にどのようなしわが形成されるのかを観察するため、さまざまな種類の紙を水に浸し自然乾燥させる実験を行った。

使用した紙

画用紙・コピー用紙・ファックス用紙・障子紙・懐紙・新聞紙（印刷されていない部分）・トレーシングペーパー

手順

1. 使用する紙を一辺 10 cmの正方形に切って種類と紙の目の方向を記入する。
2. それぞれの紙について、顕微鏡で紙の繊維を観察する。
3. バットに水を 2 cm程度張り、紙を全体が沈むようにつける。
4. 紙をかごの上に並べ、通気の良い室内で 1 週間放置する。
5. 目視でしわの様子を確認し、顕微鏡で紙の繊維を観察する。

実験 2

次に、乾かし方を変えてしわの寄り具合を観察するため、同じ種類の紙を乾かし方を変えて乾燥させる実験を行った。

使用した紙

一辺 15 cmの正方形で両面白の折り紙

手順

1. バットに水を 2 cm程度張り、紙を全体が沈むようにつける。
2. 下記の乾かし方で乾かし、時間のかかるものはそのまま 1 週間放置する。
3. 目視でしわの程度を観察する。

実験した乾かし方と概要

(1) 自然乾燥

実験 1 と同様にかごに並べて通気の良い部屋に放置する。

(2) ドライヤーで乾燥させる・アイロンをかけて乾燥させる

熱を加えて水を蒸発させる。どちらもこの手順のみで乾かし、放置はしない。

(3) 大根おろしを乗せる

大根をおろし金でおろし、目の粗い布で搾る。その大根おろしの搾り汁を乗せて 1 分ほど放置し、軽く洗い流したのちかごに並べて乾燥させる。大根おろしに含まれる酵素の影響でセルロースの一部が分解される。

(4) 冷凍してから乾燥させる

紙を濡れたまま冷凍庫に入れ、取り出した後室温で解凍されないうちに素早く乾燥させる。

(5) 水分をふき取る

軽く水を切った後、障子紙に挟んで水を吸わせ、障子紙が湿ったら新しい紙に変えて繰り返す。

(6) 高吸水性樹脂または米と一緒にジッパー付き袋に入れる

高吸水性樹脂は綿状のものを使用。ジッパー付き袋に入れた後チャックを閉めて密閉する。

(7) ジッパー付き袋に入れる

完全に密閉するものと少し隙間を開けるものに分けた。

(8) 重しを乗せる

別の紙に挟んだ後分厚い本に挟み、さらに上から重しとなる本を置いて放置する。

実験 3

紙のしわのでき方を比較するため、1枚ではなく、同じ条件の複数枚の紙を重ね厚みを計測する。

使用した紙

一辺 15 cm の正方形で両面白の折り紙

手順

1. バットに水を 2 cm 程度張り、紙を全体が沈むようにつける。
2. 下記の乾かし方で乾かし、時間のかかるものはそのまま 1 週間放置する。
 - (1) 自然乾燥
バットに並べ、通気の良い室内に放置する。
 - (2) 重しをのせる
水分を吸わせるため障子紙を間に挟んで、上に重しをのせる。
3. 紙を重ねて厚みを計測、比較する。

3. 実験結果

実験 1

紙によってしわのでき方に大きな差はなかった。また、しわの方向は繊維の方向と同じになっている場合が多かった。水につける前後で紙の繊維に目立った変化はなかった。

実験 2

全体的にしわの程度に大きな差がなかった。最もしわが少ないように見えたのは重しを乗せたものだった。最もしわが激しかったのはドライヤーで乾燥させたものだった。また、冷凍してから乾燥させる予定だったサンプルは実験の実施が夏であったこともあり乾燥前に氷が溶けたため結果が得られなかった。

実験 3

(1) の厚みは 36mm で、(2) の厚みは 13mm であった。最初の濡らしていない紙は 1mm であった。それぞれ 15 枚ずつ重ねて計測した。

4. 考察

しわの方向が紙の目と同じ方向になったことから、紙は繊維と垂直な方向に伸びやすく、繊維の伸びている方向には伸びにくいのではないかと考えられる。しかし、しわの方向を目視で確認できるものと、できないものがあったが、その差の原因は紙の種類という仮説に留まる。また、紙を水につける前後で紙の繊維に光学顕微鏡で観察できるスケールの変化は生じなかった。実験2においてドライヤーを用いて急速に比較的高温で乾燥させたサンプルは自然乾燥よりもしわが激しかったことから、紙を急激に乾燥させる、あるいは高温で乾燥させるとしわや波打ちの程度が大きくなるのではないかと考える。しかし、紙のしわを抑える方法として重しなどの物理的な工夫以外に明らかな効果を示したものはなかった。

5. 今後の課題

この研究において最大の課題は、紙のしわの程度を評価する方法が目視であるということである。この課題を解消すべく、いくつかの方法でしわを定量的に評価することを試みた。その一つが、乾燥後の紙をコピー機の上に乗せ、ふたを閉めずにコピーすることでしわによってできた影を識別しやすくするというものである。この方法で一部影が映ったものもあったが、ほとんどはコピー機の光を正面から当てることによって影がなくなっていた。これと似たような方法として画像処理も検討したが、画像を撮影するときの条件をそろえるのが難しく、必要な技能も多いため断念した。また、紙の縮みを測定する方法も試した。実験に使用した折り紙はサイズがそろっているため一辺の長さを測定すればよいはずだったが、波打っていて測定が難しく、縮みが予想より小さかったためほとんど差が出なかった。実験3にて紙の厚みを測ることでしわの差を数値化することができたが、時間が足りず、自然乾燥と重しをのせるという2つの条件を比較するに留まった。

6. 参考文献・URL

紙の基本講座 知っておきたい紙の基本知識、株式会社TTトレーディング、2007年
水が紙に及ぼす影響、静岡県立科学技術高等学校 佐藤良亮、法月秀斗、曾根拓巳、青藤郁哉