

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 韓 允熙

様々な生物材料の中でも人間の文化・歴史と共に歩み、未来にまで情報と文化を伝える材料は紙である。中でも、古代から現在さらに未来まで文化を具有して受け継がれていくものが和紙及び韓紙である。紙には文字や歴史的記録以外にも多くの情報が含まれている。そこで本論文では紙文化財を実験対象とし、和紙に使われる分散剤、抄紙技術のメカニズム、打ち紙技術、添加剤の添加方法について分析科学的手法を用いて解析した。

まず、手漉き紙に使われる分散剤であるトロロアオイ、ノリウツギ粘質物に関して化学構造解析を行った。熱分解 GC 分析から、日本産トロロアオイ、韓国産トロロアオイ、ノリウツギを区別・同定することが可能であった。また、日本産トロロアオイにはカルシウム量が多く、韓国産トロロアオイにはカリウム量が多い。この差異が、凝集形成、粘度の差異に関係していることが分かった。分子量分布分析の結果から、これらの粘質物は分子分散しておらず、ある程度の凝集体を形成して和紙製造における分散機能が発現していることが判明した。また、構成糖分析から、日本産トロロアオイはラムノース、ガラクチュロン酸、グルクロン酸が主成分であった。そのほか、古文書で使われていたデンプン等の各種添加剤の種類の判別と添加方法について解析した。

続いて、非破壊による紙表面の繊維配向分析法を確立した。これは、和紙・韓紙の光学顕微鏡写真のフーリエ変換で得られる極座標データの画像処理により、繊維の配向強度と配向角度を得る方法である。そこで、修復紙や各種の手漉きモデル和紙を用いて、上記の繊維配向性分析を行った。その結果、和紙は繊維配向度が高く、韓紙は低配向度となり、漉き箕の動かし方と紙の繊維配向の関係を確認した。流し漉きでは繊維が配向しやすく、一方、溜め抄きでは無配向になることが裏付けられた。本方法は、共進点レーザー顕微鏡による解析方法、超音波伝播速度から求める方法とよく対応していたが、操作性、古文書の完全非破壊分析への応用の観点から本法のほうが優れている。従って、古文書でも本方法で繊維配向度を評価することにより、紙の表裏の判別、抄紙技術等の推定に利用できる。また、関連してフーリエ変換画像解析を利用して箕の目（竹ひごの配列が紙に転写されてできる縞模様）の間隔とその歴史的変遷に関して知見を得ることができた。以上のように、本方法によって得られる情報から、古文書の表裏、製造方法等に関して非破壊で多量の情報蓄積することができる。

そこで、上記の分析方法を、史料編纂所が所蔵する島津家文書のうち、徳川幕府から島津家に送った書状、大徳寺文書、京都府立総合資料館が所蔵する東寺文書、上杉家文書、韓国 HOAM 美術館所蔵の仏教関係及び朝鮮王朝時代の古文書等、実際の文化財に応用し、得られた繊維配向度から当時の抄紙技術、筆記習慣を推定した。評価試料数が十分でないために断言はできないが、14 世紀から 17 世紀における抄紙技術（溜め漉き、流し漉

きの区別)について知見を得ることができた。また、古文書の簀の目の数に関する解析を行った。

続いて、古文書に使われる和紙・韓紙に用いられる打ち紙と、洋紙で利用されているカレンダー処理の効果を比較検討した。自動打ち紙装置の開発を行い、均一な打ち紙(紙を叩いて平滑化/高密度化する工程)処理を行うことを可能とした。打ち紙がもたらす紙の構造的及び力学的変化を明らかにし、古文書料紙の処理法の推定と補修紙の効率的製造への応用の可能性を明らかにした。

以上のように、本研究の結果は、貴重な古文書資料を非破壊で解析する新しい方法を確立し、その方法を適用することにより紙の裏表の判定および製造方法の推定等を可能にした。これまで、限られた人数の職人による判定に依存していたが、本方法によって客観的なデータを多数蓄積することができ、日本のみならずアジア、ヨーロッパにおける古文書解析から製紙技術とその時代の背景を推定することが可能となった。従って、審査委員一同は、本論文が博士(農学)の学位論文として価値あるものと認めた。