

軽い紙を作る

2613 川崎蓮佳 2525 早川紗雪 2615 黒柳美星 2634 前田澪

鞆の重さによる肩への負担を軽減するために紙を軽くすることを目的とし、紙の元となるパルプの製作過程に注目して条件を変化させパルプを製作した。繊維の接着を担うリグニンをできるだけ取り除くことで純粋な繊維を取り出し、紙の質量を小さくできると考えた。パルプは、塩基性の水溶液で原料を加熱して製作する。この過程で原料を加熱する時間、薬品、原料の種類を変化させ実験を行った。加熱する時間によって繊維の分離のしやすさは変化しない、弱塩基よりも強塩基の水溶液で加熱するとより繊維が分離しやすくなる、木材よりもイネ科植物の方が繊維は分離しやすくなるという結果を得られた。

キーワード パルプ リグニン セルロース ヘミセルロース

1. 目的

パルプを製作する際の加熱時間、薬品の種類、原料の種類と紙の質量の関係を明らかにする。

2. 仮説

紙は木材をはじめとする植物から作られている。パルプを製作する過程では、繊維であるセルロースとヘミセルロースを固める接着剤の役割をしているリグニンを塩基性の薬品で加熱して取り除いている。このことから、リグニンを多く除去できると柔らかいパルプとなり、純粋な繊維を取ることができ、軽い紙を製作できると考えたため、次の仮説を立てた。(1)加熱時間が長いほど紙は軽くなる。(2)使用する薬品の塩基性が強いものほど紙は軽くなる。また、原料によって繊維の性質が異なると考え、(3)原料を変えることで紙は軽くなる。

3. 使用した器具・材料

器具：

メスシリンダー、金網、ガスバーナー、三脚、電子天秤、ビーカー、葉さじ、ガラス棒、チャッカマン

材料：

おがくず（木曽ヒノキ）、メヒシバ、純水、炭酸水素ナトリウム、水酸化ナトリウム

4. 実験の手順

実験 1

仮説(1)について木材を加熱してパルプを作る

際、加熱時間によってパルプの様子に変化がみられるか調べる。

・以下の条件で加熱して、パルプを作成する。

パルプ A 1 時間、炭酸水素ナトリウム水溶液 (0.66mol/L・500mL)、木曽ヒノキ (25.0g)

パルプ B 2 時間、炭酸水素ナトリウム水溶液 (0.66mol/L・500mL)、木曽ヒノキ (25.0g)



図1 木曽ヒノキ

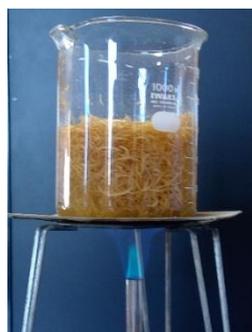


図2 パルプ A



図3 パルプ B

- ・加熱後水道水で洗う。
- ・加熱後のパルプ A、B の様子を比べる。

実験 2

仮説(2)について木材を加熱してパルプを作る際に使用する薬品の種類によってパルプの様子に変化がみられるか調べる。

- ・以下の条件で加熱して、パルプを作成する。
パルプ C 1 時間、水酸化ナトリウム水溶液 (3.0mol/L・500mL)、木曾ヒノキ (25.0g)

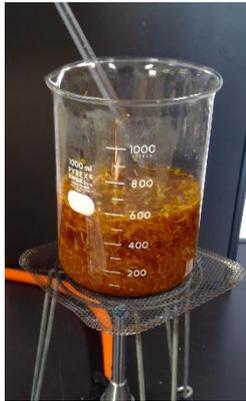


図 4 パルプ C

- ・加熱後水道水で洗う。
- ・加熱後のパルプ A、C の様子を比べる。

実験 3

仮説(3)についてパルプにする木材の種類によってパルプの様子に変化がみられるか調べる。

- ・以下の条件で加熱して、パルプを作成する。
パルプ D 30 分、水酸化ナトリウム水溶液 (3.0mol/L・500mL)、メヒシバ (25.0g)
- ・1 時間煮る予定だったが、すぐに柔らかくなったため 30 分で切り上げた。



図 5 メヒシバ



図 6 パルプ D

- ・加熱後水道水で洗う。
- ・加熱後のパルプ C、D の様子を比べる。

5. 結果

表 1 加熱後のパルプの柔らかさ

	A	B	C	D
柔らかさ (加熱中)	○	○	○	○
柔らかさ (加熱後)	×	×	×	○
繊維が取れたか	×	×	×	×



図 7 パルプ A

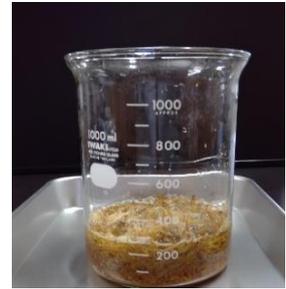


図 8 パルプ B

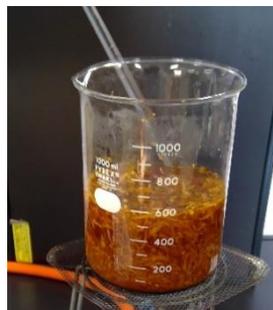


図 9 パルプ C



図 10 パルプ D

6. 考察

実験 1

- ・加熱時間によって加熱後のパルプの柔らかさはあまり変わらない。
- ・炭酸水素ナトリウム溶液の濃度が小さかった。
- ・加熱時間が少なかった。

実験 2

- ・薬品によって、加熱後の柔らかさは変化する。
- ・パルプ A よりもパルプ C のほうが柔らかくなったので、塩基性が強いほうが繊維を取れる。

実験 3

- ・原料によって加熱後のパルプの柔らかさは変化する。

・パルプCよりもパルプDのほうが柔らかくなったので、イネ科植物のほうが繊維を取れる。

実験1~3を通して

・どのパルプも繊維だけを取り出すことができなかった理由として、加熱時間が1、2時間では足りていないこと、使用した薬品の塩基性が弱かったこと、行った実験よりも高温高压で加熱する必要があることなどが考えられる。

7. 展望

・パルプA~Dで実際に紙をすいて、その質量や書きやすさを調べる。

・加熱だけでは繊維を取り出せなかったため和紙の製造工程の1つである叩解を参考にたたいて繊維を取る方法を試す。

・完成したパルプを購入し、パルプから紙を作る工程を変化させる実験を行う。

8. 謝辞

本実験にあたりご指導いただきました桑原先生、市川先生、協力していただいた小林ロクロ工房様、他皆様に感謝申し上げます。

9. 参考文献

・『ブルーバックス 紙のなんでも小辞典 パピルスからステンレス紙まで』編 紙の博物館 出版社 講談社 (2007年)

・和紙の製造工程 アワガミファクトリー
<http://www.awagami.or.jp/iroha/process/index.html> (2024年12月12日)

・紙ってなにからつくる？ 紙の原料から紙ができるまで！工場タイムス
<https://04510.jp/times/technology/article16/> (2024年12月12日)

・林野庁ホームページ
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/press/mokusan/pdf/080425-14.pdf> (2024年7月31日)

・紙と木材構造の違い
<http://www3.wind.ne.jp/a2480/4pla/2gou/9seruro/3.htm> (2024年7月31日)