

化学反応を用いたチョークの再生利用

愛知県立時習館高校 SSH化学部チョーク班

目的 チョークは学校で日常的に使われ、廃棄される。
捨ててしまったら、もったいない! → 再利用しよう
(先行研究では、単色のチョークから同じ色のチョークを再生)

チョークって?

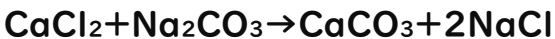
主成分: 炭酸Ca or 硫酸Ca

その他: 粘結剤 (形の維持)

顔料 (色成分) ← 水に溶けない

アクリル樹脂 (表面コーティング)

仮説1



顔料の、水に溶けないという性質を利用し、
水に溶かす化学反応によって顔料を分離し、
炭酸カルシウムだけをとりだすことができるの
ではないか。

実験1

1. チョークA, B, C, Dを12.0gずつ砕く。
また、使用済みの粉チョーク12.0g、用意する。
2. 塩酸 (6mol/L) 15.0mLと反応させ、ろ過する。
3. ろ過した液体に、
炭酸ナトリウム8.0gを加え、沈殿をろ過する。
4. 乾燥させる。



(左から②のビーカーの様子、②後のろ紙の様子、③のビーカーの様子)

結果

チョーク	A	B	C	D	廃棄
沈殿の有無	○	×	×	○	○
素材	炭酸Ca	硫酸Ca	硫酸Ca	炭酸Ca	混合
炭酸カルシウムの生成量 (g)	7.04			7.20	3.60

考察

- 赤、黄及び廃棄チョークは塩酸と反応し、
二酸化炭素を発生する。→炭酸カルシウム
青、緑→硫酸カルシウム
- ・硫酸カルシウム (死石膏) は化学反応をほとんどしないため、この方法での利用は困難。
 - ・赤、黄における炭酸カルシウムの生成量は、
材料比によるもの。
 - ・廃棄されたチョークの生成量が少ない
→ 反応しないor反応を阻害するもの
(硫酸カルシウムや不純物)があったため。

仮説2

熱分解による化学反応を利用する。

性質: 炭酸Caと硫酸Caの熱分解温度 > 顔料の熱分解温度

もしかして、
CO2を出さずに
再生できるか

過去の実験では..

炭酸Caと硫酸Caが830°Cにおいて、
顔料の色成分の破壊に成功

→ 830°Cより低い温度で顔料が変化のでは?

実験2

1. 炭酸カルシウムと硫酸カルシウムをそれぞれ5g
用意し、砕く
2. 電気炉 (775°C、750°C) で5分間加熱

使用機器: アサヒ理化学製作所

AMF-20 セパレーター方式卓上電気炉

AMF-1P デジタル温度コントローラー

結果

素材	775°C		750°C		混合
	炭酸Ca	硫酸Ca	炭酸Ca	硫酸Ca	
反応後の質量 (g)	4.8	3.8	4.7	3.9	4.8
反応前後の色の変化	赤→白→灰	赤→白→茶	赤→白→灰	赤→白→茶	赤→白→灰

硫酸カルシウムのほうが炭酸カルシウムより、
加熱後からの色変化が大きかった。

考察

- ・顔料の色成分は約700°C以上の熱に弱く、色成分が破壊される。
- ・硫酸カルシウムの方が炭酸カルシウムよりも熱による消失が大きい。→含まれる顔料の量が多い。

利点

CO2の排出がほとんどない。

チョークの製作

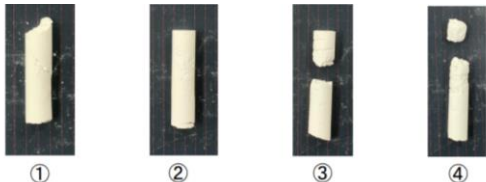
方法1 自然乾燥

1. 炭酸カルシウム12.0gに水と洗濯のりを加える。
2. 練って、チョークの直径サイズの塩ビパイプに入れ、乾燥。

洗濯のり(g) / 水(g)

①0/3.0 ②0.1/2.9 ③0.3/2.7 ④0.5/2.5

結果



問題点:乾燥させる際の縮小により、空洞ができる。
乾燥に時間がかかる。

最も発色が良いもの:③

方法1と方法2を合わせてみると,,



方法2 電気炉による乾燥

※実際のチョーク製作に準拠

1. ③の配合を利用し、15.0gを方法1と同様に練る
2. 手でチョークの形に成型し、電気炉で4分間焼く

設定温度:400℃、600℃

使用機器:実験2と同様

結果(左400℃、右600℃)



問題点:表面は頑丈になったが、内側は乾燥しておらず、折れやすい。
温度による書き心地の差は見られない。
成型に型を使っていないため、歪んだ形となっている。←自重も原因
書き心地:中が乾燥していないため、色がつきづらく、べっとりしている。

方法3 方法1と方法2のハイブリッド

1. 方法1と同様、炭酸カルシウム15.0gを型に入れ、一日乾燥させる。
2. 電気炉に入れ、200℃で10分乾燥させる。

結果

- ・書き心地の上昇&書く際の崩れの減少
- ・市販の物と比べるとやや折れやすい



考察

- ・洗濯のりの量は黒板の字の薄さ及びタッチの軽さに影響する。
- ・表面の焦げは洗濯のりの中の有機物によるもの。
- ・塩ビパイプを利用すると、密閉されているため、チョークが乾きづらい。
- ・この方法の方が最初から乾燥させたときよりも、頑丈になるのは自然乾燥時に圧力をかけられるからである。

展望

- ・より効率的に炭酸カルシウム&硫酸カルシウムを再生する。
- ・安全性をより加味したチョークを作る。
- ・環境に負荷をかけない材料及び方法を用いてチョークを再生する。
- ・チョークを作る際の圧力の対照実験も行う。

参考文献

トコトンやさしい染料・顔料の本 中澄博行著 日刊工業新聞社
日本白墨工業株式会社 <https://tenjin-chalk.co.jp/>
日本理化学工業株式会社 <https://www.rikagaku.co.jp>