

# 亜鉛錯体を用いた新しい再生繊維の開発

化学分野3302天野万葉

## 研究目的

近年、天然由来のセルロースを原料とする再生繊維が注目されている。既存の再生繊維の一種である銅アンモニアレーヨンと類似する手法で新たな再生繊維を生成することで、再生繊維の開発に貢献できると考えた。

特に、銅アンモニアレーヨンが生成時に銅(II)錯体と反応することで、つややかさなどの機能的特性を生み出していることに興味を持った。

本研究では、銅(II)錯体以外の金属錯体を用いるという方法で、新しい再生繊維を生成することを目指した。

## 研究手法

銅アンモニアレーヨンの生成手順は、銅(II)イオンを含むシュヴァイツァー試薬に、一度セルロースを溶解してから硫酸を用いて再生するというものである。銅アンモニアレーヨンの生成手法の軸である、金属錯体を用いてセルロースを溶解させたのちに、酸を用いて再生させるという方法を元に、生成方法を考案した。

### 再生繊維の生成方法

セルロースを  
金属錯体溶液で溶解

酸を用いて  
繊維を再生

## Iセルロースの錯体との反応性の検証

代替する金属錯体を選定するために、候補となる金属錯体とセルロースの反応性を検証する実験を行ったが、いずれとも明瞭な溶解反応を示さなかった。先行研究<sup>2)</sup>によると、溶解反応を示すそうだが、反応系等が不明であったため、再現できなかった。

|                    | [Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup>                                  | [Ni(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ] <sup>2+</sup>                                  | [Zn(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup>                                  | [Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ] <sup>2+</sup>                                  | [Cr(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ] <sup>3+</sup>                                  |
|--------------------|---|---|---|---|---|
| 特徴                 | 従来のも  |   |   |   |   |
| セルロースの溶解           | 溶解する。   | 溶解しない。  | 溶解しない。  | 溶解しない。  | 検証できなかった。   |
| 色                  | 深青色   | 薄紫色   | 無色  | 淡赤色   | 深緑色   |
| 実験 I の<br>セルロースの様子 |  |  |  |  |  |

## IIセルロースの前処理

IIにおいてセルロースと錯体の直接的な反応が確認できなかったため、セルロースを一度反応しやすい状態に前処理を行ってから、錯体と反応させることを考案した。先行研究である、「塩化亜鉛水溶液中でのセルロースの溶解 東京都立小石川中等教育学校 杉本洗樹」<sup>1)</sup>を参照し、セルロース分子同士の水素結合が弱められたフルフラール誘導体等の物質に変更する実験を行った。

**方法:** 100℃で数分間加熱した塩化亜鉛水溶液に、脱脂綿状のセルロースを少しずつ溶かし入れ、粘度の高い状態になった時点で加熱を止める。

**結果:** 粘性のある茶色の物質(図1)が生成。



図1 前処理後の物質

**考察:** 茶色となったのはカラメル化が一部起きたことが考えられる。セルロースが溶解反応を起こしたがフェーリング反応は起こさなかったことから、単糖などには低分子化しておらず、セルロース分子同士の結合が弱まった状態と考えられる。

## IIIテトラアンミン亜鉛錯体との反応

IIにおいて前処理をしたセルロースをテトラアンミン亜鉛(II)錯体と反応させた。亜鉛の錯体を用いたのは、IIにおいて塩化亜鉛水溶液を用いているため、同一の金属を用いて金属間での反応を防ぐ目的である。

**方法:** IIの生成物をテトラアンミン亜鉛(II)錯体溶液に浸した。

**結果:** 生成物は亜鉛錯体溶液と反応し、白色に変化しながら溶液中に溶解した。

**考察:** IIの前処理をした結果、これまで見られなかった溶解反応が見られたことから、前処理によってセルロースと錯体の反応性は高まったと考えられる。



図2 錯体溶液と反応し白く変化する様子

## IVセルロースの再生

IIIの生成物を、シュウ酸と反応させることにより、セルロースを再生することを試みた。シュウ酸を用いたのは、セルロースを除いて錯体溶液と塩を形成するものの水溶性であり、かつ揮発性であるため生成物を取り出しやすいためである。

**方法:** シュウ酸を張ったシャーレにIIIの生成物を駒込ピペットで滴下した。

**結果:** 白色の固体が膜状に生成した。洗浄しても溶解しなかった。

**考察:** シュウ酸と反応させたことで、セルロースと結合していたテトラアンミン亜鉛(II)錯体のアンモニア分子の一部の結合が切れ、その部分にセルロース分子が結合し高分子化した可能性がある。



図3 乾燥後の生成物

## 結論

塩化亜鉛水溶液を用いてセルロースを一度溶解させることで、錯体と反応させることができた。また、シュウ酸を用いることで、セルロースであることと矛盾しない白色固体が生成した。これらのことから、目的とした再生繊維が生成できている可能性がある。

## 今後の展望

IVにおいて生成された物質が、目指していた亜鉛を含む再生繊維であるかは不確実である。今後、セルロースの分子量の測定及び、繊維中の亜鉛の分離をはじめとする、生成した物質を同定するための実験を計画している。

## 参考文献

- 1) 塩化亜鉛水溶液中でのセルロースの溶解 東京都立小石川中等教育学校 杉本洗樹
- 2) Carbohydrate-based Polymer Building Blocks and Biopolymers I Celluloses and Polyoses/Hemicelluloses, T.Heinze T.Libert, Polymer Science: A Comprehensive Reference, 2012

## 謝辞

本研究を行うにあたり、ご助言をいただきました皆様に心より御礼申し上げます。東京科学大学 教授 石曾根隆先生 北越コーポレーション株式会社 根本純司様 また、2年間にわたりご指導くださいました、東京都立日比谷高等学校 藤原將起先生、岩淵寛先生をはじめ、ご協力くださいましたすべての方々に、深く感謝申し上げます。