

高吸水性樹脂の性能理解と廃棄方法の最適化

Understanding the performance of polymer and optimizing disposal methods

Abstract

Polymer is a material used for disposable diapers. However, the environmental burden is a problem as waste containing a large amount of moisture and requires a lot of energy at the time of incineration. Therefore, we thought environmentally friendly disposal methods that we can do at home by adding a dehydration process. Indeed, we assumed dehydration can be achieved by adding ionic substances, and compared the amount of dehydration due to the difference in valence. In addition, we conducted an experiment to measure the combustion efficiency of polymer were burned.

1.はじめに

高吸水性樹脂はおむつなどに使われている、自重の400倍～1000倍の質量の水を吸水することのできる物質である。しかし、多量の水を含む廃棄物となり環境負担が問題となっている。そこで、脱水工程を加えるなどして、家庭でもできる環境に優しい廃棄方法とは何かを考える。

高吸水性高分子はデンブレンやポリビニルアルコールを主鎖とし、これにポリアクリル酸ナトリウムをつないだものであるが、膨潤した高吸水性樹脂にイオン性の物質を加えると高吸水性高分子内にイオンが押し込まれ、マイナス部分の反発が小さくなるため脱水されると考え、実験を行った。

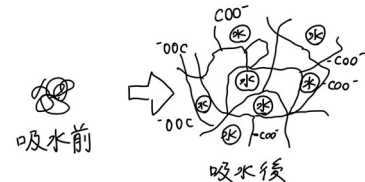


図1 高吸水性樹脂の考えられる吸水メカニズム

2.研究方法

【実験1 脱水量の測定】

1 高吸水性樹脂の最大吸水量を測定するため、ティーパックに0.1gの高吸水性樹脂を入れたものを300 mlのH₂Oが入ったビーカーにそれぞれ3つずつ1分、3分、5分、10分、20分間つけて次の時間の値との差が小さくなった時点を最大吸水量とした。

2 イオン性の物質を膨潤した樹脂に0.02mol添加し脱水量を比較した。また、0.05molでも同様の実験を行った。

【実験2 燃焼効率の測定】

一定時間燃焼させた後、残った物質の重さを量ることで吸水量の違いによる燃焼効率を比較しようと考え、るつぽに0.1gの高吸水性樹脂を入れてガスバーナーで燃焼させた。

【実験3 浸透圧による影響の確認】

高吸水性樹脂の脱水の過程で浸透圧が関係しているのかどうかを調べるために、イオン性の物質でないスクロース0.02molを添加して脱水量を調べた。

3.研究結果

【結果1】

表1 高吸水性樹脂の最大吸水量を求める実験の結果

H2Oに浸した時間	樹脂入りティーパック1	樹脂入りティーパック2	樹脂入りティーパック3	平均値	樹脂なしティーパック
1分	36.97[g]	30.05[g]	45.10[g]	35.3[g]	1.67[g]
5分	31.01[g]	51.14[g]	40.25[g]	38.73[g]	2.23[g]
10分	43.20[g]	52.43[g]	48.84[g]	46.08[g]	2.19[g]
20分	40.38[g]	38.05[g]	58.24[g]	43.48[g]	1.78[g]

10分以降、5つ中4つに吸水量に減少がみられたため10分の時点を最大吸水量とした。

表2 NaCl 0.02mol(1.17g)を添加した時の脱水量

	樹脂入りティーパック1	樹脂入りティーパック2	樹脂入りティーパック3
NaCl添加前[g]	40.06	32.77	47.78
NaCl添加後[g]	7.65	9.76	9.20
脱水量[g]	32.41	23.01	38.58

表3 NaCl 0.05mol(2.93g)を添加した時の脱水量

	樹脂入りティーパック1	樹脂入りティーパック2	樹脂入りティーパック3
NaCl添加前[g]	40.68	33.21	35.21
NaCl添加後[g]	11.62	6.37	11.72
脱水量[g]	29.06	26.84	23.49

表4 CaCl₂ 0.02mol(2.22g)を添加した時の脱水量

	樹脂入りティーパック1	樹脂入りティーパック2	樹脂入りティーパック3
CaCl ₂ 添加前[g]	44.23	42.23	43.76
CaCl ₂ 添加後[g]	2.18	2.15	2.97
脱水量[g]	42.05	40.08	40.79

表5 CaCl₂ 0.05mol(5.55g)を添加した時の脱水量

	樹脂入りティーパック1	樹脂入りティーパック2	樹脂入りティーパック3
CaCl ₂ 添加前[g]	38.58	36.45	38.88
CaCl ₂ 添加後[g]	3.33	2.43	3.01
脱水量[g]	35.25	34.02	35.87

表6 MgCl₂ 0.02mol(1.90g)を添加した時の脱水量*

	樹脂入りティーパック1	樹脂入りティーパック2	樹脂入りティーパック3
MgCl ₂ 添加前[g]	44.14	39.49	27.56
MgCl ₂ 添加後[g]	3.7	2.69	5.0
脱水量[g]	40.44	36.8	22.56

* 潮解性が高かったため水溶液として添加した

表7 AlCl₃・6H₂O 0.02mol(4.83g)を添加した時の脱水量*

	樹脂入りティーパック1	樹脂入りティーパック2	樹脂入りティーパック3	樹脂入りティーパック4	樹脂入りティーパック5
AlCl ₃ ・6H ₂ O 添加前[g]	58.85	43.18	43.92	64.17	41.78
AlCl ₃ ・6H ₂ O 添加後[g]	2.54	2.42	2.49	2.34	2.28
脱水量[g]	56.11	40.76	40.81	61.83	39.5

* 潮解性が高かったため水溶液として添加した

ティーパック4は操作手順を誤ったため添加前の重さが他のものを大きく超えているがその後の実験は同様の手順で続けた。

陽イオンの価数が高いイオン化合物を添加するほど、同じ物質を添加したときの脱水量は大きくなった。

【結果2】

樹脂だけを燃焼させたとき、樹脂は写真のように黒く焦げた。



図2 燃焼後の高吸水性樹脂

また、異臭のする黒煙も同時に発生したため、樹脂の燃焼実験は取りやめる事とした。

【結果3】

表8 C₁₂H₂₂O₁₁を0.02mol(6.84g)添加した時の脱水量

	樹脂入りティーパック1	樹脂入りティーパック2	樹脂入りティーパック3
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ 添加前[g]	48.25	73.82	34.69
C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ 添加後[g]	52.18	78.91	41.06
脱水量[g]	2.91	1.75	0.47

ほとんど脱水は見られなかった。

イオン性の物質である塩化ナトリウム、塩化カルシウム、塩化アルミニウムを添加した際の脱水率(脱水量/吸水量×100)はそれぞれ、78%、95%、96%となったが、スクロースを添加した際の脱水率は4.3%であった。これにより、高吸水性樹脂の脱水に、浸透圧の影響はかなり少ないとわかった。

4.考察

価数が多い程、高分子内に押し込まれる陽イオンがより多くのCOO⁻に結びつくことができるため、脱水量が多くなったと考えられる。少量の樹脂であっても一酸化炭素や、二酸化炭素が発生しているのであれば実際はさらに多くの有害物質が発生していることが懸念されるため、リサイクルを目指すのが良いと考える。イオン性の物質と同じ物質のスクロースを添加する実験で効率の良い脱水ができなかったため、イオン性の物質でなければ脱水することができない。塩などを用いれば、家庭でも脱水することが可能であるが、おむつなどの脱水の際には衛生面にも気をつけなければならないため、実現するためには課題が残っている。

5.謝辞

大阪大学大学院薬学研究科教授の井上豪先生から高吸水性樹脂の扱い方に関するご助言をいただきました。ありがとうございました。

6.参考文献

- ・岐阜県立岐阜高等学校自然科学部化学班 一高吸水性ポリマーを利用した陽イオンの検出— (日比野良平)
- ・紙おむつの回収・リサイクルに関する脱水性に優れた高吸水性樹脂 SDPグローバル株式会社 (森田英二)
- ・SSH脅威！？おむつの吸水力～吸水性高分子ポリマーについて～ (2012 岡本和己 松本拓海 河田大樹)