

ろ過における布の性能評価

宮城県仙台第三高等学校

日本は地震などの自然災害が非常に多い。特に深刻な被害として、ライフラインの一つである水道の停止があげられる。そこで私達は災害時、緊急時の水の確保を目標とし、簡易ろ過装置を用いた汚水のろ過が最適だと考えた。しかし、先行研究では既存の簡易ろ過装置の、物質を取り除く役割を果たす布部分について、詳しい記載がなかった。本研究では、ろ過に最適な布は何か、また布は災害時、緊急時という観点から布部分を身近である衣服での代用は可能かについて調べた。実験は布にカオリン水を通し、前後のカオリン水の濁度を比較すること、前後の布の質量変化を比較することの2種類を行った。その結果、我々の用意した布の中では最もジーンズの濾過性能が高かったこと、糸が物質を吸着しているというよりは糸に物質が刺さっている状態になっているということが分かった。

1 背景

日本は地震等の災害が非常に多く、その際ライフラインの一つである水道が止まってしまうことがある。その観点から災害時、緊急時の水の確保において簡易ろ過装置を用いたろ過が最適だと考えた。また、水道が整備されていない発展途上国では人々が汚れた水を飲み病気になるといった事例も多くある。このような問題の解決にも本研究が役立つのではないかと考えた。

先行研究での簡易ろ過装置はペットボトルを本体として、中に砂利やカット綿、木炭を入れ、汚水中の不純物を取り除くことを目的とした装置である。(図1) 木炭は構造としてその表面に数ミクロンから数百ミクロンの無数の小さな孔がありその部分が不純物を吸着する。砂利は汚水中のゴミを通さないフィルターの役割を果たす。カット面の役割は、①大まかなゴミや泥を吸着すること②水がろ過装置に長時間留まるようにすること、の2点であり、カット綿自体のろ過性能については書かれていなかった。そこで、簡易ろ過装置の中でも、先行研究におけるカット綿の部分である「布部分」について調べることで、素材、布が不純物を吸着する原理について明らかにし、これからのろ過製品の向上、災害時、緊急時のろ過の容易化について大きく貢献できると考えた。事前調査として5種の布に水を通したところジーンズが最

も水が通りにくかった。このことから、仮説としてジーンズがろ過に用いる布として最適であると考えた。

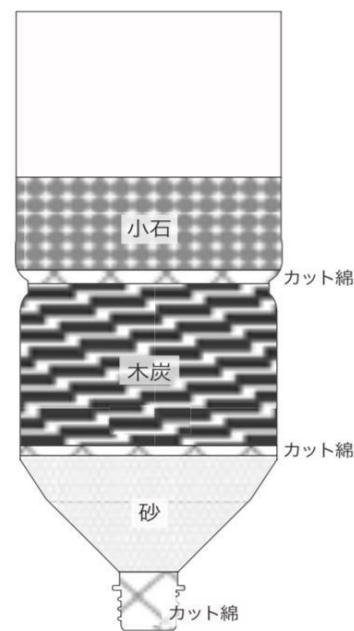


図1 先行研究の簡易ろ過装置

2 材料と方法

実験1では、布のろ過性能を調べる実験を行った。

○材料

- ・5種類の布
 - ジーンズ(綿100%)
 - ニット(ポリエステル70%, アクリル30%)

Yシャツ (ポリエステル65%, 綿35%)

Tシャツ (綿100%)

メッシュ (ポリエステル100%)

- ペットボトル
- カオリン
- 透視度計

実験にはカオリンを用いて作成した濁度1000の水を使用した。カオリンは濁度の標準物質として定められている物質であるため、私たちはこれを使用した。



Tシャツ
(綿100%)



ジーンズ
(綿100%)



メッシュ
(ポリエステル100%)



ニット
(ポリエステル70%, アクリル30%)



Yシャツ
(ポリエステル65%, 綿35%)

図2 5種類の布



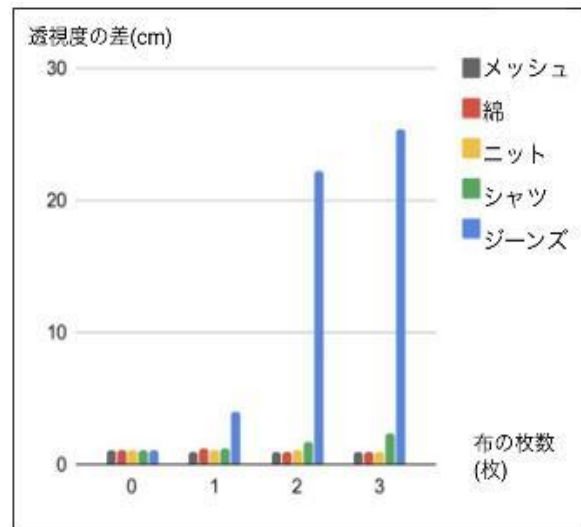
図3 実験に用いた簡易ろ過装置

作成したろ過装置(図3)に布を取り付け、カオリン水200mlをろ過する実験を行った。そして、実験前後の水の透視度を透視度計を用いて比較することで布のろ過性能を評価した。同様の実験を3回ずつ行い、平均値を算出した。

3 結果と考察

(1) 実験1の結果

図4 実験1のグラフ



透視度を比較した結果は上のグラフのようになった。最も差が現れたのはジーンズであり、最も濾過に適していることがわかった。全体に共通して、布の枚数を増やすと濾過性能が上がることもわかった。また、ジーンズと共に、目が細かい

ため濾過性能が高いと予想したYシャツも比較的結果が現れたと言える。

次に、カオリンをどのように吸着したのかを調べるために、濾過後の布を電子顕微鏡で観察したところ、次のようであった。

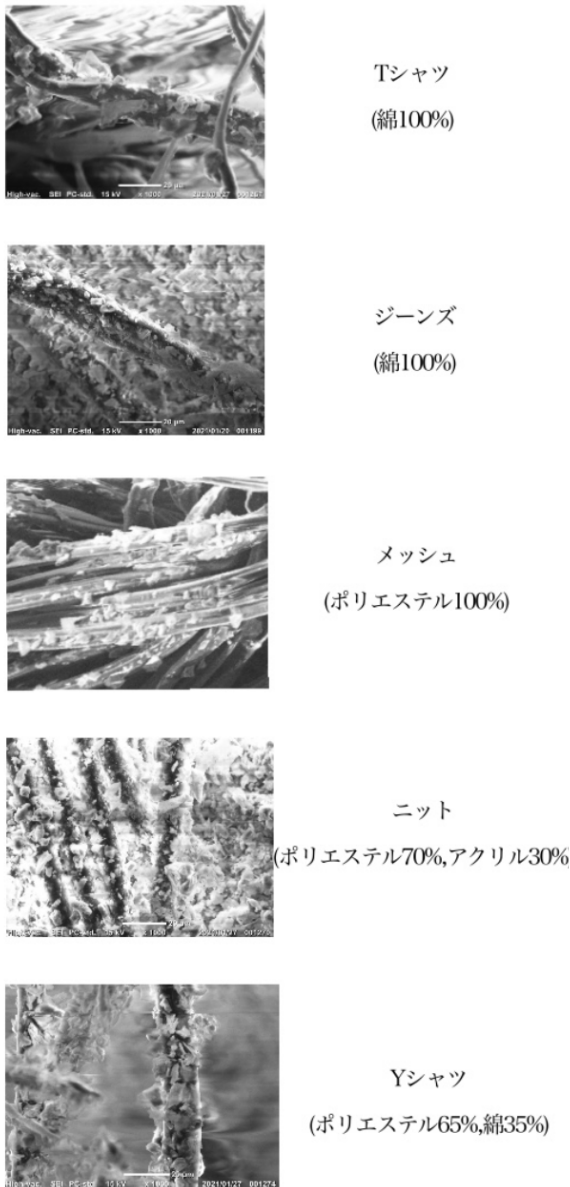


図5 ろ過後の布の電子顕微鏡写真

写真に見られる白い粒がカオリン粒子である。この写真から糸一本に大量のカオリンの粒が引っかかっていることがわかる。このことから、カオリンは糸に引っかかることでろ過されているといえる。また、布の素材によってカオリンが引っかかる量や引っかかり方が違うことが分かる。

(2) 実験2の結果

	実験前 (g)	実験後 (g)	差 (g)
Tシャツ	1.000	1.013	0.013
ニット	1.000	1.046	0.046
メッシュ	1.000	1.042	0.042
ジーンズ (白糸)	1.000	1.017	0.017
ジーンズ (青糸)	1.000	1.012	0.012
Yシャツ	1.000	1.022	0.022

図6 実験2の表

実験前後の重さの変化は実験2の表(図6)の通りになった。どの場合も重さは増加したが、実験1で最も濾過性能が高いと評価されたジーンズ糸の重さはあまり増加せず、実験前後の重さにおいて最も差が出たのはニットであった。ニットやメッシュの布の糸の、実験前後の重さの差が大きいのは、布を解いた糸が縮れて空気を多く含み、スポンジのようにカオリン溶液を吸収したからだと考えた。

4 まとめ

ジーンズが最も濾過性能が高いことが分かった。さらに、糸自体にカオリンの粒が刺さっていることから、糸と糸の隙間よりかは、糸の素材が大きく濾過に関わっていることが分かった。また、糸がカオリンを吸着するのではなく濾過の流れで糸にささることが分かった。

5 展望

今後は、同じ布の素材だが織り方が違うもの、またその逆で同じような実験を行い、本研究とどのような差があるのかを調べ、どのような織り方・構造・糸の種類にカオリンの粒が刺さりやすいのか調べていきたい。さらに、本研究で使用した材質以外のものでも同様の実験を行いたい。また、本研究では物理的視点から濾過を評価したが、化学的視点を取り入れてこれら进行评估し、より実用性を高めていきたい。また、最近需要が増している使い捨てマスクなどの濾過性能についても

調べてみたいと考えている。

【参考文献】

○簡易ろ過装置によるろ過効果の検証
<https://ci.nii.ac.jp/naid/120005265131>

後藤正則 有吉宏明 衛藤大青

別府大学短期大学部紀要 (32), 139-147,
2013-02