

紙素材の開発とデザインの展開

Research on Paper made from Discarded Cellulose Materials

■ 黄 翊 HUANG Yi

愛知県立芸術大学大学院 柴崎幸次研究室

Aichi University of the Arts

■ キーワード：エコロジー リサイクル 繊維素材

はじめに

本研究は、紙の材料の応用範囲を拡大し、紙の強度を向上させ、再生繊維素材の潜在能力をデザインに活用することを目的としている。2022 年から 2023 年の前半にかけての初期実験を通じ、和紙を使用した立体作品を作成し、プロダクトデザインに応用して、紙の耐久性をテストした。さらに、さまざまな廃棄物素材を使用し、再生紙の可能性を探った。また、再生紙製造会社からの学びを通じて、紙の強度向上の方法を学んだ。

これを基に、廃棄予定の和紙のロール紙を再生し、空間に活用する方法に焦点を当てた。本研究ノートでは、上記の研究と、学んだ経験をアート作品の制作にどのように応用したかについて報告する。本研究では、直接和紙を使用するのではなく、和紙の特性と美しさを他の素材と組み合わせ、強靱な材料を製造し、製品デザインと空間デザインに応用することで、紙の可能性を伝えることを目指している。これにより、紙の用途が拡大し、廃棄物素材の再生によって環境保護に貢献する方法が提供されるだろう。伝統的な紙の使用にとどまらず、現代のデザインとエコロジーの融合に貢献することを目指す。

1. 和紙の可能性を広げる実験

和紙を使用した立体造形物を制作した。制作には、下記のような工程を経た。

- ①. 型の構想: 自然な視覚効果を持ち、山岳や波などの自然をテーマにしたデザインを構想した型を選択。例: 山岳と波。
- ②. 材料: 一般的な生活ツールの中から、スタイロフォーム、発泡スチロール、金網、アルミホイル、木棒、和紙を使用。
- ③. 制作: 発泡スチロールで 50cm×50cm の山岳の型を作成し、ヒートガンで山の起伏を表現。スタイロフォームとアルミホ

イルを使用して波と川の型を作成。

④. 和紙の貼り合わせ

⑤. 接着と乾燥: 酢酸ビニール系接着材を使用し、24 時間硬化させた(図1)。



図1 制作した立体感がある和紙の試作

この実験では、最終的に山岳の型を使用して照明をデザインした。立体の紙の耐久性を上げるために、樹脂と酢酸ビニール系接着材の効果をテストし、最終的には樹脂よりも紙の触感と外観を保つために酢酸ビニール系接着材を選んだ。ただし、時間の経過とともに自立性が徐々に低下する可能性があるため、接着剤の使用量をさらに研究する必要がある(図2)。

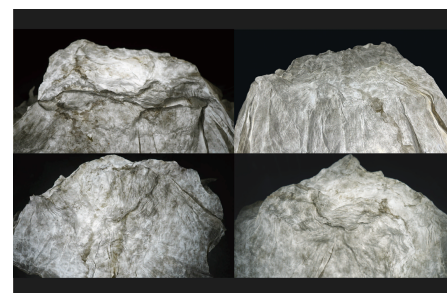


図2 制作した立体和紙の照明デザイン

2. 新素材の探求

以上のプロセスにより、繊維素材には無限の可能性があることが確認できた。異なる厚さと強度の紙を製作可能である。この結果から、さまざまな素材を和紙と組み合わせた紙を使用した研究へと展開できるだろう。

バラの花びら、バナナの皮、蛋の殻、玉ねぎの皮などの生活廃棄物を材料として再利用し、紙の試作を行った。これにより、紙の硬度が向上し、糖分の多い素材ほど硬度が高くなる傾向があることが分かった。たとえば、バナナの皮は糖分が多く、バナナの皮のみを使用して紙を作成することができ、その強度は比較的高い。一方、蛋の殻のような繊維のない素材は、和紙の原料と組み合わせて紙を制作する必要がある、その硬度も比較的低い(図3)。



図3 廃棄した果物の繊維で制作した紙

3. 再生紙製造会社の見学

2023年5月12日に、大阪にある山陽製紙株式会社の製紙工場を訪問し、再生紙の製造を専門とする会社を見学した。この会社は日常の廃紙をリサイクルし、それをパルプにし、特殊な化学物質を添加して再生紙を製造している(図4)。製造過程では、耐久性に優れた糸を新しい紙の間に挟み、紙造り機材を使用してクレープ紙を作り出す。これらの再生紙は優れた強度と耐久性を持ち、鉄鋼、電線の梱包など、ユーザーの用途やニーズに合わせて広く使用されている。これらの方法は、本研究の紙の強度向上の研究に非常に役立った。

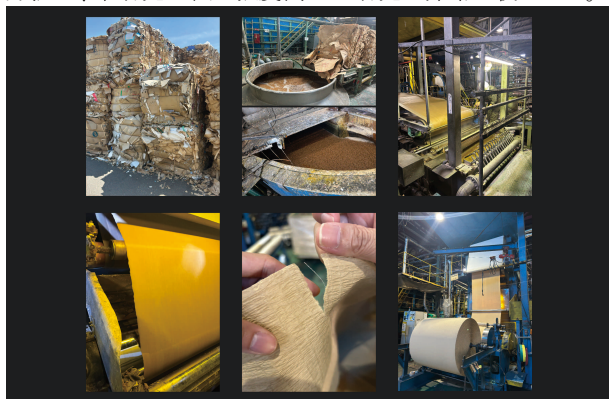


図4 製紙工場の製紙過程

4. 試作

和紙のロール紙を使用して大型の紙を制作し、長さ、幅、高さが各2メートルのトンネルのような立体展示空間を試作し

た。先行研究から、スタイロフォームと発泡スチロールを使用して、立体の山岳と波のモデルを各々長さ1メートル、幅2メートルで制作した。山岳と波のテーマのモデルを各々作成し、その後、和紙のロール紙を多層に貼り合わせ制作した。また、強度を増す部分にはサイザル麻繊維を用いた。この段階では、特に紙の強靱性に注目し、再生紙の作成に関して学んだ方法を活用した。

最終的には、天井、壁、床全てが紙で作られた空間を作成するのが目標だが、今回は試作として天井と壁部分の木枠に張るかたちで制作した(図5)。



図5 長さ、幅、高さは各2メートルの紙の立体空間

山岳型の紙は4つ作成し、そのうち2つは酢酸ビニール系接着材のみを使用して形を固定し、強度を向上させた。したがって、乾燥後も元のロール紙の淡い黄色の色合いが保たれている。暑い夏の日でも、室内で自然乾燥させるために通常2〜3日かかる。強度を対比するために、残りの2つはボンドの上に柿渋も塗って防水性を高めることで、品質が向上した上に耐久性も高くなった。

柿渋は赤褐色なので、紙は赤褐色に変色し、岩のような外観を持つ。ただし、強度を向上させるために柿渋を何度も塗布する必要があり、各回に1日の乾燥時間がかかる。柿渋を3回塗ったため、通常の乾燥時間が2〜3日から約6日に延びた(図6)。

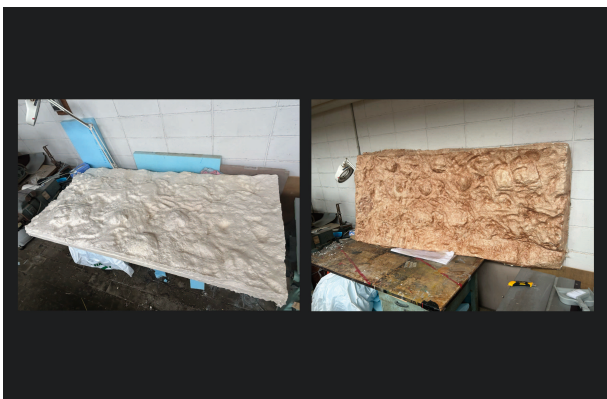


図 6 山岳型の紙

波型については、ボンドのみを使用したものと、ボンド、柿渋、大和藍の組み合わせを使用したものの 2 つを作成した。ボンドのみを使用したものは淡い黄色だが、海の色合いを出すために、紺色の大和藍の染料を塗った。必要な濃さにするために、塗料を何度も塗る必要があった。この塗布作業の結果、最終的に色は深い紫になった(図 7)。

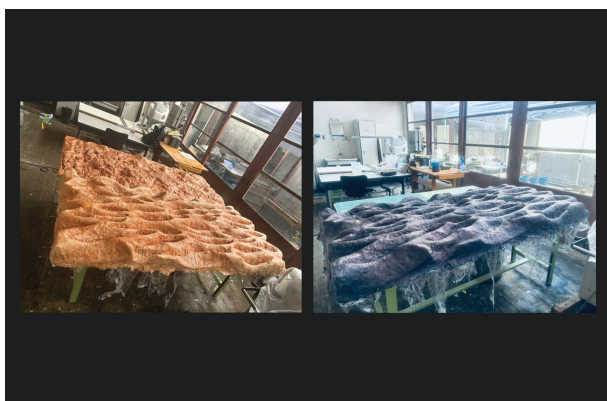


図 7 波型の紙

まとめ

上記の研究と実験を通じて、紙の強度を向上させる方法についての理解を深めることができた。紙の強度は接着剤と強化剤を塗布することで徐々に向上させることができる。しかし、時間の経過とともに再塗布が必要になる可能性があるため、接着剤の量を継続的に調査する必要がある。また、塗布回数が増えるにつれて、紙の色合いが濃くなることも課題である。

将来的には、他の廃棄物素材を活用して家具を制作し、ここで学んだ経験を家具デザインに応用する予定である。これにより、紙の材料と他のセルロース材料の組み合わせに関するさらなる可能性が探究できれば、その応用範囲が広がる。また、廃棄物素材の再利用を通じて、環境保護に貢献する方法についても継続的に探求していく。

謝辞

最後に、山陽製紙株式会社の皆様に心から感謝申し上げます。ご親切なご案内と貴重な時間をいただき、大変有意義な見学となった。今後もより一層の研究と実践を通じて、紙産業への貢献を目指していく。