

機関番号：84601

研究種目：基盤研究B

研究期間：2008～2010

課題番号：20300292

研究課題名（和文）文化財保存修復に用いる膠の生産に関する研究 - 牛皮膠と魚膠を対象として -

研究課題名（英文）Research on manufacturing of glue for preservation and restoration of cultural property: oxhide and fish glue

研究代表者

山内 章 (YAMAUCHI AKIRA)

財団法人元興寺文化財研究所・研究部・研究員

研究者番号：90174573

研究成果の概要（和文）：本研究は、膠の原料作りから膠の製造に至るまで、石灰・防腐剤・過酸化水素水などの薬品及び添加剤を一切使用せず、牛皮などの動物皮と水だけを用いた膠を製造することが出来た。また、原料作りや膠の抽出と乾燥などの製造技術と装置を開発し、入手ルートを確認したことにより、文化財の修復材料・日本画の固着材・製墨など、各々の用途に適した品質の膠を、原料や品質などの情報を明記して流通させることが可能になった。

研究成果の概要（英文）：In this project, we were able to manufacture glue using only water and animal skins such as oxhide in all processes from raw material processing to glue manufacturing. In these processes, we did not use any chemical or additive such as coal, antiseptic agent and hydrogen peroxide solution. We also developed equipment and manufacturing technology for the processes such as raw material processing, extraction and drying of glue. Establishment of the procurement channel for raw materials also allowed us to distribute quality products appropriate for specific purposes including, but not limited to, restoration material for cultural property, adhesive for Japanese painting and manufacturing of sumi ink, with indication of product information such as raw material and quality.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	5,200,000	1,560,000	6,760,000
2009年度	3,300,000	990,000	4,290,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	9,600,000	2,880,000	12,480,000

研究代表者の専門分野：彩色文化財保存修復技術、修復材料

科研費の分科・細目：文化財科学・文化財科学

キーワード：保存修復・牛皮膠・魚膠・鹿皮膠・生産・製造・品質・流通

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初、画材店等で市販される膠は、和膠の流れを汲む棒状膠（三千本膠・京上膠）、洋膠（板膠・粒膠）、洋膠の2次加工品（パール膠・鹿膠）、兎膠と称する輸入品、液状膠であったが、パール膠の製造工場が廃業し、更に、三千本膠と京上膠を作る工場が平成22

年秋に生産（製造）（以下文では、膠原料の生産、膠の製造と記す）を中止した。三千本膠など膠の流れを汲む棒状膠は文化財の修復材料に使われているが、商品に原料や品質等は明記されないために情報が不確かで、また、原料生産時の石灰や希硫酸等の酸の使用や膠液の漂白など薬品類が膠に及ぼす影響も懸念される。しかし、

文化財修復材料として問題点はあるものの、これらの膠に代わる膠が無いために今まで使われてきたと推察する。製造が中止された三千本膠や京上膠の在庫が無くなれば、文化財修復に用いられてきた膠で入手できるものは兎膠だけになり、兎膠だけでは様々な処置に対応できない事態に陥り、また、和膠を原料とする製墨は品質面で困難な状況になると思われた。

洋膠の名称と洋膠に対する和膠の呼び名の起こりは明治末期にさかのぼる。和膠と洋膠は大正時代から現代に至る長い歳月を経て、膠原料や膠の製造技術・装置は改良され、またあるいは、廃業により消失した原料や技術もある。本研究を開始するにあたり、今日に伝わる和膠と洋膠の製造方法を調査し、新たな膠作りに活かすために和膠と洋膠の長所と欠点の把握に努めた。

和膠の原料は、皮屑を集め乾燥させた皮を使用前に水で戻したものと生ニベ（生皮）を用い、それらに消石灰をまぶし、水をかけ、皮に残る脂肪をケン化して脱脂する。そして、その皮を水槽に入れ、希硫酸などの酸で中和し膠原料とする。原料と水を鉄釜で煮、長時間煮込んで濃縮した膠液を汲み上げ、膠液を箱に入れ冷風を当て凝固させ、断裁、乾燥の工程を経て膠が完成する。

洋膠の原料はクロム皮屑（シェービング屑）を消石灰と硫酸で処理しそれを水で洗浄したもので、原料と水を抽出槽で煮、汲み上げた膠液を濃縮装置で30～50%程度に濃縮し、それを冷却機に流して凝固させ、断裁、乾燥し、膠が完成する。洋膠は膠の抽出工程で過酸化水素水や消泡剤などの薬品を添加するが、近年の三千本膠の製造においても漂白のために過酸化水素水が使われていたようである。

上記の通り、和膠と洋膠のいずれも原料生産から膠製造の工程で薬品や添加剤が使用されている。また、洋膠に防腐剤や保湿剤等の薬品を添加し再加工した膠も販売されている。このように様々な原料や添加剤が使用されているにも関わらず、市販される膠には原料や添加剤および品質などの表示は無く、メーカーや販売元に尋ねても明らかにされない。しかも、膠の性質が文化財修復材料や日本画絵具の固着材に適さない商品も少なくない。このように、三千本膠や京上膠の製造が中止になる以前から、文化財の修復材料として安全・安心に用いられる膠の製造は大きな課題であった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、①原料作りから膠の製造に至るまで、薬品や添加剤は使用せず、皮と水のみで膠を製造すること、②原料・製造工程・膠の品質などの情報を開示し、文化財修復・日本画制作・製墨など各々の用途に適し

た膠をユーザーが選択し使用できる状況を作り、それらの膠を流通させることである。このため、次の2点を重点課題として研究に取り組んだ。①東アジアで古来用いられてきた牛皮膠・鹿皮膠・魚の浮袋膠を、原料は皮（浮袋）と水だけで薬品や添加剤を一切使用しない膠を作る。②原料作り、膠の製造方法、装置を開発し、量産化技術を確立する。

3. 研究の方法

3-1. 膠の原料

牛皮など動物皮から膠を抽出するには脂肪分をある程度除去する必要がある。本研究開始当初から原料生産方法の開発は大きな課題であったが、薬品を使わず脱脂処理する方法は困難を極め、解決までに長い時間を要した。このため、膠の抽出や乾燥など製造方法の実験では数100kg単位の量を手に入る薬品処理された太鼓皮の断ち屑（乾燥牛皮）を原料に用いた。また、鹿皮原料は、研究開始当初は入手できなかったが、乾燥皮の生産技術を開発したことにより、必要量を作ることができた。魚膠は韓国の魚市場で売られている民魚（海水魚、ニベ科のオオニベ）の乾燥浮袋を原料とした。

3-2. 製造実験

1～2kgの少量の原料による膠の抽出と乾燥の実験で得た結果を応用し、洋膠製造工場の設備や機器を使い、または装置を製作、改良し製造実験を行った。

1回の実験に用いた乾燥牛皮は50kg、乾燥浮袋は20kg、乾燥鹿皮は20kgと16kgであった。乾燥皮（乾燥浮袋）の抽出前の処理（洗浄と水漬け）、原料を煮る時間と温度、抽出した膠液から余分な油脂や繊維屑を除去する方法、抽出液の凝固と乾燥処理方法等について、実験を重ねデータを蓄積するとともに、製造方法と装置を改良した。

3-3. 膠の品質と適正検査

試作した膠は、絵具の発色や伸び・塗り斑を比較し、木製品の接着や製墨などで試用し、膠の品質（性質）と用途の関係（如何なる性質の膠がどのような用途に適するか）を調査した。

3-4. 原料生産技術の開発

和膠原料の生産で行われてきた消石灰を用いたケン化による皮の脂肪分の除去と酸による中和処理は、原料を劣化させ、石灰などの残留物の影響も懸念されたため、薬品を使わず脂肪分を除去し原料に適した乾燥皮を作る方法を研究した。

3-5. 膠の量産化方法の開発

上記3-1～3-4の研究成果に、洋膠の製造方法と製造設備の長所を取り入れ、量産化技術と装置の開発を行った。

4. 研究成果

4-1 原料生産方法の開発

薬品や添加剤を使わず動物皮原料を生産する方法を開発した。

4-2 膠の製造

4-2-1 粘度とゼリー強度

膠の抽出実験を牛皮膠は計 32 回、鹿皮膠は 4 回、魚浮袋膠は 4 回行った。

魚浮袋膠は、抽出槽で 80~85℃の温水で 12 時間煮込み、製造した。膠の粘度 7.9、ゼリー強度 187 の品質であった（数値は日本工業規格「にかわの品質 k-6503」の試験による。以下文同様）。この膠は柔軟性よく古来の文献に記載された「弓の接着剤に用いられた」理由が推察できる性質であった。

鹿皮膠は 80~85℃で 12 時間煮込み製造した。粘度 7.6、ゼリー強度 164 であった。薬品処理された太鼓皮（乾燥牛皮）で製造した膠の脂肪分は概ね 0.5%以下であることに比べ鹿皮膠の脂肪分は多く、鹿皮膠で練った絵具の彩色は分散良く塗り斑ができにくかった。これは膠に含まれる油脂が顔料粒子と結びついてコロイド粒子化することで油脂分の少ない膠よりも分散性が高まるのではないかと推測するが、この追究は今後の課題とする。

牛皮膠は 1 番抽出と 2 番抽出を合わせて 32 回生産実験を行った結果、次の成果を得た。①最も粘度の高い膠は、75℃で 5 時間煮た液を汲み上げ、更に 95℃で 12 時間加温した液で作ったもので粘度 13.6、ゼリー強度 304 であった。

②最も粘度とゼリー強度の低い膠は、95 度で 12 時間煮て 1 番汲みを取った後、再度水を加えて 95℃で 16 時間煮て抽出したもので粘度 3.2、ゼリー強度 1 であった。

③最もゼリー強度の高い膠は、72℃で 5.5 時間煮て抽出した液で作ったもので、粘度 8.2、ゼリー強度 530 であった。

④彩色絵具の接着や固着に適する膠は、90℃で 15 時間煮て抽出した液で作ったもので、粘度 10.8、ゼリー強度 290 と、95℃で 12 時間煮て抽出した液で作った膠で、粘度 7.6、ゼリー強度 259 であった。

⑤膠の抽出時間を長くし温度を上げると、膠の粘度とゼリー強度は低くなり、煮る温度と時間を調整すれば必要な性質の膠を概ね作れることがわかった。

4-2-2. 膠の pH

膠の生産に用いた水は地下水で pH は 6.6 (18℃) であった。その水と原料で生産した魚浮袋膠の pH は 6.7、鹿皮膠（原皮は薬品処理していない）の pH は 6.8 であった。

生皮を石灰と酸で処理された太鼓皮屑で製造した牛皮膠の pH は 5.2~5.6 で、太鼓皮屑が酸性寄りであったことが原因と推測する。また、薬品処理せず生産した牛皮原料で製造した膠の pH は 6.7 であった。

太鼓皮屑で製造する膠の抽出工程で pH 値を上げるために木灰を入れた水の上澄み液 (pH11~12) を加えることで膠液を pH6.2~7.2 にすることができたが、無薬品の原料を使う場合は木灰水を加える必要はない。

4-2-3. 抽出槽

本研究で使用した抽出槽はステンレス製であるが、槽の改良前に鉄製配管の溶接箇所から抽出時に錆が出て、抽出液が弁柄色になった。液を乾燥させて作った膠は赤茶色を呈していた。平成 21 年度まで生産された三千本膠や京上膠に赤い斑点を見ることがあったが、これは鉄釜で膠が抽出されるときに混入した錆の可能性も考えられる。

平成 20 年度から 21 年度半ばまでの実験で抽出液の表面に油脂が浮き、細かな繊維屑も除去しにくかった。この欠点を改良するために、抽出槽内に吸着材を取り付け、膠の抽出を行った結果、油脂や繊維屑が吸い取られ、絡まり、液表面に浮く油脂が見られなくなった。

4-2-4. 乾燥工程

本実験では汲み上げた膠液は箱に取り分け、冷風を当て、凝固、乾燥させ、ある程度乾燥したところで、温風を循環させた乾燥室に入れ乾燥を促進させた。従来、和膠製造では乾燥工程を天日干しで行ったが、人手を要し、腐敗や凍結のリスクを伴うため、膠を量産するには適さないと考えた。そのため、本研究では洋膠の濃縮技術を応用し、濃縮した液を冷却装置で凝固させ、乾燥室で風乾する方法を採用した。

4-3. 研究成果のまとめ

生牛皮や生鹿皮を薬品処理せず、膠製造に適した乾燥皮を作る技術を開発した結果、牛皮膠については牛の種類や性別・年齢を選択した原料を生産することができるようになった。

研究成果のまとめとして製造した牛皮膠の品質は、1 番汲みと 2 番汲みの膠は鼈甲色でガラスのように透き通っていた。それらの膠で練った絵具は発色良く、塗り斑を生じにくく、筆感滑らかであった。また、3 番汲みの膠は白黄土色で、膠液は絵具の分散良く、塗り斑を生じにくかった。市販のドイツ産兎膠のゼリー強度が低くなり、より扱い易くなったような性質の膠である。これらの膠は太鼓皮屑で製造した膠よりも絵具の発色や伸びに優れ、また、薬品を使用していないため、今後更に研究を進めれば、文化財修復材料や日本画絵具の固着材、墨作りに有効な膠になる可能性が高い。

5. 主な発表論文

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 0 件）

〔学会発表〕（計 4 件）

- ① 山内章、「文化財保存修復に用いる膠の現状と今後の展望 - 韓国の事例を中心として -」、文化財保存修復学会第 31 回大会、平成 21 年（2009）
- ② 山内章、「文化財保存修復に用いる和膠の生産研究と今後の展望」、文化財保存修復学会第 32 回大会、平成 22 年（2010）
- ③ 山内章、「文化財保存修復に用いる膠の生

産研究」、韓国文化財保存科学会第32回大会、平成22年(2010)

- ④ 山内章、「通度寺靈山殿多宝塔壁画の保存修復処置 - 修復材料に膠を用いた処置 -」、韓国円光大学校2010年後半期文化財保存修復学韓・日学術大会、平成22年(2010)

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計1件)

名称：膠、その製法および製造装置

発明者：山内章、寺脇一幸

権利者：山内章

種類：特許

番号：特願2010-127095

出願年月日：平成22年(2010)6月2日

国内外の別：国内

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山内 章 (YAMAUCHI AKIRA)

財団法人元興寺文化財研究所・研究部・
研究員

研究者番号：90174573

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

仲 政明 (NAKA MASAOKI)

京都嵯峨芸術大学・芸術学部・准教授

研究者番号：50411327