

続・水没ノートを復活させよ！

三鷹市立高山小学校 6年 柴田 愛莉

1. 研究の動機

昨年「水没ノートを復活させよ」の研究をして、ノートや本を濡らしてしまった時は、「ある程度水分を蒸発させた状態で、おもしろに乗せる」方法がもっともよいこと、また一度濡れた紙は完全には元に戻らないことがわかった。紙についてもっと深く調べたいと思ったので、今年も紙をテーマに研究を行う。

2. 調べたい事

昨年の研究から、どのような乾かし方をしても、完全には元通りにならないことが分かったが、紙はなぜ水で濡れてしまったら完全に戻らないのかを、もう少し詳しく調べたい。紙の博物館に行き、紙には「目」があることがわかったので、紙の「目」と、濡れると元に戻らないことに関係があるか調べたい。

3. 研究の方法

次の10種類の紙を用意して、以下の実験・観察をする。

- ①コピー用紙 ②新聞紙 ③画用紙 ④わらばん紙 ⑤ノート（写真上段左から）
⑥チラシ ⑦ダンボール ⑧牛乳パック ⑨キッチンタオル ⑩半紙（写真下段左から）

★【実験1】10種類の紙を小さくちぎり、「濡れる前」と「濡れた後」の切り口を顕微鏡で観察

- ・10種類の紙の目の方向を揃えて、紙を破り、切り口を露出させる
- ・水をスポイト2滴分垂らして観察する

★【実験2】10種類の紙を5分間プールに浸し「濡らした直後」と「自然乾燥後」のサイズを比較

- ・10種類の紙を200mm×200mmの正方形に切り、真ん中に円を描く
- ・紙の縦目・横目をちぎってみて確認し、縦目方向に付箋をはる
- ・5分間プールの水につけた後、縦・横の長さを測り、円が歪んでないかを確認する
- ・自然乾燥させた後、再度、縦・横の長さを測り、円が歪んでないかを確認する



4. 予想

【実験1】水に濡れる前の紙は、繊維がだいたい同じ方向から出ているのが観察できると思う。紙を濡らすと、繊維は色々な方向に向くと思う。

【実験2】紙の目の方向によって、違いがあるのではないかと。水をよく吸いそうな紙（②④⑥⑨⑩）は縦も横も伸びると思う。水をやや吸いにくい紙（①③⑤⑦）は、縦だけか横だけが伸びると思う。⑧牛乳パックは、水を弾く特別な加工がしてあるため、縦にも横にも伸びないと思う。また、紙に描いた円の変化については、紙が伸びた分だけ、伸びた方向に円の形が歪むと思う。

5. 結果

★【実験1】10種類の紙を小さくちぎり、「濡れる前」と「濡れた後」の切り口を顕微鏡で観察

※横方向にちぎった紙を使って観察した。

①コピー用紙 A		②新聞紙 B		③画用紙 A		④わらばん紙 B		⑤ノート A	
濡れる前	濡れた後	濡れる前	濡れた後	濡れる前	濡れた後	濡れる前	濡れた後	濡れる前	濡れた後
⑥チラシ B		⑦ダンボール B		⑧牛乳パック C		⑨キッチンタオル B		⑩半紙 B	
濡れる前	濡れた後	濡れる前	濡れた後	濡れる前	濡れた後	濡れる前	濡れた後	濡れる前	濡れた後

- 濡れる前：3グループに分けられた。**A.** フワフワわたあめ・・・繊維が綿のように見える **B.** けばけば繊維・・・太めの繊維の線が見える **C.** その他
- 濡れた後：水で濡れることによって繊維が太くなったように見えた。水滴がつくとますます「わたあめ」のよう。繊維の方向自体は、変わらなかった。

★【実験2】10種類の紙を5分間プールに浸し「濡らした直後」と「自然乾燥後」のサイズを比較

※1回目は直径37mmの円を描いたが、円の形の変化がほぼ見られなかったため、2回目の実験では円を大きくしてみた。

《5分間濡らした直後》

番号	浸水の様子	1回目			2回目		
		縦の長さ	横の長さ	円(37mm)	縦の長さ	横の長さ	円(178mm)
①コピー用紙	周りの方からだんだん水がしみてきた	200mm	202mm	変化なし	200mm	204mm	変化なし
②新聞紙	入れた瞬間に全面が濡れた	199mm	206mm	変化なし	200mm	207mm	変化なし
③画用紙	周りの方からだんだん水がしみてきた	200mm	200mm	変化なし	201mm	203mm	変化なし
④わらばん紙	入れた瞬間に全面が濡れた	198mm	205mm	変化なし	200mm	205mm	変化なし
⑤ノート	水面にあたってない側は、ほとんど濡れなかった	200mm	203mm	変化なし	202mm	203mm	変化なし
⑥チラシ	まだらに水が染みていき、最後に全体にしみた	200mm	202mm	変化なし	201mm	205mm	変化なし
⑦ダンボール	紙がそった。3つの紙にバラバラに分かれた	200mm	203mm	変化なし	198mm	204mm	変化なし
⑧牛乳パック	ずっと浮いていた	200mm	200mm	変化なし	200mm	200mm	変化なし
⑨キッチンタオル	周りからだんだん水がしみてきて、底に沈んだ	220mm	200mm	横長の楕円形?	207mm	205mm	変化なし
⑩半紙	すぐに全面に水が染み込んだ	200mm	200mm	変化なし	203mm	203mm	変化なし

《自然乾燥後》

番号	1回目			2回目		
	縦の長さ	横の長さ	円(37mm)	縦の長さ	横の長さ	円(178mm)
①コピー用紙	199mm	198mm	変化なし	199mm	198mm	変化なし
②新聞紙	198mm	199mm	変化なし	199mm	200mm	変化なし
③画用紙	198mm	199mm	変化なし	199mm	200mm	変化なし
④わらばん紙	197mm	199mm	変化なし	198mm	198mm	変化なし
⑤ノート	199mm	199mm	変化なし	199mm	199mm	変化なし
⑥チラシ	198mm	199mm	変化なし	199mm	200mm	変化なし
⑦ダンボール(ライナ)	197mm	199mm	変化なし	198mm	205mm	変化なし
⑧牛乳パック	200mm	200mm	変化なし	200mm	200mm	変化なし
⑨キッチンタオル	195mm	196mm	変化なし	196mm	195mm	変化なし
⑩半紙	198mm	196mm	変化なし	199mm	197mm	変化なし

- 1) 水に濡らした5分後、縦または横のどちらかが伸びた紙は、10種類中9種類。(⑧牛乳パック以外)
- 2) 水に濡らした5分後、縦または横のどちらかが縮んだ紙は、②新聞紙、④わらばん紙、⑦ダンボール。
- 3) 乾いた後、縦または横の縮んだ紙は10種類中9種類で(⑧牛乳パック以外)、ほとんどが、縦横両方とも縮んだ。
- 4) 円の変化は、1回目の実験でほとんど分からず、2回目の実験で、急きょ円を大きくしてみたが、やはり変化が分からなかった。

※ダンボールは水に5分濡らすと、3つのパーツに別れたため、一番上の紙(ライナ)を計測した。

6. 考察

【実験2】から、紙の「濡れると伸び、乾くと縮む」という性質を確認できた。また、横の方が、伸び縮みが大きいこともわかった。【実験1】の結果、B. けばけば繊維グループに属している紙(②④⑥⑦⑨⑩)が、比較的この性質がよく現れていた。⑤ノートは、A. フワフワわたあめに属していて、Bよりはやや伸びが小さかったが、最大3mm伸びていた。A(①コピー用紙、③画用紙、⑤ノート)には、水が染みにくい加工がしてあるのかもしれない。また、水に濡らしたにも関わらず、縦が縮んだケース(②新聞紙、④わらばん紙、⑦ダンボール)があったが、これは、横が大きく伸びたために、縦の目が引っ張られて縮んだと推測される。

最も伸びて最も縮んでいるのが、⑨キッチンタオル。このことから、伸びる長さが長くなると、紙の「濡れると伸び、乾くと縮む」という性質が大きくなるのではないかと考えられる。なお、キッチンタオルだけが縦に大きく伸びたが、理由は不明。

残念ながら、紙の中央に円を描いて、形の変化を調べようとした実験は、目視ではほとんど分からなかった。次にやるなら、ギザギザの★のスタンプなどを使うのが良いかもしれない。

7. 研究のまとめ

濡らしたノートが「完全には元に戻らない」のは、「濡れると伸び、乾くと縮む」紙が、縦横同じように伸び縮みするのではなく、横方向の伸び縮みが大きいのが1つの原因だとわかった。昨年の実験の際、ノートの下部の小口(断面)がなみなみになってしまっていたが、これは濡れた際に、特に横に伸びやすいため、縮むときに、横方向のなみなみができてしまったということがわかり、なるほどと思った。紙が濡れると繊維が太くなって、繊維の並び方が変わってしまい、完全に最初の並び方には戻れないことも原因の1つだった。縦目だけの紙がもしできたら、とても強い紙になるはずだが、そんな機械は開発できないのだろうかと考えた。リサイクルもできて、環境に優しい「紙」という素材がもっと社会で活用されるように、みんなにも紙の良さを知ってもらいたい。

8. 参考文献

- 『紙の大研究③紙をつくろう』 渡部 国夫 (監修)、高岡 昌江 2004年 岩崎書店
 『紙の不思議』 2000年 財団法人紙の博物館
 『たのしい科学あそび 新聞紙の実験』 立花愛子 1999年 さ・え・ら書房