

糸の素材とろ過性能の関係について

宮城県仙台第三高等学校 物理4班

1. 背景と目的

本校の57回生による布の種類とろ過性能の関係性についての先行研究からジーンズが最もろ過に適していることが分かりました。

私達は糸の種類に着目し、糸の種類とろ過性能の関係について研究を行うことにしました。

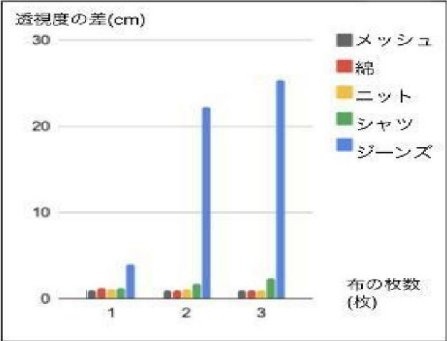


図1 57回生研究結果

2. 材料と方法

○材料…大きさの異なる2つのろうと、500mLペットボトル×9本、2Lペットボトル×1本、8種類の平織りの布(糸の太さ0.4mm、毛、綿、絹、アセテート、アクリル、ナイロン、レーヨン、ポリエステル)、濁度1000度のカオリン水(カオリナイトという鉱物を粉末状にしたものを1000mg/Lとなるよう水に溶かしたもので、水質調査の濁りの指標に用いる。以下標準液とする。)

右の図のように布の幅が小さいため、小さな範囲に水を通す装置を考えた。

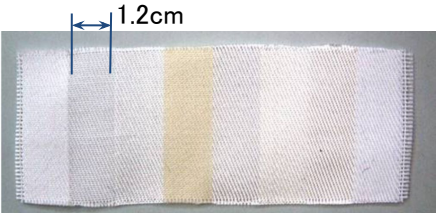
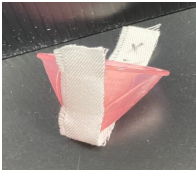


図2 実験に用いた布

◎実験1

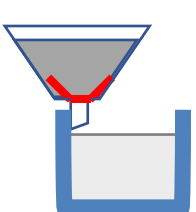
○方法…標準液を2Lペットボトルに用意する。
・下図のように、ろうとと布を組み合わせる実験装置を作る。
・装置の上側から標準液を300mL注ぎ、ろ過した液体を500mLペットボトルに保存する。(ろ過時間を記録する。)



上のろうとと布の様子



ろ過装置全体



実験装置の配置



ろうとを上から見た様子
内径 9mm
布の幅 12mm

図3 実験1で用いた実験器具

◎実験2

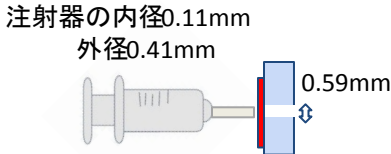
○材料…実験1でろ過した液体と標準液、濁度計(YSI ProDSS)
※石巻専修大学理工学部 玉置研究室(水環境分野)の協力
○方法…濁度計で実験1でろ過した液体と標準液の濁度(FNU)を測定し、それぞれ比較する。

◎実験3

○材料…注射器、布、発泡スチロール板、カオリン水(1mgのカオリンを約20mlの純水で溶かしたもの)
○方法…①布の重さを計測する。
②注射器と発泡スチロール板で布を挟みカオリン水を布に通す。
③カオリン水を通した布を乾燥し重さを測り、前後で比較する。



図4 実験3 ろ過のようす



実験3で用いた注射器

3. 結果・考察

<結果1・2>

実験1からろ過時間に40分以上の差があることが分かった。実験2からアクリルと絹のろ過性能が高いことが分かるが、標準液は濁度が1000度で作ったのに対し、測定結果は475度になったことからカオリンの濁度が不均一で、正確に実験ができていなかったことが分かる。

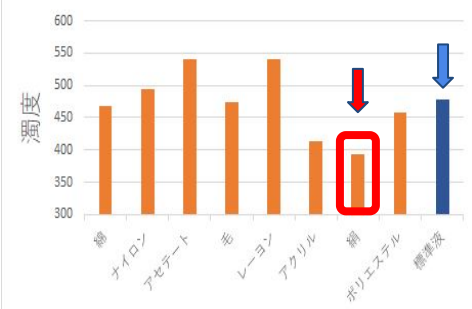


図5 ろ過後の濁度(実験2)

表 布ごとのろ過時間(実験1)

糸の種類	綿	ナイロン	アセテート	毛	レーヨン	アクリル	絹	ポリエステル
ろ過時間	9分22秒	39分51秒	4分17秒	44分3秒	5分7秒	2分33秒	5分4秒	13分5秒

<考察>

カオリン水は、放置をするとすぐに沈殿がおこるため、標準液の濃度が不均一になっていたと考えられる。また、ろ過時にろうとに布を取り付けてはいたが、布の横から液が漏れてしまったと考えられる。

<結果3>

実験3から絹についたカオリナイトの質量が一番多いことがわかった。実験3ではカオリナイトの沈殿や標準液の横もれを考えなくて良いため正確な値を取ることができた。

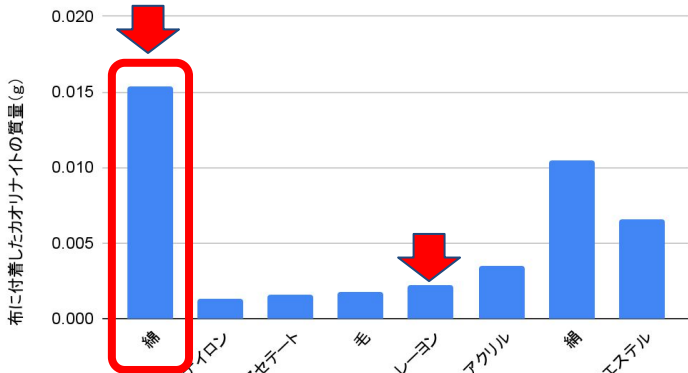


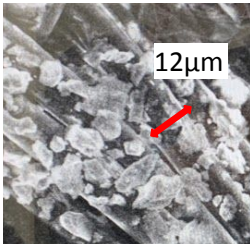
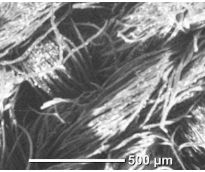
図6 それぞれの布に付着したカオリナイトの質量の比較(実験3)

<考察>

実験2の結果からアクリルのろ過性能が高いと考えられたが、実験3の結果では綿や絹が高くなった。実験2の濁度測定は不安定な結果のため、実験3の結果は信頼性が高いと考えられる。

<ろ過後の布表面の様子>

○綿



○レーヨン

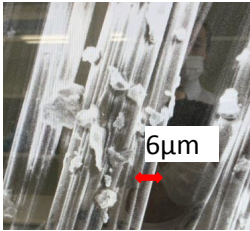
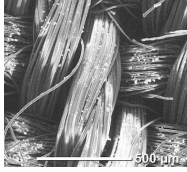


図7 ろ過後の布の表面の電子顕微鏡画像

<考察>

レーヨンの表面にはカオリナイトが少ししか付着していないが、綿の表面にはかなりの量が付着していることが上の図より分かった。これにより実験3の結果と同様に、綿のろ過性能が高いことが考えられる。また、ジーンズは綿でできているからジーンズのろ過性能が高い理由の一つになっていると考えられる。

4. まとめと展望

- 実験1,2から、濁度を基準とする計測方法では、カオリンの沈殿などのため、ろ過性能の正確な比較ができないことが分かった。
- 実験3では布に付着したカオリナイトの質量の違いから、ろ過性能を正確に比較することに成功した。
- 電子顕微鏡写真を参考にした実験結果を再現する糸のモデル化をする。

5. 参考文献

57回生理数科論文「濾過における布の性能評価」

https://sensan.myswan.ed.jp/cabinets/cabinet_files/download/15714/e8a0237b1a0ce017de74cf9ca527b716?frame_id=504

濁度 <https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/kiyun/dl/k49.pdf>