

# 自然界の濾過の仕組みで飲料水を作ることは可能か

3510 加藤真大 3520 柘植康太 3629 早川和貴

## 要旨

身の回りで手に入りやすい物質を利用して濾過器を作るために、黒土、赤土、腐葉土、軽石の4種類の濾材を用意した。その中でどの濾材の濾過性能が最も高いかを調べるために実験を行い、黒土が最も濾過性能が優れていると分かった。黒土のみで濾過したところ、コーヒーを希釈した溶液の質量濃度80%までは濁度0.3度以下まで濾過できると分かった。新たに濾材に炭を追加したが、今回使用した炭ではコーヒーはほぼ濾過できないと分かった。

## 1 〈目的〉

地下水は地層によって濾過されているため、浄化処理をしなくても飲むことができる。地下水ができるまでに行われる地層による濾過の仕組みを濾過装置の中に再現し、汚水を濾過することで、地表水の飲料水化や、既に使用された水の再利用を可能にし、災害時の水不足を緩和する。

## 2 [仮説]

汚水を濾過することによって、飲料水として利用可能な水を作ることは可能である。

## 3 〈使用器具等〉

- ・黒土 ・赤土 ・腐葉土 ・軽石
- ・アクリル絵の具(黄土色)
- ・1Lペットボトル ・メスフラスコ
- ・ビーカー ・漏斗 ・濁度計
- ・キムワイブ ・コーヒー



メスフラスコ

濁度計

漏斗

ペットボトル

## 4-1 〈実験1〉

- ① 1Lのペットボトルを円筒状に切断し、その片側にネットを取り付け、軽石、腐葉土、赤土、黒土をそれぞれ同じ体積(底面から10cm)入れたものを用意する。
- ② それらに、水道水にアクリル絵の具を質量濃度0.05%の割合で溶かした水(以下「溶液」とする)を上から静かに注ぐ。
- ③ 出てきた水の透視度を測る。

\*透視度：透視度は、水の中に含まれる浮遊物質やコロイド性物質などによる濁りの程度を示す指標で、透視度計と呼ばれる下部に流出管のついたメスシリンダーに水を入れ、底部の白色円板にひかれた二重十字(黒線の太さ0.5mm、間隔1mm)が識別できる限界の水の厚さを1cmを1度として表したものです。

(出典：国土交通省 関東地方整備局 江戸川河川事務所ホームページより)

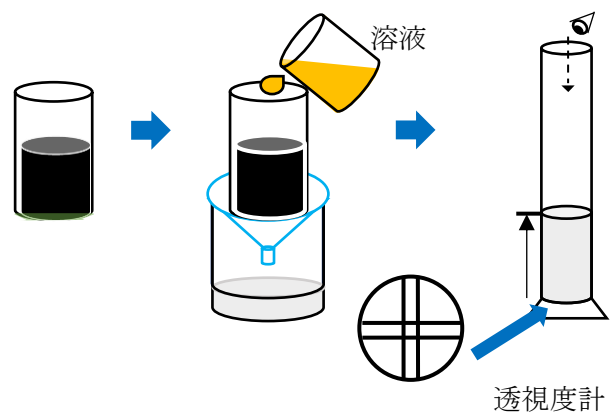


図1

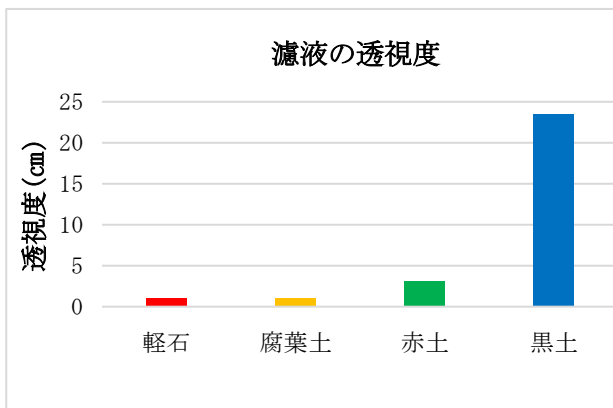
### (1) [仮説 1]

黒土が最も濾過性能が高い。透視度は軽石<腐葉土<赤土<黒土 となる。

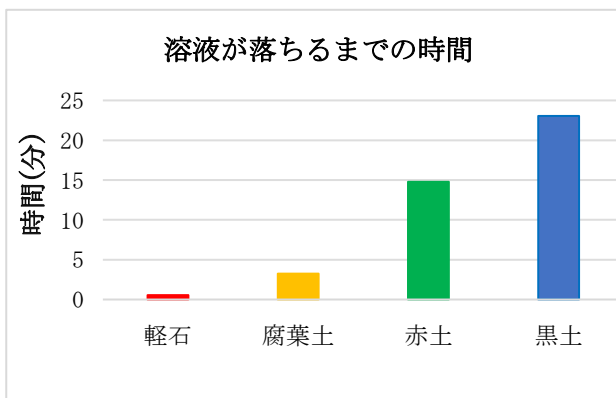
### (2) 〈結果 1〉

	軽石	腐葉土	赤土	黒土
透視度 (cm)	1.05	0.98	3.15	23.50
濾過時間 (分)	0.18	3.25	14.78	23.05

\*すべて試行回数二回分の平均値



グラフ 1



グラフ 2

### 実験写真 1



### (3) 〈考察 1〉

- ・土の粒子間の空間の大きさが小さいほうが、濾過性能が高い。
- ・この 4 種類の物質では、黒土の濾過能力が最も優れている。
- ・溶液が落ちきるまでの時間が長い濾材ほど濾過性能が高い。時間は濾過性能に関係する。
- ・赤土の濾過にかかった時間が長いのは、赤土を乾燥したまま用いたため、溶液を吸水したからだと考えられる。
- ・全ての濾材において、出てきた液体に濾材が混入しており、正確な数値が取れなかったと考えられる。

### 4-2 〈実験 2〉

黒土が最も濾過できることは分かったが、飲料水の定義として大腸菌が検出されないとあるため、溶液に使う物質で、溶けている粒子のサイズが大腸菌より小さいものとしてコーヒーを使用することにする。

指標として透視度を用いたが、黒土によって濾過された溶液に用いるには適切な指標ではなかったため濁度を用いることにする。また、透視度は人為的誤差が生じるため、市販の濁度計を用いることにする。

\*濁度：濁度は水の濁りの程度を表すもので、粘土鉱物であるカオリン 1mg/L が含まれた水を 1 度としています。

(出典：国土交通省 関東地方整備局 江戸川河川事務所ホームページより)

濾材の混入を防ぐために、キムワイプの上に濾材を入れることにする。

- ① 実験 1 と同様の装置を用いてネットの上にキムワイプを敷き、黒土を高さ 10 cm になるように詰め込む。
- ② 市販のペットボトルコーヒーを水道水で薄め、コーヒーの質量濃度を 10%、20%、40%、60%、80%、100%の割合にした溶液を上から静かに注ぐ。
- ③ 出てきた液体の濁度を測る。

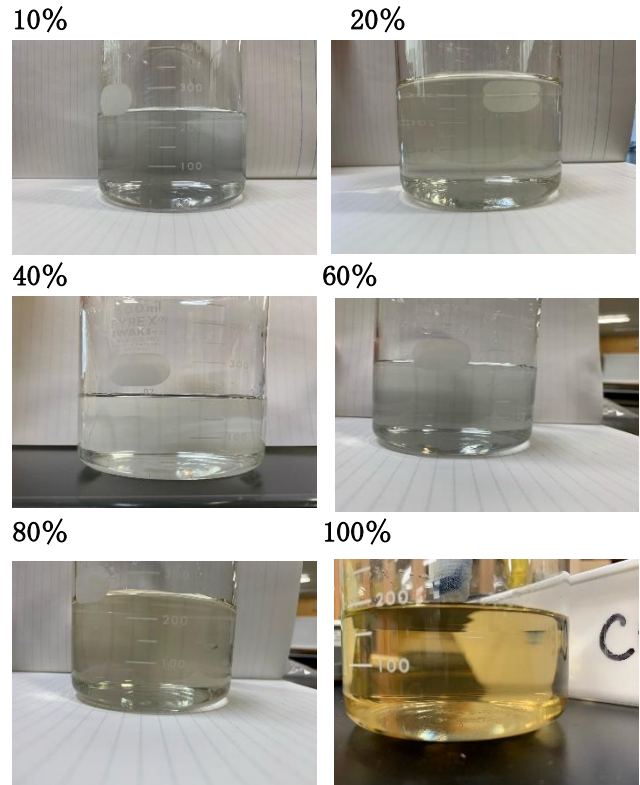
(1) [仮説 2]

コーヒーを、黒土を用いて完全に濾過することは可能。

実験写真 2

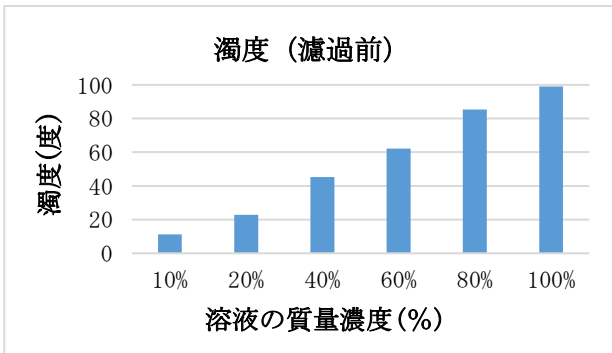


濾過後の溶液

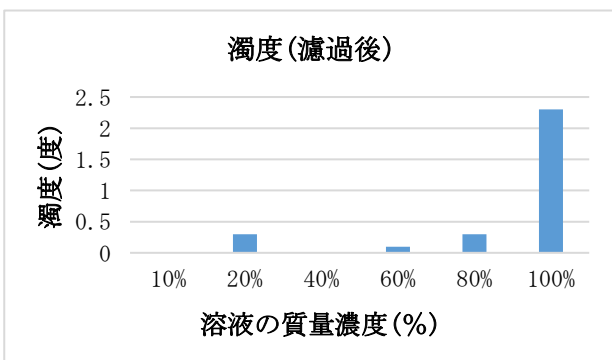


(2) 〈結果 2〉

溶液の質量濃度 (%)	濾過前の濁度 (度)	濾過後の濁度 (度)
10	11.3	0.0
20	22.9	0.3
40	45.2	0.0
60	62.2	0.1
80	85.3	0.3
100	100	2.3



グラフ 3



グラフ 4

(3) 〈考察 2〉

- ・溶液の濃度が高いほど濁度が高くなっているため、黒土の濾過性能には限界がある。
- ・濃度が一定以下ならほとんどのコーヒーを取り除ける。
- ・溶液が 100% の時だけ濾過後の濁度が極端に高いのは、濾材をペットボトルに詰め込む時にかけた圧力が弱かったからだと考えられる。

4-3 〈実験 3〉

- ・本来の目的にあるように、濾過器に層構造を取り入れる。
- ①ペットボトルの底を切り取り、片方にキムワイプを取り付け、下から黒土、軽石、炭の順でそれぞれ高さ 3 cm ずつになるように入れる。
- ②それに、市販のペットボトルコーヒーを原液のまま、上から静かに注ぐ。
- ③出てきた液体の濁度を測る。

(1) [仮説 3]

複数の濾材を組み合わせることで、濾過性能が向上し、濾過時間が短縮される。

## (2) 〈結果3〉 濾過後の濁度

	層	黒土
濁度 (度)	76.8	10.3

## (3) 〈考察3〉

- ・黒土のみの濾過性能が層にしたものよりも大きく優れていることがわかる。
- ・層にした濾過器の濾材の中で、黒土しかコーヒーの粒子を濾過できる濾材がないのではないかな。
- ・本来、濾過する溶液は含まれる粒子の大きさや種類が一定でないと考えられるが、今回はコーヒーのみを濾過する液体として使用したため、液体内の粒子の大きさ、種類が一定になってしまい、濾材を重ねる利点が薄れてしまったのではないかな。

## 4-4 〈実験4〉

- ・炭のみの濾過能力を調べるために、炭のみを濾材とした濾過器で実験を行う。
- ・濾材を砕いた炭に変え、実験3同様に実験を行う。

## (1) [仮説4]

- ・炭のみでは、コーヒーは濾過できない。

## (2) 〈結果4〉 濾過後の濁度

	炭
濁度 (度)	99.9

## (3) 〈考察4〉

- ・炭だけではコーヒーの粒子を取り除くことができない。
- ・コーヒーよりも、混ざっている粒子が大きい液体ならば濾過できるのではないかな。

## 5 〈展望〉

- ・コーヒーの粒子の大きさを測り、大腸菌などの細菌を取り除けるかどうかを調べる。
- ・今回の実験では、濾過する液体としてコーヒーしか使用しておらず、濾材を重ねる意義が見いだせなかったため、大きさの異なる粒子や物質が混ざったものを濾過する液体として使用する。
- ・今回実験に用いた炭は、活性炭ではないもの

だったため、より吸着力の優れている活性炭を使用して、実験を行う。

- ・目的にあるように、地層による濾過の仕組みを濾過器内に再現することがまだ出来ておらず、また濾材を重ねることの利点も確かめられていないため、まずは濾材を重ねることの意義を調べていきたい。
- ・実験に使用したそれぞれの濾材がどれほどの大きさの粒子まで濾過できるのかを調べる。

## 6 〈謝辞〉

実験で行き詰まったときに、アドバイスを下さった原田先生、心から感謝申し上げます。

## 7 〈参考文献〉

- ・「4. 透視度の測定方法／沖縄県」  
([www.pref.okinawa.lg.jp](http://www.pref.okinawa.lg.jp))  
閲覧日：2020年7月15日
- ・菅原正孝\*・藤川陽子\*\*・濱崎竜英\*\*\*  
・新井剛典\*\*\*\*  
「土壌浸透法の技術的発展」  
大阪産業大学 人間環境論集  
(KJ00006149419.pdf)  
閲覧日：2020年9月2日
- ・「水質基準項目と基準値(51項目)」  
(<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/kijun/kijunchi.html>)  
閲覧日：2020年10月14日
- ・「“ナノ粒子の仕立屋”が開拓する、テクノロジーの最先端」  
([http://shochou-kaigi.org/interview/interview\\_12/](http://shochou-kaigi.org/interview/interview_12/))  
東北大学 多元物質科学研究所  
所長 村松敦司 教授  
閲覧日：2020年11月25日
- ・「国土交通省 関東地方整備局 江戸川河川事務所ホームページ」  
(<https://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/study/woodbook/woodbook/item01/tousido.htm>)  
(<https://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/study/woodbook/woodbook/item07/dakudo.htm>)  
閲覧日：2021年1月15日