

消しゴムを永久に使い続けることは可能か

2537 山路康士郎 2510 岡田湊永 2524 鈴木康生 2633 宮地志和

費用の削減や SDGs の観点から消しカスを消しゴムとして再利用することを目標に実験を行った。仮説として、消しゴムの素材の PVC が有機溶剤に溶けるという特徴に着目して消しカスをアセトンで溶かす実験を行った。結果、1 つにまとまり文字を消すことができたが、消しゴムよりもろかった。次は混ぜる段階で接着剤を混ぜて実験を行い、接着剤によって硬くできることがわかった。しかし、作成したものは硬くなりすぎたため接着剤の量の適量を調べる実験を行ったが、接着剤の量を変えていったときの規則性は見られなかった。今後は引き続き最適な接着剤の量を見つけ出していきたい。

キーワード：消しゴム 有機溶剤 接着剤 SDGs

1. 目的

消しゴムで消して生じた消しカスを、消しゴムとして再利用する。

2. 仮説

消しゴムの素材を PVC+可塑剤とする。また、「有機溶剤で溶かせること」「接着剤で強度をふやせること」とする。

3. 使用した器具 (図 1)

・消しカス (鉛筆で書かれたノートの文字を MONO 消しゴムで消して細かくしたもの)

- ・耐熱皿
- ・薬さじ
- ・有機溶剤
- ・電子天秤
- ・※接着剤
- ・※手袋

※接着剤は【実験 2、3】で使用

※手袋は【実験 4】で使用



図 1 実験道具

4. 実験の手順・結果・考察

【実験 1】

[目的/仮説]

PVC と可塑剤を有機溶剤で溶かして分離させる。

[研究・実験の手順]

細かくした消しカス 3.00g を器に入れ、アセトン 10.0mL を加える。

かき混ぜ、固まってきたら手で形成する。

乾燥させて硬さ・消字性能を調べる。

[結果]

実験中の変化

消しカスにアセトンを加えガラス棒で混ぜてみるとドロドロとしており、15 分ほど混ぜるとドロドロした状態からひとまとまりになり固体になっていた。



図 2 消しカスの溶ける様子

実験後の変化

消しカスがひとまとまりになり実際に文字を消すことは可能だったが、消しゴムよりもろく硬度が低かった。(図 3)



図3 アセトンで溶かした物

[考察]

アセトンで融解した後、アセトンが揮発することでドロドロの状態から固体へと変化した。

【実験2】

[目的/仮説]

硬度に課題が見られたので接着剤を加えることで硬度を高めようとした。

[研究・実験の手順]

- ・細かくした消しカス 1.00g を耐熱皿に入れ、アセトン 6.0mL を加える。
- ・接着剤（アロンアルファ）0.43g を加えかき混ぜる。
- ・放置させて硬さ・消字性能を調べる。

[結果]

実験中の変化

混ぜているとき【実験1】よりも粘り気が強く、ある程度まとまった後、梅干しのように膜の中に液体が入っているような物になった。(図4)



図4 アロンアルファを加え、混ぜている途中の物
実験後の変化

色は白くなり、硬くなりすぎて消しゴムとしての機能を失ってしまった。(図5)



図5 アロンアルファを入れた物

[考察]

アロンアルファによって硬くすることは可能であり、適量を加えることで任意の硬さにすることができるのではないかと。

【実験3】

[目的/仮説]

アロンアルファの適量を探す。アロンアルファの滴下量と硬度には比例の関係がみられる。

[研究・実験の手順]

- ・細かくした消しカス 2.00g を耐熱皿に入れ、アセトン 4.00mL を加える。
- ・アロンアルファ 2滴、4滴、6滴、8滴、10滴をそれぞれ加えかき混ぜる。
- ・放置させる。
- ・元の消しゴムを成形し、全長を測る。
- ・壊れるまで指で押し込んでその時点の長さを測る。(図6)
- ・元の長さで割って変化率を調べる。
- ・アロンアルファを加えたものも同様に行う。



図6 変化率の測定

[結果]

2滴、8滴の値が大きく規則的なグラフにはならなかった。(図7、8)

一回目

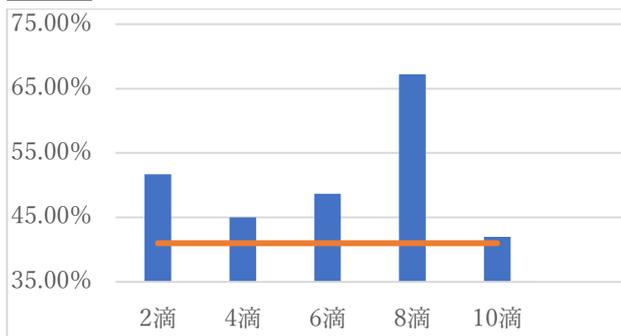


図7 変化率と滴下数 (赤線は元の消しゴムの結果)

二回目

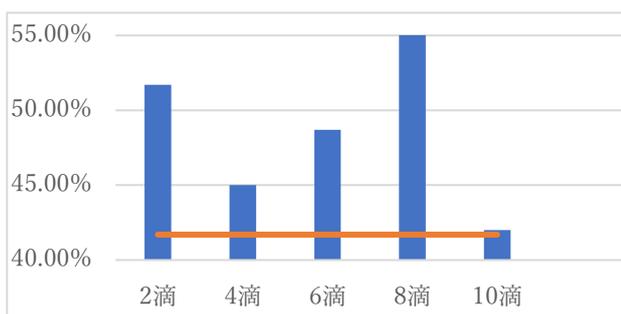


図8 変化率と滴下数 (赤線は元の消しゴムの結果)

[考察]

変化率が小さいほど硬度が大きい。しかし、測定方法が指で押し込んで測るという極めて不安定なものであったので誤差が大きくみられたと考えられる。

【実験4】

[目的/仮説]

アセトン以外の有機溶剤で反応を見る。このとき有機溶剤の中で、揮発性が高く、極性があるもの（PVCは極性があることから）を探した結果アセチルアセトンと酢酸エチルが候補に挙げられた。

(i) アセチルアセトン

[研究・実験の手順]

- ・消しカス 1.00g をアセチルアセトン 4.00mL で溶かす。
- ・アセチルアセトンは揮発性が低いため、できたものをホットプレートでアセチルアセトンの沸点である 140℃で加熱する。
- ・加熱後にひとまとまりにする。

[結果]

実験中の変化

過熱を始めて 13 分程でほぼ全てのアセチルアセトンが蒸発し、ひとまとまりにしようとしたところ以下のようにできなかつた。(図9)



図9 アセチルアセトンで溶かした物

実験後の変化

できた物質は弾力がありゴムの性質を感じられた。

[考察]

ひとまとまりにならなかったことから加熱したことでアセチルアセトンが蒸発しやすくなるが加工にはむかない。

(ii) 酢酸エチル

[研究・実験の手順]

- ・消しカス 1.00g を酢酸エチル 4.00mL で溶かす。
- ・酢酸エチルが揮発し、まとまるまで混ぜる。

[結果]

実験中の変化

アセトンと同様によく溶け、揮発するまで 20 分ほど時間を要した。

実験後の変化

硬度はアセトンよりも硬かつた。(図10)



図10 酢酸エチルで溶かした物

[考察]

酢酸エチルはアセトンと同じような結果が見られたが、アセトンよりも揮発性が低く、硬度は高いためアセトンの代用物にはなりえるが、アセトンよりも使いづらい。

5. 結論

使用する有機溶剤はアセトンが最も適し、次に酢酸エチルが候補にあがる。

6. 展望

アロンアルファについてより正確性の高い実験方法を行うことで精密な実験結果を得る。

アロンアルファ以外の接着剤について試し、硬度を高める方法を模索する。

自分たちで作ったものを同様の方法で作る。

7. 謝辞

助言や実験の準備を手伝ってくださった杉本先生、花田先生ありがとうございました。

8. 参考文献, 引用文献

<https://www.tombow.com> 「消しゴムの原料」