

硝石について

2609 小倉和樹 2629 中島悠太 2639 矢作勇一

要旨

火薬の原料である硝石を様々な方法を用いて生成させる実験を行った。初めに古土法を用いて硝酸カリウムを析出させる実験を行ったところ、硝酸カリウムを取り出すことに成功した。

また、他の方法でも硝石を生成させるために、硝石丘法を用いた実験でも硝酸カリウムを取り出すことができた。その他に培養法による実験についても継続しておこなった。

本論

1. 目的

「火薬の原料」である硝酸カリウムを自分たちの手で生成させることを目的として、硝石の研究を行った。古来より行われている古土法と硝石丘法を用いて硝酸カリウムの生成を試みた。

2. 方法

実験 I (古土法)

(1) 実験道具、試薬、材料

- ・床下の土 (0.96 kg) ・水 (5.0L) ・炭酸カリウム K_2CO_3 (適量)
- ・ポリバケツ ・ろ紙 ・ろうと ・ビーカー (1L) ・ガスバーナー
- ・線香 ・薬さじ

(2) 実験手順

- ① 家の軒下などの直接雨があたらない所の土を用意する。
- ② その土を多量の水の中に入れ、ろ過する。
- ③ ろ過した液をビーカーに入れ加熱し、炭酸カリウムを加えながら水分を蒸発させる。
- ④ 水分がすべて蒸発した後、ビーカーに残った結晶に少量の純水を加える。
- ⑤ それを乾いたろ紙に塗り、線香の火で燃やす。

(3) 結果

炭酸カリウムの量を最小限にした結果、(写真1、2)のように結晶を溶かした溶液を塗ったところだけが激しく燃えた。この結果から、この溶液には硝石が含まれていると考えられる。



(写真1) ろ紙の燃焼の様子



(写真2) 燃焼後のろ紙の様子

実験Ⅱ（硝石丘法）

（1）実験道具、試薬、材料

- ・田の土　・稲わら　・牛ふん　・水（5.0L）　・アンモニア水（1.0mol/L）
- ・炭酸カリウム K_2CO_3 （適量）　・衣装ケース　・ポリバケツ　・ドリル
- ・線香　・薬さじ

（2）実験手順

- ① 田んぼの土、牛フン、刻んだ稲わらを大きなプラスチックケースに入れ、よく混ぜる（写真3）
- ② そこに一週間に一度、アンモニア水 200mL を加えてよく混ぜ、数ヶ月放置する。
- ③ ポリバケツに土と水を入れよくかき混ぜ、数日間放置した後にその上澄み液をろ過する。
- ④ ろ液の濁りを取るため、活性炭を加え、再びろ過する。（写真4）
- ⑤ ろ過した液体をビーカーに入れ、ガスバーナーで加熱しながら炭酸カリウム K_2CO_3 を加えながら蒸発させる。（写真5）
- ⑥ 生じた沈殿をろ過し、再びろ液を加熱し、結晶を蒸発乾固させる。（写真6）
- ⑦ 生じた結晶を少量の純水に溶かし、それをろ紙に塗り、線香で点火する。



（写真3） 土、牛ふん、稲わらを混ぜたもの



（写真4） 上澄み液のろ過の様子



（写真5） ろ液の加熱の様子



（写真6） 再度ろ過した物の様子

(3) 結果

結晶を溶かした溶液をろ紙に塗り、線香で点火した結果、写真のように溶液を塗ったところだけが激しく燃えた。(写真7, 8) この結果から水溶液に硝石が含まれていることが分かった。



(写真7) 燃焼の様子



(写真8) 燃焼後の様子

実験Ⅲ (培養法)

(1) 実験道具、試薬、材料

- ・田の土 ・雑草 ・牛ふん ・PETボトル (2Lを3本) ・アンモニア水 (1.0mol/L)
- ・ガーゼ (3枚) ・輪ゴム (3個) ・葉さじ

(2) 実験手順

- ① PET ボトル (2L) を半分ほどの大きさに切る。
- ② PET ボトルの底に雑草を敷き詰める。
- ③ ②の上に牛フン、田の土を混ぜたものを敷き詰める。
- ④ ②と③を交互に層状に重ねる。(写真9)
- ⑤ 週に一度アンモニア水 100mLを加える。
- ⑥ 暖かいところで培養させ、様子を見て切り返す (かき混ぜる)。(写真10)



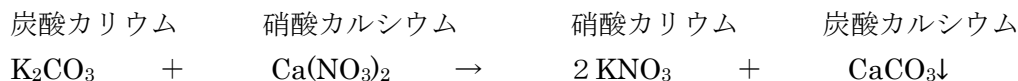
(写真9) はじめの状態



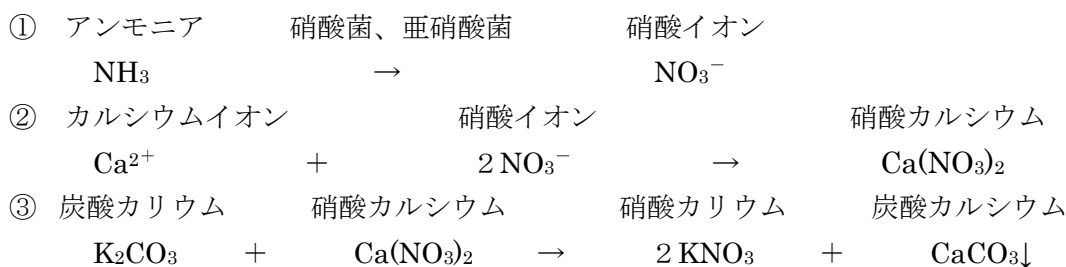
(写真10) 現在の状態

4. 考察

古土法による実験の結果から、軒下の土に含まれていた硝酸カルシウム $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ が再結晶中に加えた炭酸カリウム K_2CO_3 （植物灰の主成分）と反応し硝酸カリウムが生成したと考えられる。よって、床下の砂や土には、動物の糞尿や死骸より生じたアンモニアが、長時間かけて硝酸イオンに変化していることが確認できた。



硝石丘法による実験から硝酸菌、亜硝酸菌によってアンモニア (NH_3) が硝酸イオン (NO_3^-) に変わり、土の中に含まれているカルシウムイオン Ca^{2+} と反応して $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ が生じ、加えた炭酸カリウム K_2CO_3 と反応し硝酸カリウムが生成したと考えられる。



本実験では、本来用いる動物の糞尿や植物灰を使用せず、アンモニア水と灰の主成分である炭酸カリウムを用いることで、短期間に硝酸カリウムを生成することができたのではないかと考える。

5. 今後の展望

- ・今回の実験では、古土法において床下の土 1 Kg から、硝石を何 g 取り出すことができるかについても検証しようと試みたが、そこまで追求できなかった。今後は定量的な実験についても行いたい。
- ・現在継続中の培養法においても硝酸カリウムが取り出せることを確認し、さらに短期間で大量に硝酸カリウムを生成する方法についても模索していきたい。
- ・今回硝酸カリウムの確認として、水溶液をろ紙に塗り、その部分のみが燃えることで判断した。今後は取り出した硝酸カリウムの精製を行った上で、分析機器を用いて硝酸カリウムの化学的同定を行いたい。

6. 参考文献

火縄銃と焰硝

<http://www.geocities.jp/shimizuke1955/370hinawajuu.html>

加賀藩の火薬　　1. 塩硝及び硫黄の生産

<http://www.geocities.jp/shimizuke1955/370hinawajuu.html>