

■最優秀賞

天然樹脂を利用したモデルロケットのコーティング技術の開発

岡山県立倉敷工業高等学校
 科学部モデルロケット開発チーム
 山野井彩乃 横井咲月 志水絢香

1. はじめに

この研究を始めたきっかけは、リバネス社とロッキード・マーティン社、日本モデルロケット協会、千葉工業大学がロケット工学に取り組む女子中高生に対して、指導と支援をしてくれる「Girls Rocketry Challenge」というプログラムに、私たちが全国で4チームのうちの一つに選ばれたことによる。

どのようなコンセプトでロケットを開発するのか考えたとき、私たちは、プログラムの目標の一つである、日本モデルロケット協会が主催する全国大会で上位入賞を実現できるモデルロケットを開発したいと考えた。モデルロケットは、木やプラスチック、紙など金属以外の素材を使って製作し、市販されている、火薬でできたエンジンを使って打ち上げるロケットである。全国大会の競技種目には、パラシュート等の減速装置により、ロケットが空中に滞在する時間の長さを競う「滞空競技」と、ロケット自体が到達した最高高度を競う「高度競技」とがあり、私たちは、ロケット自体の性能が重視される「高度競技」用のロケットに重点を置いて、開発を進めることにした。

2. 天然樹脂を利用したコーティングについて

ロケットを高く打ち上げるには、軽量化と強度の向上という、相反する条件を満たす必要がある。また、大会は雨でも開催されるため、防水対策が必要になる。さらに、機体内部に仕込んだ減速装置を打ち出すため、爆発による熱風が機体内部を通過するので、耐熱処理も必要となる。全国大会に出場する多くの開発者は、人工樹脂でコーティングすることで、強度と耐水性、耐熱性を向上させている。

私たちは、フリーのアプリである「OPEN ROCKET」を使って、設計とシミュレーションを行った後、実機を作り、テストフライトで実際の飛行の様子を確認するという過程を繰り返し、開発を重ねた。私たちが学校でテストフライトを行うとき、風向きによっては、階段もはしごもなく、誰も行くことができない屋上に乗ってしまい、回収不能になることが何度もあった。実際の大会でも、場外に飛んでいき、回収不能になることもある。人工樹脂でコーティングしたロケットでは、回収不能になったとき、自然には分解されないため、自然環境に負荷をかけてしまうと考えると、少しでも自然に負荷をかけないロケットを開発したいと思い、私たちはロケットのコーティングに、天然樹脂を用いることにした。

コーティングに適した天然樹脂について調べた結果、目に止まったのが「柿渋」であった。「柿渋」は渋柿を発酵させて作る天然樹脂で、昔から強度や耐水性を高めるための塗料として利用されていた。「柿渋」について、より詳しい情報を調べると、京都にあるトミヤマという会社が

様々な柿渋を販売していることがわかった。そこで、その会社の社長に直接電話をかけ、柿渋ごとの特長を教えてもらい、コーティングに利用する柿渋を決定した。図1の左側の方が、耐水性向上と補強とを目的に、下地に塗る柿渋であり、右が耐熱性と補強、さらには表面を滑らかにするため、上に塗る柿渋である。柿渋の塗布前後での電子顕微鏡による表面構造を観察すると、図2のように明らかな違いがあった。左上の処理前よりも右上の耐水処理用の柿渋塗布後、さらに、左下、右下の順に、耐熱処理用の柿渋の塗布によって繊維の間が柿渋で充填されていく様子を観察できた。そして、この結果から、ロケット本体を作る和紙には表裏ともに、それぞれの柿渋を二度塗りし、強度と耐水性、耐熱性の向上を図ることにした。

耐水性を確認するため、ロケット本体に利用する和紙、及びフィンに、柿渋のコーティングを行い、製作したロケットに約60 mLの水をかけて、10分間静置した後の変化の様子を観察した。結果は、水の浸透による重量増加は



図1 ロケットのコーティングに使用した柿渋（左が耐水性向上用、右が耐熱性向上用）。

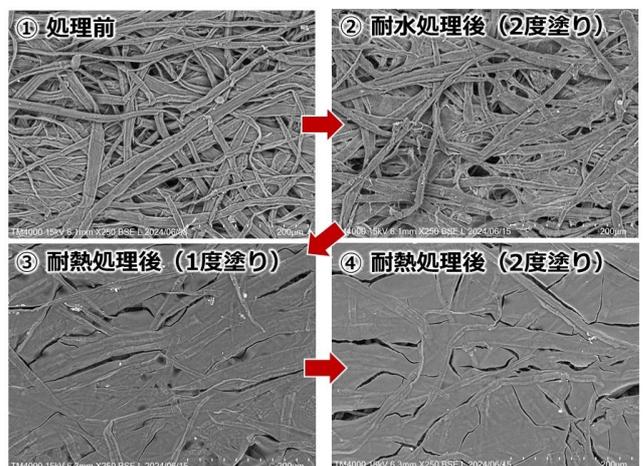


図2 ロケット本体に用いた和紙表面の電子顕微鏡画像（元画像は250倍で撮影）。

約0.07 gであり、強度の低下は見受けられなかったため、大会で用いる競技用のロケットにも、同様のコーティングを行うことにした。図3が、実際に大会の高度競技で使用したロケットである。本体には78.5 g/m²とコピー用紙程度の薄い和紙を、また、フィンには1 mm厚のバalsa板を用いて製作した。重量は約4.6 gと非常に軽い。柿渋のコーティングによって、耐水性と耐熱性だけでなく、強度も向上しているため、特に全長方向の力に対しては変形することなく、また横風に対しても流されることなく、飛行も非常に安定した機体を開発できた。



図3 開発した高度競技用ロケット。

3. 全国大会の結果

全国大会の各競技の結果を表1に示す。太線で囲んだ高度競技の結果を見ると、同じ設計と製作方法の機体で参加した科学部顧問の先生が、私たちを超える成績を残し、私たちが設計し、製作方法を考えた機体の優秀さを実証してくれた。大会当日はかなりの雨で、私たちのゼッケン番号が19番と20番だったため、20機ずつ打ち上げる高度競技で、10分以上、機体が雨に打たれてしまったが、それでも機体を破損したり、強度が低下したりすることなく、良い記録が出たことから、私たちが行った柿渋のコーティングが、かなり有効であったと考えている。

4. 今後に向けた課題とまとめ

私たちが開発した柿渋によるモデルロケットのコーティングは、全国大会の結果から、有効であることがわかった。一方、耐水性については、わずかに水の浸透があったため、より撥水性を高めるような、柿渋の塗布の方法や塗布する順序など、改良を重ねていきたいと考えている。

謝 辞

私たちに、モデルロケットの開発を通して、このような素敵な研究機会を与えてくださったリバネス社、ロッキード・マーティン社、日本モデルロケット協会、千葉工業大学の皆様に深く感謝する。また電子顕微鏡を無償貸与してくださった、故・寺田大平氏をはじめとした日立ハイテク社の皆様に深く感謝する。

表1 第45回モデルロケット全国大会（2024年10月5日@ JAXA 筑波宇宙センター）の結果。

出場選手	滞空競技	高度競技	総合成績
横井咲月	失格（場外着地） （45秒35） 幻の個人1位	70m66 （個人12位）	
山野井彩乃	19秒43 （個人12位）	62m03 （個人22位）	
藤田学（教員）	26秒57 （個人3位 団体3位）	78m86 （個人4位 団体3位）	3位

岡山県立倉敷工業高等学校 科学部モデルロケット開発チーム

私たちの研究成果を、口頭発表や報告書で発表する機会を与えていただき、深く感謝しています。ロケットについては、アニメや漫画に興味をいただいていたので、実際に作って飛ばすことができ、とても楽しく研究を進めることができました。これからも大会で優勝することを目標に、研究を続けていきたいと思っております。このたびはありがとうございました。

