

紙の変色

3601 伊藤沙優 3629 露田朋会

変色による本の劣化を防ぐため、変色の原因とその対策方法を調べることにした。原因として酸化、皮脂、紫外線の3つの仮説を立て実験を行った。酸化と皮脂の実験では思うような成果を得られなかったが、紫外線照射機を用いた実験から、変色のおもな原因は紫外線であることが分かった。今後はバイオエタノールの先行研究から硫酸法を応用し、紙の中のリグニンを取り除くことと、定量的な実験結果を得るため、変色を数値で表せるような方法を考えていきたい。

キーワード 紫外線 変色 リグニン 可視光線

1. 目的

変色による劣化で本が傷んでしまうことを防ぐために、変色の主な原因とその対策方法を見つける。

2. 仮説

以下の3つの仮説を立てた。

- ① 手の皮脂により変色する
- ② 酸化により変色する
- ③ 紫外線により変色する

3. 使用した器具・装置など

実験Ⅰ

乳化剤（バター）、紙、ゴム手袋、トレー

実験Ⅱ

純水、石灰水、変色した本、トレー、ビーカー、ラップ

実験Ⅲ

紙、紫外線照射機1、紫外線照射機2

実験Ⅳ

変色した本、酸性漂白剤（オキシクリーン）、塩基性漂白剤（キッチンハイター）、布巾、トレー、純水



図1 紫外線照射機1



図2 紫外線照射機2

4. 変色の原因についての実験

4-1. 実験方法

実験Ⅰ

仮説1を検証するために手の皮脂と成分が類似している油脂を塗布した。

- ① 紙の中央に0.1gバターを塗布する。
- ② 暗所で一週間保管する。
- ③ カラーコードを記録し、値の変化で変色したかどうかを判断する。

実験Ⅱ

仮説 2 を検証するために脱酸性化処置（ブックキーパー法）を行った。

- ① 純水 500g に水酸化カルシウム 0.715g を入れ攪拌し、しばらく置く。
- ② 上澄み液に紙を浸し、ラップで覆って暗所で1日保管する。

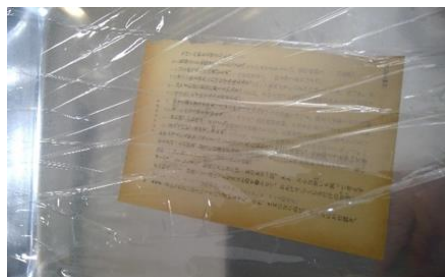


図 3 脱酸性化処置の様子

実験Ⅲ

仮説 3 を検証するために紫外線照射機を用いて実験を行った。

- ① 紫外線照射機 1 を用いて 30 分間の照射を行い、暗所で1週間保管する。
- ② 紫外線照射機 2 を用いて、1 で紫外線を照射した中性紙と新たな中性紙に約 17 時間の照射を行い、暗所で1週間保管する。

4-2. 結果

実験Ⅰ

カラーコードの値に少し変化が見られたが、天候等により撮影条件が異なっていたため、油脂が変色の原因であるとは断言できない。

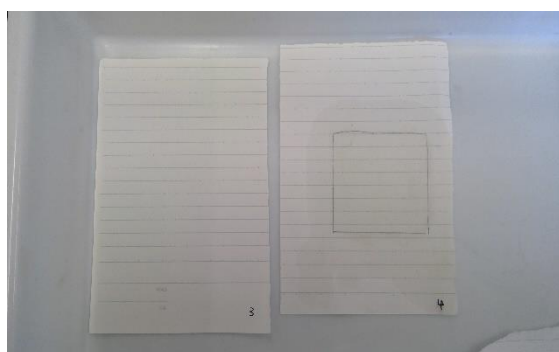


図 4 左:操作なし 右:バター塗布

実験Ⅱ

上澄み液に変色した本の色素が溶け出さず、脱酸性化処置ができなかった。

実験Ⅲ

- ① 計 15 回の照射を行った後、14 人に変色していると思うかアンケートを取ったところ、14 人全員が変色したと思うと答えた。

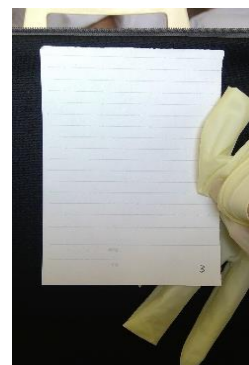


図 5 実験前

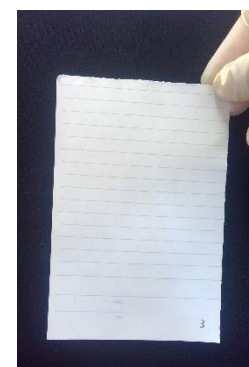


図 6 実験後

- ② 計 4 回の照射を行ったところ、中性紙に反射する可視光線の青色が、結果Ⅲ①で変色が確認された紙の色に近くなったことから、変色したと言える。



図 7 紫外線照射機 1 で変色した紙（中央）



図8 1度目の照射後



図9 4度目の照射後

4-3. 考察

実験Ⅰ

皮脂単体ではなく、複合的な条件のもとで変色が起こるのではないかと推察される。

実験Ⅱ

食酢を用いて調べたところ、使用した紙は中性紙であったため結果が出なかった。このことから、現在の本に使用されている紙はほとんどが中性紙であると判断できる。

実験Ⅲ

紙の変色は主に紫外線を原因として起こる。

4-4. 展望

参考文献より、製紙工程で取り除くことができなかったリグニンが、紫外線の光エネルギーによって変色することが分かった。過去の先行研究より、硫酸法を用いたリグニンの除去、およびリグニンが残留し

ないような紙を作る方法を模索していく。

5. 変色した本を戻す方法についての実験

硫酸法は、加工された木材には適していない実験方法であったため、変色してしまった紙を元に戻す方法を探る。

5-1. 実験方法

実験Ⅳ

酸素系と塩素系の二種類の漂白剤を使用し、変色した本の色を変化させることができるかを確認した。

- ① 変色した本を切り取って紙1、紙2を用意し、それぞれ酸性漂白剤、塩基性漂白剤に浸す。(図10)
- ② 15分置く。
- ③ 純水で洗い流し、乾燥させる。

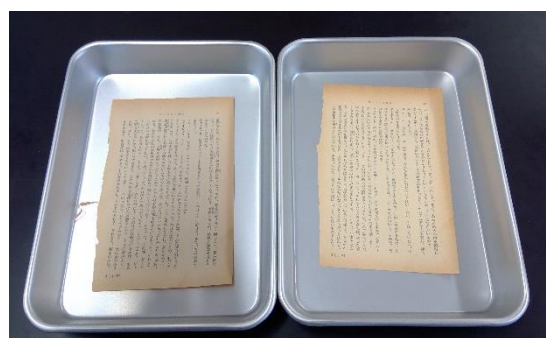


図10 左：酸性漂白剤 右：塩基性漂白剤

5-2. 結果

実験Ⅳ

酸性漂白剤の方にはほとんど変化が見られなかったが(図11)、塩基性漂白剤の方はかなり白くなった。(図12)

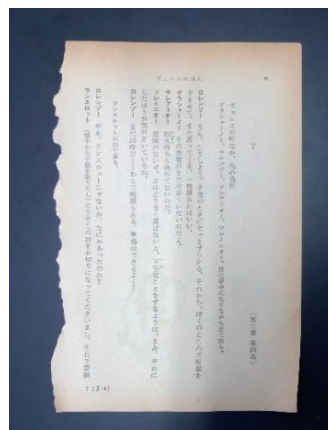


図11 酸素系漂白剤に浸した紙

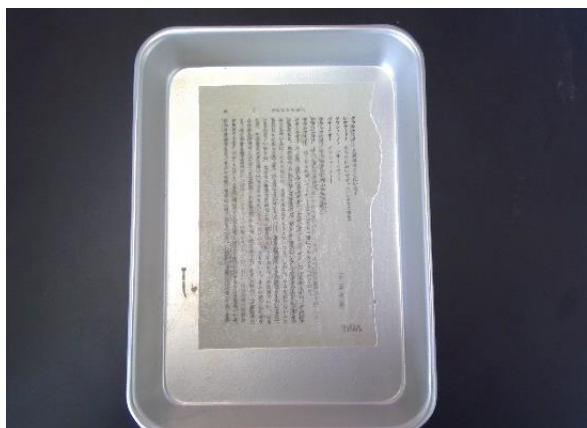


図 12 塩素系漂白剤に浸した紙

た市川先生、花田先生、杉本先生をはじめとする化学担当の先生方ありがとうございました。

7. 参考文献

植物由来の「新素材」研究の最前線

https://www.maff.go.jp/j/pr/aff/2209/spe1_03.html

紙パルプ技術協会

<https://www.japantappi.org/>

5-3. 考察

実験Ⅳ

塩基性漂白剤で白くなった紙を紫外線照射機に入れ紫外線を当てたところ、再び変色した。(図 13) このことから、漂白剤によって色素を破壊することはできても、色素が結びついているリグニンまでは取り除くことができないと考えられる。

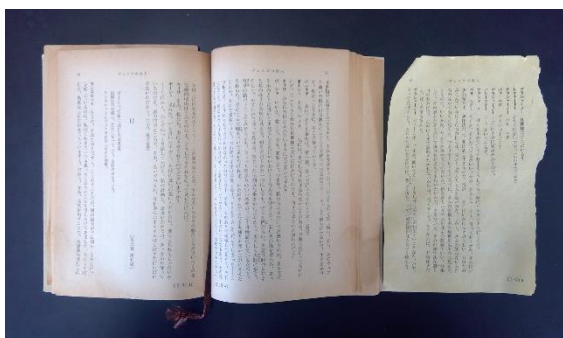


図 13 左：元の本 右：再び変色した紙

5-4. 展望

製紙工程で加工されたリグニンが本の中でどのような状態にあるのかを調べる。リグニンは現在も研究が進められている物質であるが、木材の状態で存在するリグニンを分解する方法はいくつかわかっているため、リグニンを完全に除去した木材で紙を作ることができないか試してみる。

6. 謝辞

担当の市岡先生、実験に協力してくださっ