

研究課題	持続可能な和紙製造技術と地域資源活用の研究				
氏名	李ガン (LEE KANG)	所属	自然科学系文化財科学分野	職名	専任講師
APRIN e-ラーニングプログラムの受講 <input checked="" type="checkbox"/> ←受講済の場合はチェックをすること					
<b>【研究成果の概要】</b> (文字の大きさ9ポイント・字数800字～1600字程度)					
<p>本研究は、文化財修理に用いられる楮繊維和紙の製造において、伝統的に使用されてきた粘剤であるトロロアオイの代替となり得る天然粘剤を模索し、各粘剤が紙シートの地合、物理的特性に与える影響を比較検討した。現代の和紙生産では夏季の抄紙も行われているが、トロロアオイは高温期に腐敗しやすく、ホルマリンやクレゾールといった化学的防腐剤に依存する場合がある。これらの防腐剤は微量であっても紙中に残存する可能性が否定できない。紙の長期保存性への影響については十分な報告があるとは言えないが、環境および人体への負荷を考慮すると、持続可能な文化財保存の観点から代替材料の検討が求められる。</p> <p>そこで本研究では、従来トロロアオイに加え、サボテン粘剤、コンニャク粘剤、純グルコマンナン粘剤、アクリル系化学粘剤を比較対象とした。特にサボテンは、夏季でも常温下で腐敗しにくく、長期間の保存が可能であり、粘液の抽出も比較的容易である点に着目した。実験では、各粘剤を含む繊維懸濁液を調製して抄紙を行い、抄紙前の繊維沈降速度が可能な限り一致するように粘剤水溶液の粘度を調整した。その結果、コンニャクおよび純グルコマンナンは他の粘剤に比べて高い粘度を示し、トロロアオイ、サボテン、化学系粘剤は互いに近い低粘度を示した。</p> <p>地合の評価の結果、トロロアオイを用いたシートが最も良好であり、サボテン粘剤を用いたシートも比較的高い地合を示した。化学系粘剤を用いた紙シートもこれらと同様の傾向を示した。一方、コンニャク粘剤は最も不均一な地合を示し、純グルコマンナン粘剤はコンニャクよりはやや改善されたものの、トロロアオイやサボテンには及ばなかった。これらの結果は、静的状態で観察される繊維分散状態と、実際のシート形成過程における流動・脱水・乾燥中の挙動とが必ずしも一致しないことを示している。すなわち、抄紙前の繊維懸濁状態が同等であっても、粘剤の種類によってシート内部での繊維の再配列や粘剤の残留挙動が異なり、その差異が最終的な地合の違いとして現れたと考えられる。</p> <p>さらに、電子顕微鏡観察においても同様の傾向が確認された。コンニャク粘剤を用いた紙では、滑面・荒面のいずれにおいても粘剤膜はほとんど観察されなかったのに対し、トロロアオイ、サボテン、化学系粘剤、純グルコマンナンを用いた紙では、滑面では粘剤膜はほとんど認められないものの、荒面側には比較的厚い粘剤層の形成が確認された。これは、コンニャク粘剤が繊維表面に強く吸着して移動しにくい一方で、その他の粘剤は繊維との親和性が比較的低く、脱水・乾燥過程で上層へ移動して残留したことを示唆するものである。</p> <p>また、地合の良好な紙ほど表面が平滑であり、物理強度が高い傾向が確認された。地合が不均一な場合、繊維の凝集によりシート内に空隙や弱い結合領域が形成され、これが応力集中点となって引張強度や引裂強度の低下につながると考えられる。さらに、色調に関しては、サボテン粘剤では葉緑素由来の色素の影響によりL値がやや低くb値が高い傾向を示し、コンニャクは最も明るく均一な色調を示した。一方、純グルコマンナンを用いた紙では、繊維表面への残留により光散乱が抑制され、相対的にL*値が低下した可能性が示唆された。</p> <p>以上の結果より、サボテン粘剤は地合、物理的強度のいずれの面においてもトロロアオイと同等の性能を示しており、環境負荷の低い材料として評価できる。一方、コンニャクおよび純グルコマンナン粘剤は物理的性能に課題が残るものの、条件の調整により改善の余地があり、今後の検討対象となり得る。</p>					
<b>【研究成果発表方法】</b>					
研究成果については、以下の学会で発表を行う予定である。					
① 文化財保存修復学会（ポスター発表、2026年6月実施予定）					
② ICON Book & Paper Group symposium（ポスター発表、2025年10月実施済み）					
③ Exploring Sustainable Viscosity Agents for Traditional Japanese Papermaking in Conservation, Kang Lee, Studies in Conservation (2026年度中に論文投稿予定)					

※発表論文名（口頭発表を含む）、氏名、学会誌等名（投稿中・投稿予定・執筆中）を記入すること。

※本経費を用いて、報告書（冊子等）を作成した場合には、本様式とともに1部を提出すること。

なお、提出された報告書は教育実践研究推進本部を通じて附属図書館へ寄贈する。