

和紙とこんにゃく糊を用いた気球素材の開発

(京都府立洛北高等学校) ○上野瑠海, ○岡崎周, ○桑原咲楽, ○藤澤俊介

1. 研究の背景と目的

宇宙に近い環境で観測・実験を行う方法として安価な気球開発が宇宙産業で期待されている。本研究では、より軽量で環境負荷の少ない材料として、主に和紙とこんにゃく糊に着目し、気球製作を目指した素材開発と実験を行っている。

2. 実験方法

材料として、工業和紙および再生コピー用紙を用いた。こんにゃく糊は水 100mL にこんにゃく粉を 0.5%、1%、2%になるように入れ混合したものを紙の片面のみに刷毛で塗布し 24 時間以上乾燥させた。また、セルロースナノファイバーの効果を確認するため、水 100mL にこんにゃく粉 1%を混合したものにセルロースナノファイバー（レオクリスタ，第一工業製薬株式会社）をそれぞれ 3g、6g、9g 混合したこんにゃく糊を作成し使用した。また、アルカリ処理として、水 100mL に 1g の水酸化カルシウムを溶かしたものを、こんにゃく糊を塗布し乾燥させた後に刷毛で塗った。気球に使用する素材として、軽量であること、強度が高いこと、気密性が高いこと、加工しやすいこと等が求められるため、作成した用紙の質量、強度、気密性を測定した。

2-1. 質量

15cm×15cm の作成した用紙の質量を電子天秤で測定した。

2-2. 強度

3cm×15cm の用紙を使用し、ばねばかりと棒を用いて作成した強度測定装置を用いて手で引き、紙が切断される直前の力の大きさを測定し強度とした。

2-3. 気密性

風船とプラスチックの管を用いて作成した気密性測定装置を用いて、風船の空気が抜けるまでの時間を測定し、気密性の指標とした。また、顕微鏡で和紙繊維の様子を観察した。

3. 結果と考察

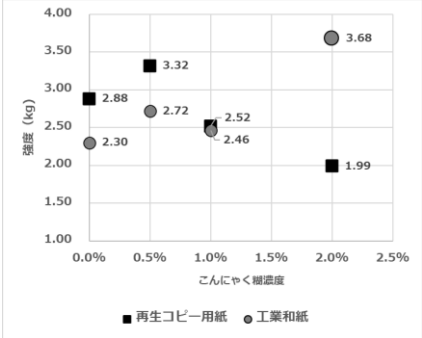


図 1. 用紙およびこんにゃく糊濃度と強度

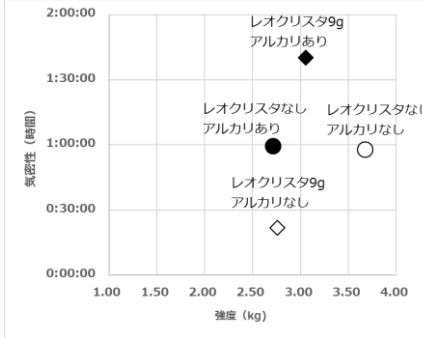


図 2. アルカリ処理の有無と強度・気密性

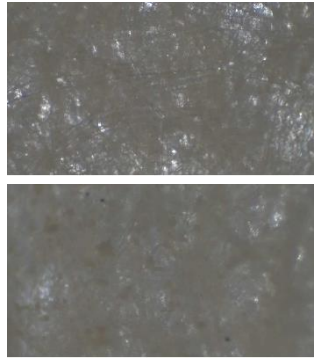


図 3. アルカリ処理前後の用紙の様子
(上：処理前、下：処理後)

再生コピー用紙と工業和紙の強度には大きな違いがなかった。しかし、再生コピー用紙はこんにゃく糊の濃度を上げるほど強度が下がったが、和紙ではこんにゃく糊の濃度を上げると強度が上がる様子がみられた（図 1）。また、再生コピー用紙と工業和紙の質量はそれぞれ 1.5g と 0.91g となっており、気球の材料として用いることを考えた場合、軽い方が望ましいため再生コピー用紙よりも工業和紙が適していると考えられる。工業和紙にこんにゃく糊を塗布する場合、こんにゃく粉の濃度を高くするほど風船の空気が抜けるまでの時間が長く、気密性が高くなった。しかし、2%以上にすると粘性が上がり刷毛で塗布しにくいため、2%の濃度が一番適していると考えた。

レオクリスタをこんにゃく糊に混ぜることで、紙の隙間を埋める効果を期待したが、レオクリスタの量が増えるほど、気密性が下がる結果になった。また、こんにゃく糊のみを塗ったもの、こんにゃく糊にレオクリスタを混ぜたものを塗ったものそれぞれに水酸化カルシウム溶液を塗ったところ、こんにゃく糊にレオクリスタを混ぜたものが強度・気密性ともに高くなった（図 2）。顕微鏡で繊維の様子を観察しても和紙繊維の隙間を塞いでいる様子が観察できた（図 3）。これは、こんにゃく粉に含まれるグルコマンナンやセルロースナノファイバーにアルカリ処理を行うことでゲル化が起こったことが原因であると予想される。以上のことから、気球素材としては和紙を用い、2%のこんにゃく糊にレオクリスタを混ぜ、アルカリ処理を行ったものが適していると考えられる。