

再生紙の作成とその利用価値について

1. 研究の要旨

わら半紙、コピー用紙の二種類の紙を用いて、再生紙を作成し、それぞれ強度(引っ張る力に対する強さ、折り曲げに対する強さ)や特性(表面の質感、水への耐性)を分析し、その結果から、より効率的な活用方法を見出す。

2. 動機

私は、昨今よく耳にする SDGs について何か研究したいと思っていたのだが、ちょうど SSH 課題研究という場が設けられたこと、小学生の頃に行った自由研究のことを思い出し、このような実験をしようと思い立った。(この課題は、SDGs の“12.作る責任 使う責任” “15.陸の豊かさも守ろう”に関係する点がある。)

3. 仮説

どのような紙でも一様に、再生を行うと力に対して弱くなり、紙の特徴(水への強さや滑らかさ)も低下する。

4. 実験

再生紙を作るために使用したもの	・わら半紙 ・コピー用紙 ・のし棒 ・キッチン用水切りネット(ストッキングタイプ) ・ペットボトル ・A4 の書類ケース ・下敷き ・ドライヤー
実験に使用したもの	・クリップ ・ペットボトル ・ひも

手順

再生紙を作る

- ①ペットボトルに紙を細かくちぎって水とともに入れ、よく振って繊維を抽出する。
- ②書類ケースに水切りネットをぴんと張り(二枚ほど)、その上に①をなるべく平らにならし出し、乾かす(以下これを”紙の素”とする)。
- ③ある程度水が切れたら、紙の素を下敷きに移し、タオルを掛け、その上からのし棒で均一にならす。
- ④ドライヤーで乾燥させる。
- ⑤できた再生紙の切れ端を用いて同じ工程を繰り返し、二回再生したものも作成しておく。

実験

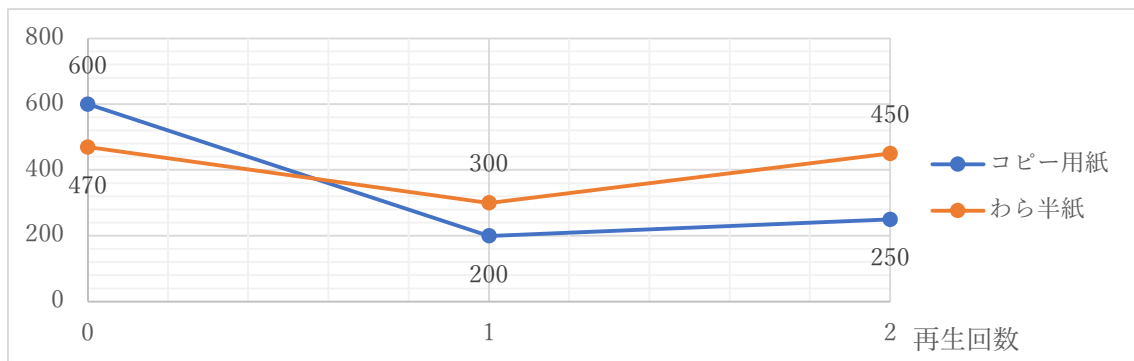
- ①横 2cm 縦 6cm のテープ状に再生紙を切っておく。
- ②図 1 (本論文最後のページに記載)のような装置を組み立て、クリップを再生紙の一端に固定する。
- ③下のペットボトルのコップに水を静かに注ぎ入れ、入ってからテープがちぎれるまでにコップに入った水の量を計測する。

観察

- ①再生紙の表面の質感や硬さについて、指で触って確かめる。(観察：質感)
- ②折り曲げてちぎれやすさを確認する。(観察：折り曲げ)
- ③水にぬらし、再生紙の表面の質感や硬さについて、指で触って確かめる。(観察：濡れた時の質感)
- ④水にぬらし、折り曲げてちぎれやすさを確認する。(観察：水にぬれた時の折り曲げ)

5.結果

実験



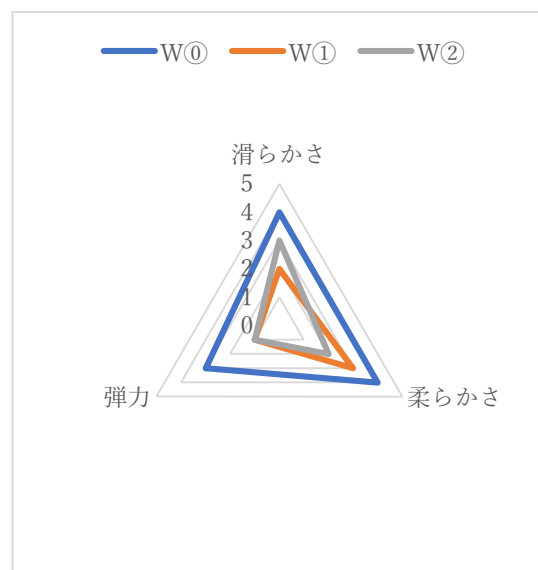
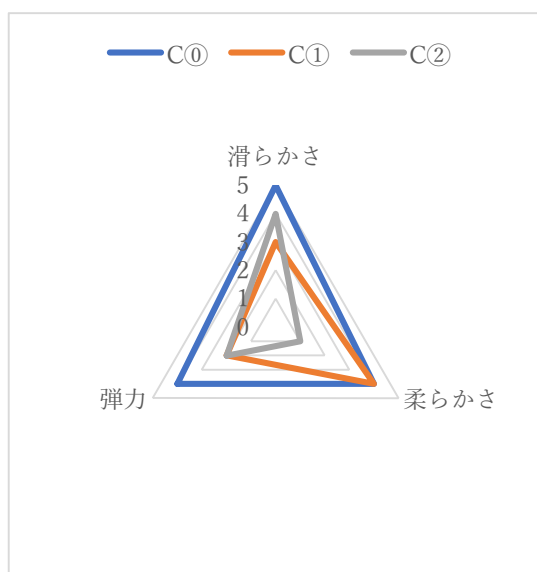
※耐荷重は[g]、再生回数は[回]

観察

観察：質感の結果

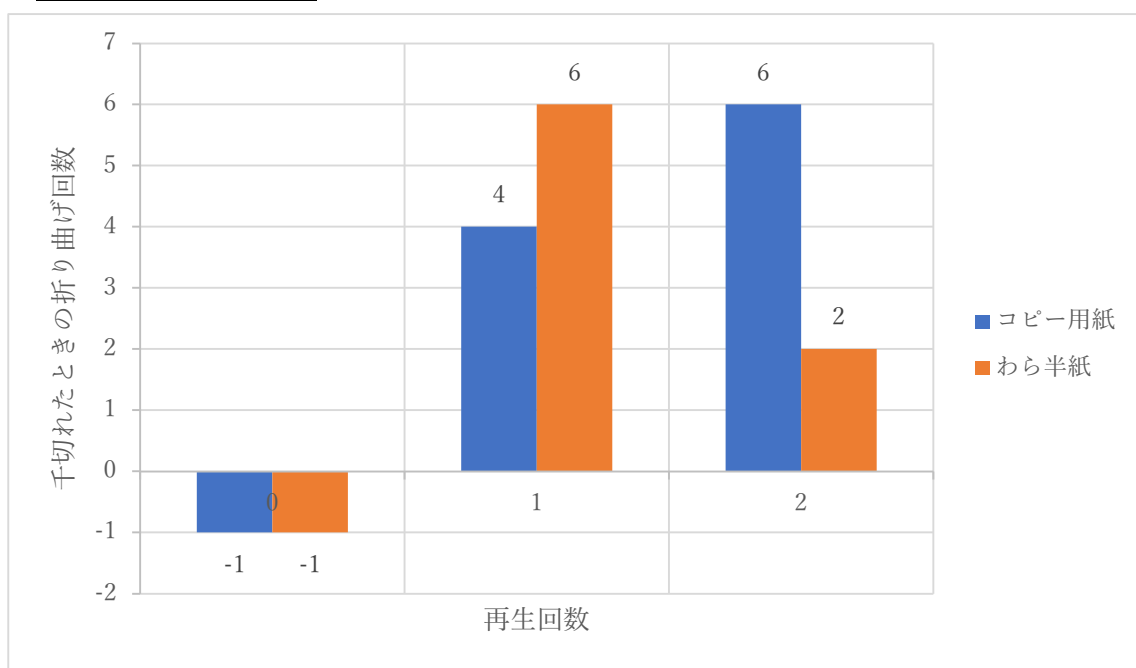
※C①などはC(コピー用紙)に1回再生の手順を施したものを表す。

※滑らかさ、弾力、柔らかさは数字が大きくなるほど、より滑らかに、よりしなやかに、より柔らかくなるものとする。それぞれの数値は最も大きいもの、小さいものの程度から相対的につけている。



C①	滑らか しなやかである程度の弾力 がある	W①	少しざらついている しなやかで弾力はあまりな い
C②	元よりは少しざらつしてい る 柔らかく、弾力はほぼない	W②	ざらついている 柔らかく、弾力はほぼない
C③	C②よりはなめらかである C②より硬く、弾力はほぼ ない	W③	W②よりはなめらかである W②より硬く、弾力はほぼ ない

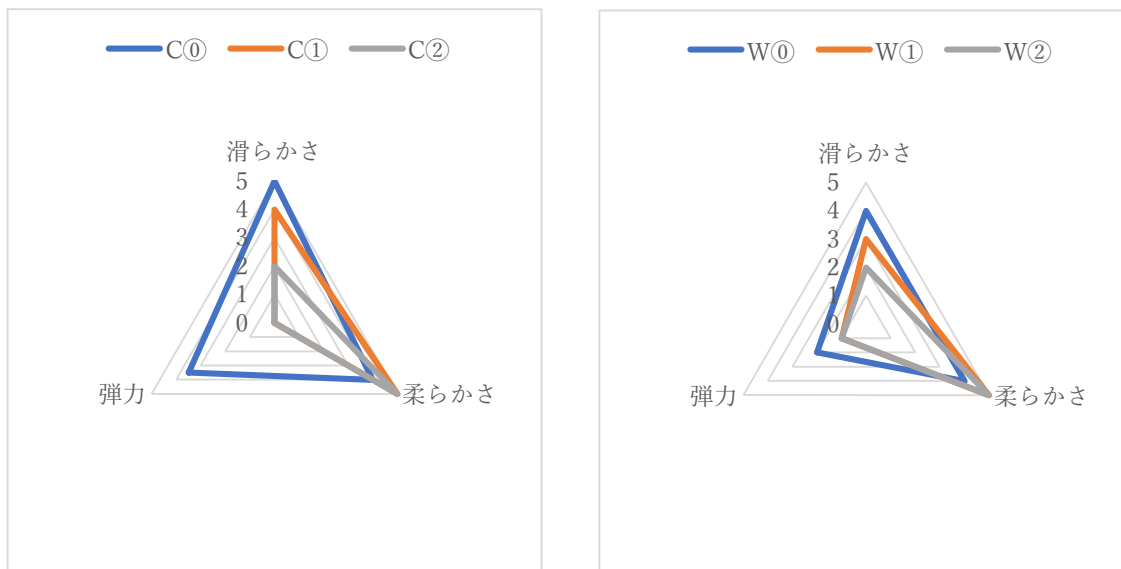
観察：折り曲げの結果



※千切れたときの折り曲げ回数、再生回数はともに[回]、千切れたときの折り曲げ回数が-1は、何度折り曲げても千切れなかったことを示す。

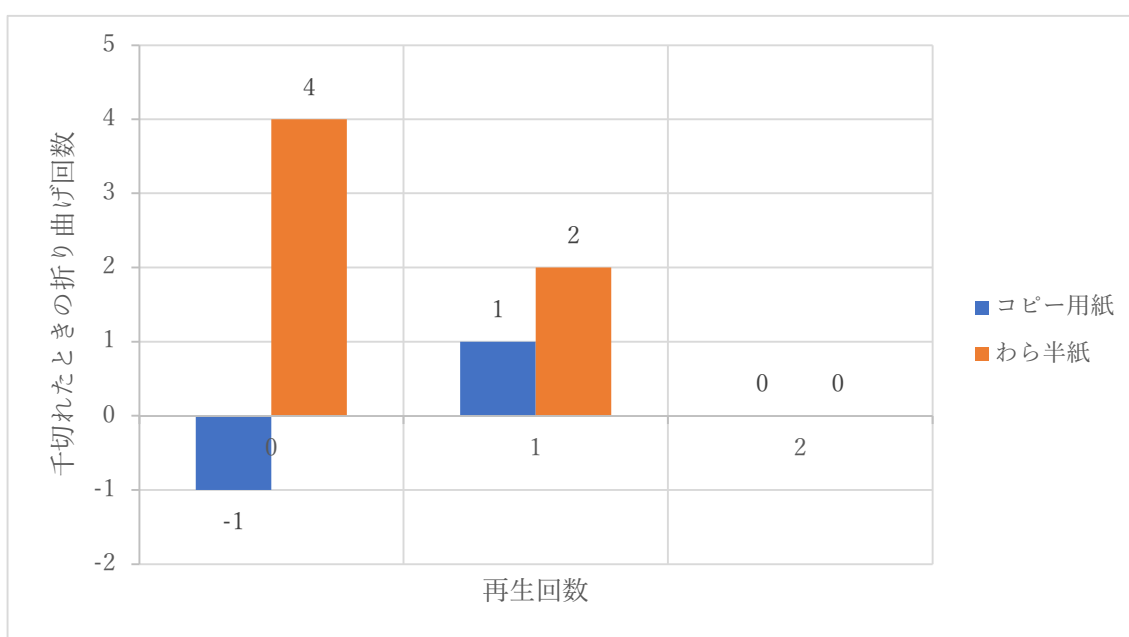
C①	何度折り曲げても千切れな い	W①	何度折り曲げても千切れな い
C②	二、三度折り曲げただけで はちぎれないが、四、五度 行くと千切れる	W②	五回ほどなら折り曲げても 千切れませんがそれ以上行 くと千切れる
C③	五回ほどなら折り曲げても 千切れませんがそれ以上行 くと千切れる	W③	一度折り曲げただけではち ぎれないが、二、三度行 くと千切れる

観察：濡れた時の質感の結果



C①	滑らか しなやか、弾力は通常時よ りは劣るがある	W①	少しざらついている しなやか、弾力はあまりな い
C②	元より少しざらついている 非常に柔らかく、弾力は全 くない	W②	ざらついている 非常に柔らかく、弾力は全 くない
C③	かなりざらついている 非常に柔らかく、弾力は全 くない	W③	かなりざらついている 非常に柔らかく、弾力は全 くない

観察：水に濡れた時の折り曲げの結果



C①	何度折り曲げても千切れな い	W①	四度ほど行くと脆くなって 千切れる
C②	一度折り曲げるだけで千切 れる	W②	二度ほど折り曲げると千切 れる
C③	動かすと崩れる	W③	動かすと崩れる

6.考察

実験より、

- ・一回だけ再生するともとより引く力に弱くなるのは、紙の繊維がよくほぐれないまま繊維が再び固まったり、繊維が細かくちぎれたりして、紙の繊維が均一でないためである。
- ・二回再生すると一回目より強くなるのは、繊維がよくほぐれたり、全体的に繊維が細かくなったりしたことで紙の繊維が均一になったためである。
- ・元の紙によって再生紙の強度は大きく変化する。

ということが考えられる。

観察より、

- ・一回だけ再生すると、もとより柔らかくなり、表面は少しざらつくようになるが、これは繊維が細かくなったことや固まったままの繊維が残っているからである。
- ・二回再生すると、繊維がほぐれ、より細かく千切れることで、紙の繊維が均一になるためである。
- ・折り曲げに対する強さも、繊維の均一の違いである。
- ・水につけてから①、②を行うと、再生を繰り返したほうが弱くなっているため、水への耐性は再生を繰り返す度に弱くなっていく。

ということが考えられる。

7.結論

以上の結果より、仮説「どのような紙でも一様に、再生を行うと力に対して弱くなり、紙の特徴(水への強さや滑らかさ)も低下する。」は間違いであり、実際には、「再生の過程で紙の繊維をよくほぐすと、同時に紙の繊維が千切れていき、それによって再生紙の強度は低下する。また、再生による繊維の劣化により、紙の特徴は低下し、特に水への耐性は著しく低下する。この変化はもとになる紙の種類によってある程度の左右はある。」であると判断できる。

作り出したばかりのきれいな紙は書類など何かを書き記すようなものに使用するのがよい。再生をするとだんだん紙の品質が落ちていくため、書き記すことには向かない。一回目の再生の時点ならば、厚紙、トイレットペーパーの芯、段ボールなど、ある程度固めて強度を持てるようなものに加工するのがよいだろう。これ以上再生すると固めてもまと

もな強度は得られないと思うので、ティッシュペーパーやトイレットペーパーなど、完全に使い捨てのものに加工するのがよいだろう。

これらの活用を実際にできるようにするには、古紙のリサイクルや段ボールを資源ごみとして廃棄することが大事になる。科学技術の進展や発見も大事だが、我々大衆の正しい理解や行動も非常に大事である。

図 1：実験に用いた再生紙の強度実験装置

