

澄打紙に求められる基本的性質の解明について

金沢大学理工研究域 物質化学系
山岸忠明 (工学博士)

1. まえがき

金沢の伝統産業技術の中に箔打ちがある。ナノスケールの厚さまで金を延ばす箔打ちの技術は、現在の最先端の科学技術をもってしてもなしえない非常に優れた技術である。その製品である金箔の特性は、箔打ち職人の技術と箔打ち紙に依存する。伝統・文化の面で、優れた金箔を作る技術を後世に残すことは重要である。これまで、箔打ちの技術および箔打ち紙の製法や使い方は、職人の個人的な経験に委ねられてきた。これら箔打ちに必要な技術や経験によってなされてきた箔打ち紙の製法・使い方を科学的に明らかにすることで、箔打ちの基本的技術の蓄積と伝承が確立されるとともに、新しい箔打ちの技術が生み出される可能性がある。加えて、箔の原料となる澄を打つ紙（澄打紙）の需要が高まっているにも関わらず、手すき和紙職人の不足、澄打紙の原料となる「ニゴ」の不足が表面化しており、新しい澄打紙の開発が急務である。そこで今回は澄打紙に焦点を絞って、澄打紙に必要とされる性質や機能を明らかにすることによって、澄打紙の代替材料の可能性を探る。

2. 実験方法

優れた澄打紙は「ニゴ」が必要不可欠である。これまでの研究により、「ニゴ」の含有量によって澄打紙の性能が大きく変わることが明らかとなった¹⁾。そこで、この「ニゴ」の性質を分子論的に解析することを試みた。

さらに、「ニゴ」は稲穂から取ることができ、最近の日本の農家では稲穂をそのまま刈ることがないため、きわめて入手困難である。稲穂を粉碎したパルプから「ニゴ」の成分を取り出すことができれば、「ニゴ」の入手における問題は解決する。そこで、稲穂を粉碎したパルプから高濃度のアルカリ水溶液を使った抽出作業によって「ニゴ」を多く含む澄打紙用のニゴ紙料が得られると考えられ、その諸条件の検討を行った。

3. 実験結果と考察

紙の構造を化学的に見ると、セルロースと呼ばれる直鎖状の高分子化合物が集合してマイクロフィブリル（フィブリル）を形成し、これがさらに集合して繊維細胞群となる²⁾（図1）。この繊維細胞群の中にわずかな隙間があり、全体として多孔質な構造となっている。この繊維群を水中に入れると繊維が水を吸って膨潤し、柔軟になって可塑性を示す。この状態で繊維どうしがもつれて絡み合っている薄い層を乾燥させたのが紙である³⁾。このように、紙の性質、例えば強度は、繊維が絡み合うという機械的な力とセルロース分子間の結合（水素結合という）の化学的な力から生み出される。

澄打紙には繊維成分として7割以上の「ニゴ」が必要不可欠であることが報告されている¹⁾。「ニゴ」とは、

稲穂下部の節から下の次の節までの

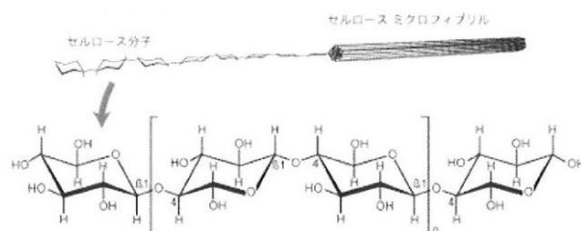


図1. セルロースの分子構造とマイクロフィブリル

間のまっすぐな茎状部分をさす。顕微鏡観察などから、「ニゴ」は箔打紙の原料であるコウゾ、ガンピ、ミツマタなどの他の繊維に比べて太くて強い繊維であることがわかった。したがって、澄打紙は箔打紙に比べて太くて強い繊維から作られていることから、やや厚くて硬い紙になっていることが伺える。

稲穂を粉砕したパルプから「ニゴ」の成分を選択的に取り出すことができれば、「ニゴ」の入手における問題は解決する。そこで、稲穂を粉砕したパルプから高濃度のアルカリ水溶液を使った抽出操作によって繊維長の短いパルプを溶解させ、「ニゴ」を多く含む澄打紙用の紙料が得られるか検討した。稲穂を粉砕したパルプを様々なアルカリ水溶液（アルカリ濃度：1 wt%・5 wt%・10 wt%・20 wt%・30 wt%）中で一ヶ月以上分散させた状態の繊維を顕微鏡等で観察した。

アルカリ濃度が低い場合は、パルプの分散がうまく起こらず溶液の下部に沈殿してしまった。一方、アルカリ濃度30 wt%以上にすると溶液全体にパルプが分散することがわかった。残念ながら、今回のアルカリ処理後のパルプ繊維に大きなちがいが見られず、「ニゴ」を多く含むパルプを得ることはできなかった。

アルカリ処理後のパルプを乾燥させて紙の調製を行ったところ、アルカリ濃度20 wt%以上でパルプ繊維の線状の凝集が観察され、乾燥が進行するにつれてシート状に紙が形成することがわかった（図2参照）。分散されたパルプ繊維が水の蒸発とともに凝集し、繊維の絡み合いが促進され、紙の強度の向上が起これと考えられた。

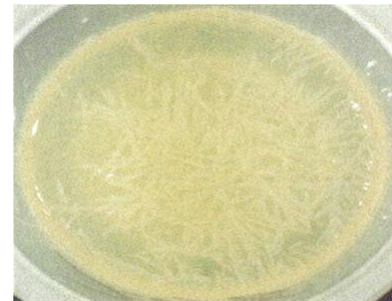


図2. アルカリ処理したわらパルプの繊維状の凝集状態

セルロース繊維が凝集してシート状になると考えると、力学的強度の強いセルロース繊維を規則的に並べれば、丈夫な和紙ができあがる。澄打紙として、「ニゴ」がこのセルロース繊維として適当であるということが指摘されている¹⁾。おそらく、「ニゴ」の繊維の強さと「ニゴ」の繊維が太いために規則的な凝集が起これやすい（繊維の絡み合いが起これやすい）ことが、澄打紙として適した強度を示していると考えられる。

4. 結言

澄打紙の性質は、「ニゴ」によるところが大きい。「ニゴ」は、わらの成分の中でも強度の強い繊維が集まったものであり、この繊維でないと澄打紙ができないと言われている。したがって、「ニゴ」と同等の強度と規則的な凝集を促す合成材料が見つければ、「ニゴ」の代替材料となり得る。次年度は、「ニゴ」の特性をさらに明らかにするとともに、代替材料の探索を精力的に行う予定である。

本研究を行うにあたり、石川県箔商工業協同組合および金沢箔技術振興研究所の皆様から、御意見、わらパルプ、打ち紙に関する資料等をご提供いただいた。厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 山崎達文著：「製箔に必需の澄打紙復興事業 報告書」平成21年3月発行
- 2) セルロース学会編：セルロースの事典 朝倉書店（2000）
- 3) 町田誠之著：紙の科学-トイレットペーパーから情報処理まで- 講談社（1981）