

チョークの再生利用方法の研究

岡本陸 檜原寛人 笹川善正

【概要】

チョークの再利用が可能かどうか調べた。

チョークの主成分は炭酸カルシウム（以下 CaCO_3 ）であり、それはあらゆる場所で使われている。例えば、セメントの原料や白色顔料、研磨剤、制酸剤などがある。また、 CaCO_3 は水に溶けにくいですが、水にとけやすい物質に変化させ、 CaCO_3 に戻すことが比較的容易にできるため再利用が可能だと考えた。

製造業者によると、チョークの CaCO_3 含有率は90%以上、使用顔料は有機顔料であることが分かった。そこで、本研究ではチョークの CaCO_3 と色素を分離する方法を考えた。

その結果、色素は極性溶媒に溶けやすいことがわかった。そのため、極性溶媒でチョークの粉を洗浄することで分離できると考えた。しかし、この方法でリサイクルするのであれば、洗浄する溶媒の量やカルシウムの化学反応に用いる物質のコストが問題になるので、その点についても調べる必要がある。

We studied the way of recycling chalk dust.

In recent, Calcium Carbonate (CaCO_3) is used in various fields. For example, cement, white pigment, abrasive and chalk. But chalk dust is being thrown away. We began to study recycling chalk, because We thought chalk dust can extract CaCO_3 and be recycled.

According to the chalk manufacturer, we found that the CaCO_3 contents in chalk which we use this study is more than 90%. As the CaCO_3 purity is high, we thought we can extract CaCO_3 from chalk by chemical processing.

As a result, we found that the pigment was easily soluble in water, so we thought we could separate it by cleaning the chalk powder with polar solvents. However, if we recycle chalk in this way, amount of solvent that is used to clean and cost of substance that is used to chemical reaction of calcium become issue, so we need to investigate about that.



写真1 本研究で使用しているダストレスチョーク

【研究動機・目的】

近年、ホタテの貝殻からチョークが作られていることが有名になっている。しかし、使用されて粉になったチョークは廃棄されている。そこで、廃棄されているチョークから主成分である CaCO_3 を取り出し、再利用できるのではないかと考え、本研究を始めた。

この研究では、廃チョークから純粋な炭酸カルシウムを取り出すこと、また、それに手間をかけずに行うことを目的として実験を行った。

【仮説】

製造業者に問い合わせたところ、本研究で使用しているチョークは CaCO_3 の含有量が約 90% であることが分かった。純度が高いため、科学的処理をすることで CaCO_3 は取り出せると考えた。

【実験器具】

実験 1

- ・チョークの粉
- ・ CaCO_3 試薬(市販品)
- ・炭酸ナトリウム (Na_2CO_3)
- ・塩酸 2.0 mol 濃度 HCl

実験 2

- ・チョークの粉
- ・蒸留水 (H_2O)
- ・エタノール ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$)
- ・ヘキサン (C_6H_{14})

【方法】

実験 1

目的の物質である CaCO_3 の、塩酸などの酸と反応して水に可溶性な塩に変化する性質を利用して、取り出すことにした。

まず、黒板けしクリーナーに入っているチョーク

の粉をそれぞれ 5.0 g、10.0 g、15.0 g、20.0 g を量り取る。これらに塩酸 2.0 mol/L を 100 ml、メスシリンダーで量り取り、加え、反応が穏やかになったら加熱、攪拌して反応させる。

次に、これらを濾過して濾液に炭酸ナトリウムの水溶液を加え、 CaCO_3 を析出させ、再び濾過し乾燥させる。それぞれ何 g 取り出せるかを比較し、本研究の可能性を調べる。

実験 2

実験 1 の結果を受けて、顔料と各種溶媒との親和性を調べることにした。まず、チョークの粉を 10.0 g 量り取る。次に純水、エタノール、ヘキサンを 100 mL 量り取り、チョークの粉に加え攪拌する。十分に混ぜた後、半時間後に溶媒と顔料の親和性を観測する。顔料がどのような溶媒との親和性が高いのかを明らかにして、チョークの粉から分離させる方法を探ろうとした。

【結果】

実験 1

15.0g と 20.0g のチョークの粉を使った実験では研究途中にフラスコ内から噴き出すほどの反応が起きてしまい、データが正確に取れなかったため 5.0g と 10.0g の実験結果のみとなっている。

まず、試薬の CaCO_3 を使った実験では、取り出せた CaCO_3 の量が約 6 割となってしまった。また、5.0g と 10.0g のチョークの粉の実験では、取り出せた量が反応させる前の量よりも増えていた。そして、丈夫な泡が形成されていた。

なので、この方法では CaCO_3 を取り出すことはできなかった。

	CaCO ₃	チョーク 5.0g	チョーク 10.0g	チョーク 15.0g	チョーク 20.0g
反応前	10.0g	5.0g	10.0g	15.0g	20.0g
反応後	5.9g	5.3g	12.2g	なし	なし

表1 実験1の結果

実験2

顔料により青色、黄色、赤色に着色されているチョークの粉を10.0g量り取り、それぞれ純水、エタノール、ヘキサン100mLに加え攪拌する。十分に混ぜた後、半時間後の様子以下に示す。

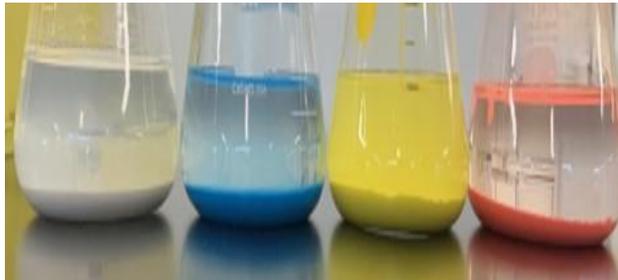


写真2 純水



写真3 エタノール



写真4 ヘキサン

水とエタノールには溶液に色が付いていたが、ヘキサンは溶液が無色透明であったため、チョークに

使用されている顔料は極性溶媒に溶けやすいことが分かった。

【考察】

実験1

試薬のCaCO₃を使った実験で、取り出せた量が少ないのは古い試薬を使ったため、CaCO₃の一部がCaOに変化していた可能性がある。また、5.0gと10.0gのチョークの粉の実験で、取り出せた量が増えたのはチョークのプラスチックコーティングや顔料、黒板の塗料、黒板消しクリーナーに入っていたほこりなど、様々な要因でうまくCaCO₃だけを取り出すことができなかったからだと考えられる。

実験2

チョークの着色に使われている顔料が極性溶媒に溶けやすいことが分かったので、極性溶媒を多量に使用することによってチョークの粉を洗浄し、顔料を分離することはできると考えられる。

しかし、これらの方法でチョークの粉からCaCO₃を取り出そうとした場合、CaCO₃の化学反応に使う物質や、チョークの粉を洗浄する極性溶媒など、これらのコストがCaCO₃を製造するよりも多くかかってしまう可能性が考えられる。

【まとめ】

チョークの粉からCaCO₃を取り出すには、チョークの粉に含まれる様々な物質の影響や、顔料を分離するために使用する溶媒のコストなど、いくつかの要因によってCaCO₃を取り出すことは簡単ではないことがわかった。

【今後の展望】

顔料を分離する際に用いる溶媒の種類を変えてより効率よく分離させられる溶媒を探す。また、その溶媒のコストを計算する。

チョークの粉に含まれている CaCO_3 を取り出さず、別の物質へ化学変化させ再利用する。

- 例) ・酢酸カルシウム ($\text{C}_4\text{H}_6\text{CaO}_4$) とエタノールの固形燃料
- ・CaO にして発熱剤

【参考文献】

二若 颯人、山本 真示 廃チョークを土壌改良剤として利用可能か評価実験

岡山県立真庭高等学校 環境バイオマス課

2015

https://www.eco-1-gp.jp/pdf/winner04_9.pdf

勝山 泰郎 廃セメント微粉末からの炭酸カルシウム生成による二酸化炭素排出削減技術の開発

東京大学 環境プロセス工学分野 2008

https://envsys.k.utokyo.ac.jp/programs/pdf/1330871816_1.pdf

チョークの再生実験 大阪府生野高等学校

2012 <https://www.osaka-c.ed.jp/blog/ikuno/ssh-news/2012/02/15-132526.html>