

野菜で紙を作る

西大和学園高等学校 氏名 深坂亮太 藤原裕介 藤岡海登 篠原光砂希

【キーワード】 耐水紙、 植物繊維、 野菜

1. はじめに

紙は便利だが、水に紙は便利だが、水に弱い。紙の表面にコーティングが施されている耐水紙は高価なため、一般的な用途として使われることは少ない。過去に行われた開発事例[1]、[2]では紙にフィルム貼ってコーティングしているようなものが多く紙の材質にこだわっていない。現在使われている紙に注目すると、木を材料とするパルプ紙や楮などの草を材料とする和紙がある。パルプ紙と比べて和紙は耐水性が高いが、パルプ紙と和紙の大きな違いは材料だけでなく、機械による大量生産と職人による手作りという製法上の違いも挙げられる。従って和紙がパルプ紙より耐水性が高い理由を材料とは断言できない。そこで本研究では、材料以外の条件を揃えた紙を使って紙の材料と耐水性の関係を調べた。

2. 目的

「植物繊維含有率が紙の耐水性に関与している」ことを本研究の仮説とした。これに従い植物繊維含有量の異なる紙を用いて、耐水性実験を行った。

3. 実験方法

3-1 紙の作り方

本研究では以下の材料で紙を作った。

表 1 材料と植物繊維含有率

材料	植物繊維含有率
しそ	48.8%
サラダ菜	31.3%
水菜	27.9%
ほうれん草	27.6%
チンゲン菜	25.0%
キャベツ	19.1%

{*表中の植物繊維含有率は野菜から水分が全て抜けきった時の不溶性植物繊維含有率で、この値を使う理由は本研究では紙の作成の過程で材料中の水分と溶性植物繊維が抜けるためである。また植物繊維含有率は[3]より引用した。}

次の製法で紙を作った。

1. 野菜を約 1 cm に切る。
2. 切った野菜を 10% の炭酸水素ナトリウム水溶液で 30 分煮る。
3. 煮た野菜を 3 分割しそれぞれ水 50 ml と一緒にミキサーに入れる。そして{ミキサーを 2 秒 回し 1 秒止める}を 1 セットとしてこれを 50 セットする。また、10 セット毎にミキサーの蓋を開け、蓋やミキサーの側面についた野菜をミキサーの底に落とす。

この方法で紙を作った時、キャベツで作ったときのみ、黄褐色で薄い紙（「キャベツ薄」とする）と、緑色で厚い紙（「キャベツ厚」とする）の 2 種類の紙が作成された。

作成した紙を用いて、以下に示す 2 種類の実験で耐水性を評価した。

3-2 耐水性実験①

紙の吸水量を量り、その吸水性を耐水性の 1 つの指標とした。

なお実験①では、キャベツから作成した 2 種類の紙の耐水性は同じであると考えていたため、キャベツ厚の評価は行わなかった。

1. 6 種類の紙について 0.1g 片をそれぞれ 10 枚ずつ作成する。
2. 0.1g 片を水に 2 分間浸す。
3. 水に浸した紙片の質量を計測する。

3-3 耐水性実験②

紙が水に濡れた状態で、一点に力を加え紙が破れるまでの時間を耐水性の 1 つの指標とした。

1. 図 1 のように台を使って紙を挟む。
2. 重りを紙の上に置く。
3. 水を入れたビュレットのひねりを完全に開ききり、水を垂らす。
4. 紙に穴が開くまでの時間を計測する。

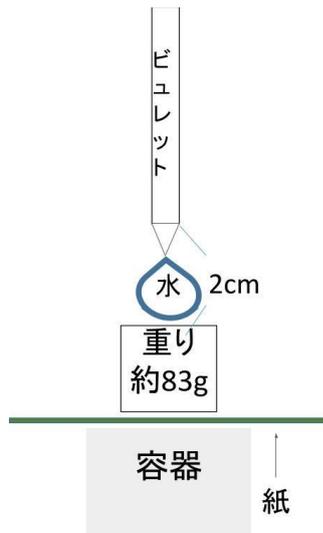


図 1 耐水性実験②の実験装置



図 2 紙を固定する様子

4. 結果

4-1 耐水性実験①

実験①で計測した各紙片の吸水量を図 3 に示す。

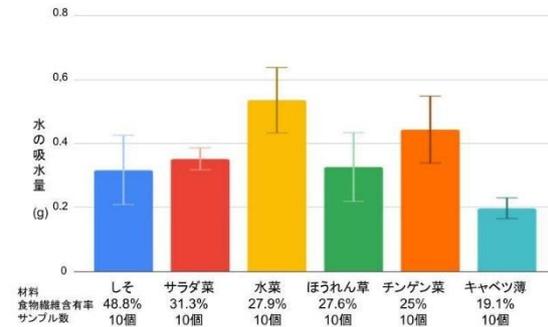


図 3 耐水性実験①の結果

棒グラフは平均値を、線の上下は標準偏差を示している

吸水量の平均は水菜が最も大きく、キャベツ薄が最も小さかった。

4-2 耐水性実験②

実験②で計測した結果を図 4 に示す。

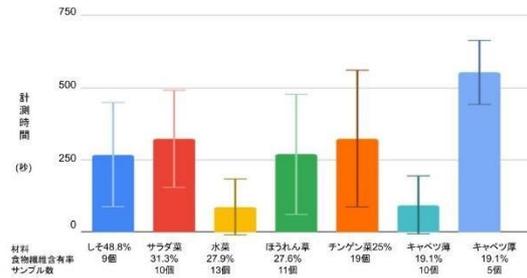


図 4 耐水性実験②の結果

棒グラフは平均値を、線の上下は標準偏差を示している

破れるまでの時間の平均は水菜とキャベツ薄が最も小さく、キャベツ厚が最も大きかった。実験②ではキャベツ厚が最も耐水性に優れている結果が示された。

5. 考察

5-1 紙の植物繊維含有率と耐水性の関係

実験①、実験②の結果から紙の耐水性と植物繊維含有量に相関は見られなかった。相関がなかったことから 2 つのことが考えられる。まず 1 つ目は植物繊維含有率の差以上に、紙の製法の差が紙の耐水性に大きく影響しているのではないかとのことである。「1. はじめに」で記した通り、和紙は普通のパルプ紙と比べて耐

水性が高い。そして和紙とパルプ紙の大きな違いは、材料と製法である。本実験では材料にしか注目しておらず、材料の差が耐水性の差とは言えなかった。そのため紙の耐水性には製法の差が大きく関わっていると考えられる。2つ目は実験精度の低さである。本研究では紙を手作業で作成していた都合上、作成の過程で紙に不純物が含まれてしまい紙の植物繊維含有量が不正確であったことや、作成した紙の厚さが不均一であったために植物繊維含有量のみと比較ができなかったことが原因として考えられる。

5-2 キャベツ紙の変化

キャベツ薄、実験①、実験②において、水に弱い傾向が見られた。色が違う原因として緑色の色素であるクロロフィルが紙を作る過程で熱を加えられたことで、抜け落ちて他の赤や黄の色素が見えやすくなったことが挙げられる。次に厚さが違う原因だが、これはキャベツの部位の内、固い部分と柔らかい部分が偏ったと考えられる。

6. まとめ

二種の耐水性実験により本実験では植物繊維は紙の耐水性にあまり影響が見られなかった。また「5-2 キャベツ紙の変化」で記したように、同じ材料で同じ製法で紙を作っても材料の野菜内の色素の変化や紙を作った際、一部の紙の材料に特定の部位が偏ったことにより、違う性質をもつ紙ができることがあった。

謝辞

実験や論文添削を手伝ってくださった先生方、TA方、ありがとうございました。これからもよろしくお願いします。

引用文献

[1]

[Henry C Staehle](https://patents.google.com/patent/US2763572A/en), Method of making waterproof paper, US5002523A, 1956.9.18,
<https://patents.google.com/patent/US2763572A/en>

[2]

[Choong M. Cho](https://patents.google.com/patent/US5002523A/en), Method of manufacturing a waterproof paper container, US2763572A, 1991.3.26,
<https://patents.google.com/patent/US5002523A/en>

[3]

文部科学省,2015年,日本食品標準成分表 2015年版(七訂),最終閲覧日 2021.10.23

https://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1365419.htm

(今回研究中使用した植物繊維含有率は

第2章 日本食品標準成分表、野菜類、

索引番号 455 キャベツ、結球葉、生、

索引番号 487 しそ、葉、生

索引番号 556 チンゲン菜、葉、生

索引番号 680 ほうれん草、葉、

通常平均、生

索引番号 692 水菜、葉、生

索引番号 737 サラダ菜、葉、生

【https://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1365297.htm】から引用した各不溶性食物繊維含有率)