



簡易アンモニアソーダ法から得られた生成物の分析

奈良女子大学附属中等教育学校 5年 ●●

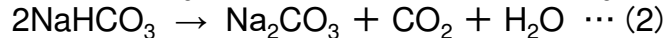
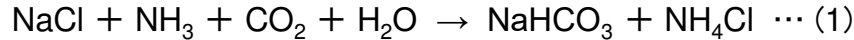
指導教員 ●●

1. はじめに

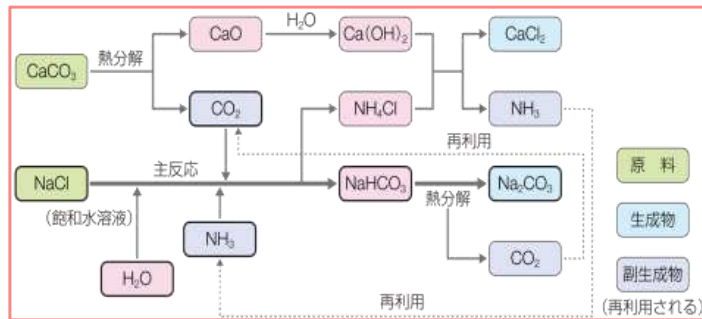
ガラスやセッケンの原料である炭酸ナトリウムは、工業的にはアンモニアソーダ法(ソルベー法)により合成されることを化学の授業で学んだ。

この方法では、アンモニアを吸収させた食塩水にソルベー塔で炭酸ガスを吸収させて炭酸水素ナトリウム(重曹) NaHCO_3 を析出させる(式1)。

析出した白色粉末をろ過して 200°C で焼成して炭酸ナトリウム(ソーダ灰) Na_2CO_3 とするものである(式2)。



文献を調べてみると、実験室でも実施可能な簡易アンモニアソーダ法があったので、実際に実験を行った。すると式1に相当する操作から得られた白色粉末からは、アンモニア臭がした。この白色粉末は、炭酸水素ナトリウムではなさそうだ。疑問を解決したいと思い研究を行った。



2. 白色粉末の生成

飽和NaCl水溶液 15mL

← 28% NH_3 水 15mL

← 袋が十分に膨らむまで CO_2 を注入 ①

反応が進み、溶液は白濁したが、袋がしぼむまで振り続けた ②

1日放置 ③

吸引ろ過のあと、自然乾燥 ④

白色粉末 2.94g

NaHCO_3 ??

白色粉末の性質

- ・水によく溶けた
- ・水溶液は塩基性
- ・アンモニア臭
- ・炎色反応は黄色

得られた白色粉末は
純粋な NaHCO_3 ではない



① CO_2 注入



② ポリ袋内で反応
(PP製260mm×380mm)

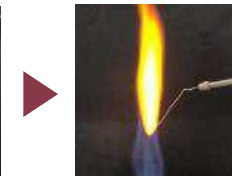


③ 白色粉末が析出



④ ろ過

(炎色反応)



黄色の炎が観察できた

白色粉末を溶かした溶液を白金線に付け、バーナーで加熱した。

3. 実験・結果・考察

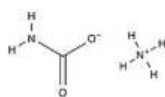
実験1. 白色粉末の水溶液の滴定曲線

得られた白色粉末は純粋な NaHCO_3 でないのなら、白色粉末の滴定曲線は純粋な NaHCO_3 とは異なる曲線になる。また、滴定曲線から白色粉末の式量を求められると考えた。

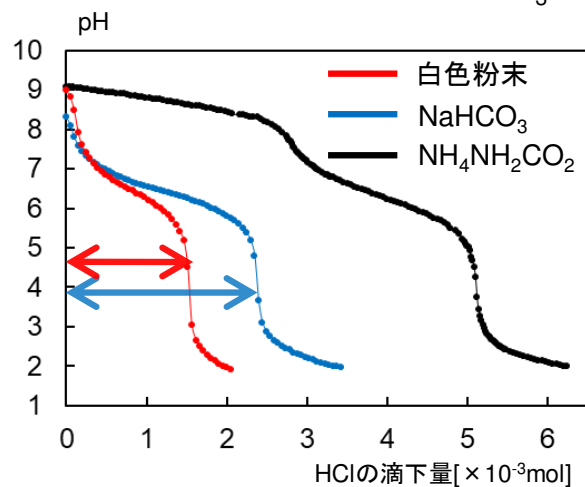
NH_3 水中に CO_2 を通じたとき、最初に生成する物質がカルバミン酸アンモニウム $\text{NH}_4\text{NH}_2\text{CO}_2$ であることが知られている。そこで、白色粉末の滴定曲線の形を、 NaHCO_3 と $\text{NH}_4\text{NH}_2\text{CO}_2$ のものと比較した。

カルバミン酸アンモニウム
 $\text{NH}_4\text{NH}_2\text{CO}_2 = 78.07$

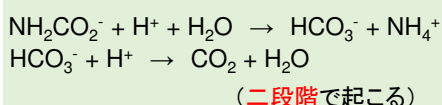
乾いた空気中では安定。湿った空気中では NH_3 を放出して NaHCO_3 に変わる



結果1 白色粉末0.20gを水20mLに溶かして、0.10mol/Lの塩酸で滴定した。比較のため、市販の NaHCO_3 と $\text{NH}_4\text{NH}_2\text{CO}_2$ でも滴定を行った。



$\text{NH}_4\text{NH}_2\text{CO}_2$ の中和反応



考察1

白色粉末の滴定曲線は NaHCO_3 や $\text{NH}_4\text{NH}_2\text{CO}_2$ と似ていない。また、滴定曲線は $\text{NH}_4\text{NH}_2\text{CO}_2$ と同様、2段階であった。pHジャンプまでのHCl滴下量より、見かけの式量は NaHCO_3 より大きいと考えられる。

4. まとめ・今後の予定

- ・中和滴定より、白色粉末の水溶液は、塩基性(0.20g / 20mL水のpHは9)であり、滴定曲線は、 NaHCO_3 と $\text{NH}_4\text{NH}_2\text{CO}_2$ とも異なっていた。
- ・白色粉末の水溶液に Ca^{2+} を加え、加熱すると多量の白色沈殿が生じた。これは、 $\text{NH}_4\text{NH}_2\text{CO}_2$ の挙動と似ており、 CO_3^{2-} が含まれている可能性がある。
- ・炎色反応の結果より、Naが含まれていることが分かった。

➡ 白色粉末には NaHCO_3 と $\text{NH}_4\text{NH}_2\text{CO}_2$ の混合物、さらに NaNH_2CO_2 や Na_2CO_3 も含まれている可能性がある。

簡易アンモニアソーダ法の飽和食塩水、アンモニア水、二酸化炭素の反応から得られた白色粉末は純粋な炭酸水素ナトリウムではないことがわかった。実験条件として、低温(氷水中)や高温(40°C)でも合成を行っている。今後、様々な条件で合成した白色粉末中に含まれるイオンの定量分析や熱分析(TG-DTA)を行うことで、生成物の組成を決定させたい。

参考文献

- 1) 安藤淳平, 佐治孝, 無機工業化学第4版, 東京化学同人, 1995, pp.93-95.
- 2) 水間武彦, 化学と教育 2014, 62, 128.
- 3) 西川友成, 化学教育1974, 22, 313.
- 4) 西川友成, 化学と教育, 1989, 37, 634.
- 5) 日本化学会(編), 実験化学講座9無機化合物の合成と精製, 丸善, 1958, pp.136-137.