

世界一長い線香花火を作る

宮城県仙台第三高等学校 普通科

要旨

私たちは外国からの輸入物が多い線香花火について、燃焼時間の長いものを自作することを目的とし、市販品の実験と自作による検証を行なった。まず市販の線香花火を用い、火薬量と燃焼時間の関係を調査したところ、正の相関が見られた。次に、火薬の配合を自分たちで変えながら線香花火を自作した。最も燃焼時間が長かったのは、木炭:硝石:硫黄=25:25:50の割合で、2分53秒を記録した。ただ、火球は落ちなかった。このことから、和紙の厚みに着目し、先行研究などから薄くて繊維が細かい和紙が理想的な火球の形成に有効であると考察した。私たちは火薬の配合・量、紙の工夫によって燃焼時間を伸ばすことが可能であると結論づけた。

1 はじめに

最近の線香花火は、私たちが幼い頃に行っていたものよりも燃焼時間が短いように感じられた。そこで調べてみると、現在日本で販売されているほとんどの線香花火は外国からの輸入物であるということがわかった。更に調査を進めると、輸入された線香花火よりも国内生産された線香花火のほうが燃焼時間が長い傾向にあることが判明した。今では、線香花火を国内で生産しているのは2社しか残っていないことも確認できた。そこでその1社である筒井時政玩具花火製造所について調べたところ、筒井時政では天然の松煙を使用しており、一定の配合量を保っていても火をつけたときの燃え方が少し異なり、配合を変えたり、燃え方の良い箇所を手作業で探したりすることで美しい燃焼を作り出していることがわかった。これが外国で機械によって作られた線香花火よりも国産の線香花火が精密である要因であると考察した。また、筒井時政玩具花火製造所に貴社の線香花火の燃焼時間はあえてその時間に設定しているのか、また技術的に限界があるからなのかを尋ねてみたところ、初代線香花火の燃焼時間に基づいて制作していることがわかった。そこで私たちは、線香花火を実際に自分たちで作ってみることで燃焼時間が長い線香花火を作ることができるのではないかと

考え、このテーマを元に探究活動を進めることを決意した。

2 考察

i 市販の線香花火を用いて行った実験

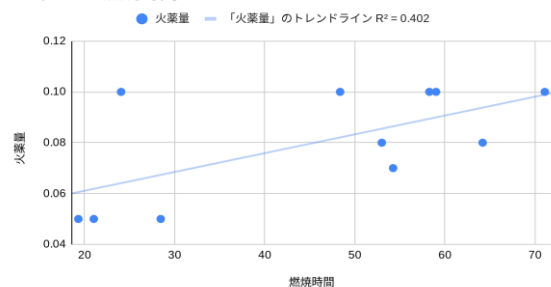
①調査・実験の方法

私たちは、線香花火の燃焼時間と火薬量に相関関係が見られるかを考察するために、市販の線香花火を用いて実験を行った。様々な火薬量の線香花火を購入し、着火させ、燃焼時間を記録した。

②結果

残念ながら、火薬の材料や配合率まではわからなかったが、以下のグラフのような相関が見られた。

火薬量 と 燃焼時間



相関係数は、0.402。このことから、正の相関が見られることがわかる。

③考察

線香花火の燃焼時間と火薬量に正の相関が見られたことから、火薬の量を増やせば燃焼時間が伸びると考えた。

ii 線香花火制作

①調査・実験の方法

材料 木炭・硝石・硫黄

～線香花火の作り方～

1. 上記の材料を均一になるまで混合する
2. 作った混合物を 0.1g 取り、和紙の一端にのせ、全体をひねりながら整える

実験 i で火薬と燃焼時間の関係を調査したので、火薬量は変えず、実験 ii ではどの配合の火薬が燃焼時間を伸ばすためにもっとも有効であるかを調べることを目的とした。今回の実験では、先行研究で使われた火薬の比率を参考としながら、燃焼の仕方によって火薬配合を変化させていった。

②結果

木炭:硝石:硫黄=25:25:50 のとき燃焼時間が最も長く、2 分 53 秒を記録した。ただし、私たちが作成した線香花火では、火球が落ちる反応が見られなかったため、線香花火特有の火花が散らなくなったタイミングを燃焼時間の終了とした。



③考察

先行研究では、木炭:硝石:硫黄=15:75:10 の火薬を用いており、私たちの実験との誤差

が大きかった。硝石(酸化剤)が多いと反応速度が速くなる傾向があり、木炭や硫黄を多く含むと燃焼時間がゆっくりになるため、燃焼時間を重視する私たちと線香花火の美しさを重視する先行研究との間で差が出たことが原因であると考察する。

iii 火薬を包む和紙について

①調査・実験方法

私たちが作成した線香花火は本来みられるはずの火球の落下がみられなかった。通常使われている線香花火の和紙よりも、私たちが使った和紙の方が分厚かったためだと考えた。私たちはティッシュ等を用いようと考えたが、ティッシュでは燃えるまでの時間が早すぎて測定が難しかった。また自分たちではこれ以上薄い和紙を見つけることができなかったため、先行研究等を参考にして考察することにした。

②結果

大阪府立高津高等学校科学部の先行研究によると、紙が薄いほど、火が紙で包んでいる火薬まで到達する時間が短くなり、また、その時間が短いほど線香花火の上部に火が燃え移っていかなくなるため、紙の燃焼時間が長くなった。紙が厚いものは繊維が密集しているため薄いものほど酸素供給がされず、紙が丈夫であるため燃焼のスピードが遅く、火玉が形成される温度まで上がらなかったと推測した。

③考察

紙が厚いものは繊維が太く密集しているため薄いものほど酸素供給がされず、紙が丈夫であるため燃焼のスピードが遅く、火玉が十分な大きさまで成長しなかったと考える。よって、燃焼時間を延ばすのに最適な紙は、繊維が密集している薄い巻紙である。

3 まとめ

私たちの研究の中では、線香花火の燃焼時間を延ばすための条件として、木炭:硝石:硫黄=25:25:50 の割合で作った火薬の量を増やすこと、さらに、繊維が細かく薄い巻紙を使用することが有効であると考えられる。

参考文献

大阪府立高津高等学校化学班.”綺麗に弾ける
線香花火を作ろう”.大阪府立高津高等学
校.2023/04,

<https://kozu-osaka.jp/cms/wp-content/uploads/2023/04/72e001337bfc4a100edc237795784c01.pdf> (参照 2025/04)

abstract

井上 智博.”線香花火:美しさの秘密が明らかに”.東京大学 工学系研究科.

https://www.t.u-tokyo.ac.jp/hubfs/shared-old/press/data/setnws_20170214105314409952431139_947388.pdf (参照 2023/11)

We conducted an experiment to find ways to extend the burning time of sparklers. By analyzing the relationship between burning time and the amount of gunpowder, we found that increasing the amount of gunpowder increases the burning time as long as the spark ball does not fall. We also created sparklers with different ratios of gunpowder. We think the optimal ratio of gunpowder for sparklers is Carbon:Saltpeter:Sulfur=25:25:50. While we aimed to make long-lasting sparklers, we realized that the short burning time of around one minute may be the charm of sparklers.