

木材からの酢酸リグニンの抽出とその活用

兵庫県立加古川東高等学校 課題研究6班

目的や動機

木材中に含まれるリグニンという高分子化合物に着目し、リグニンを木材から抽出して性質を調べ、その性質を活用して新素材の開発を目指す。

予備実験

目的 実験に使用する酢酸リグニンを木材から抽出する。

方法 ソメイヨシノとスギの木粉50gから、常圧酢酸パルプ化法を用いて酢酸リグニンの抽出を行った。

結果 下の表1のようになった。

| 木材 | 収量[g] |
|--------|-------|
| ソメイヨシノ | 2.4 |
| スギ | 4.2 |

表1 抽出物の収量



図1 抽出物（左：ソメイヨシノ、右：スギ）

図1に示す抽出物が得られた。ここで得られた抽出物を酢酸リグニンとし、以後の実験では純度が高いと考えられるソメイヨシノ由来の酢酸リグニンを使用した。

実験1

目的 新素材の開発に向けて、リグニンの溶媒を見つける。

仮説 予備実験に使用した溶液やアルコール類、カルボン酸には溶けるのではないかと考えた。

方法 ①酢酸リグニンを様々な液体に溶かした。
②リグニンスルホン酸とソメイヨシノ、スギ由来の酢酸リグニンについて20mLの乳酸への溶解度を調べた。

結果 ①乳酸と酢酸と水酸化ナトリウム水溶液によく溶けた。
②図2の通りになった。

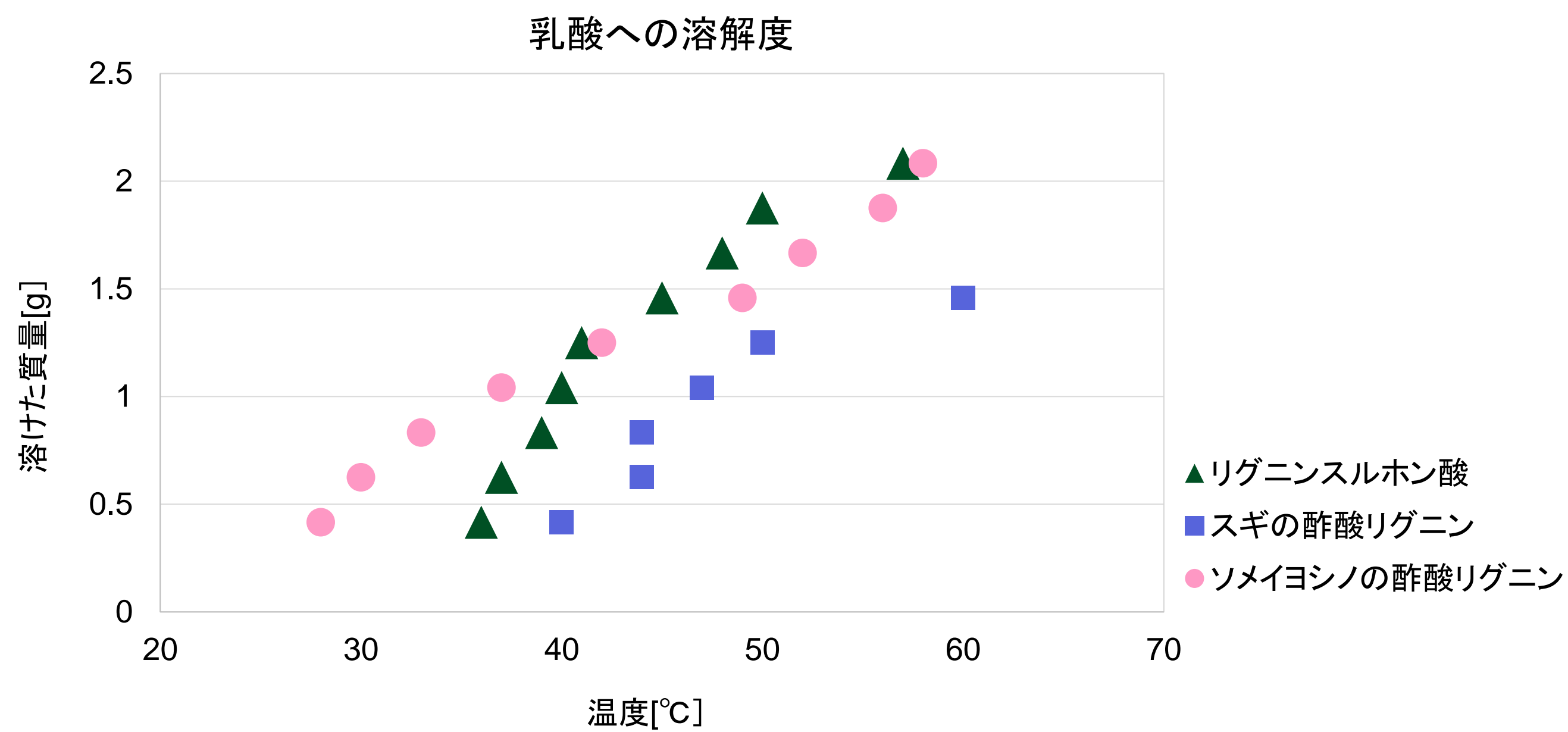


図2 リグニンスルホン酸と酢酸リグニンの乳酸への溶解度

酢酸リグニンが乳酸によく溶ける事が分かった。分子の極性が関係していると考えられる。また、溶解度はどれも溶液が高温になるほど大きくなること、温度が低い時はソメイヨシノ由来の酢酸リグニンの方がスギ由来のものよりも溶けやすいということが分かる。

実験2

目的 酢酸リグニンの乳酸溶液を用いて新素材を開発する。

仮説 生分解性のあるポリ乳酸に紫外線を吸収する酢酸リグニンを混ぜることで、紫外線に強く、生分解性のある素材を作ることができるのではないかと考えた。

方法 酢酸リグニンを乳酸に溶かした質量パーセント濃度の異なる溶液（0.40%、0.80%、1.6%）を230°Cのホットプレートで2時間加熱後、冷凍庫で1日冷却した。

結果 生じたものを図3、4に示す。濃度0.80%、1.6%の方は固まったが、濃度0.40%の方はほとんど固まらなかった。ただし、いずれもしばらく室温で放置していると柔らかくなった。



図3 生成物（左：濃度0.40%、右：濃度0.80%）



図4 生成物（濃度1.6%）

結果から、酢酸リグニンの濃度を大きくすることにより、乳酸は固まりやすくなると考えられる。

まとめ

常圧酢酸パルプ化法により酢酸リグニンを取り出すことができた。また、抽出物は乳酸に溶け、これを加熱すると固体になった。酢酸リグニンが乳酸の脱水に関与していることが考えられる。加熱によって生じた生成物の性質は、熱可塑性樹脂が有する性質に類似している。

実験3

目的 実験2で分子間で脱水反応が進んでいたかを確認する。

方法 酢酸リグニン溶液を加熱し、気体となった物質を液体として回収し、得られた液体を塩化コバルト紙に付け、乳酸に付けた時と比べた。

結果

得られた液体と乳酸をそれぞれ塩化コバルト紙に付けた時の結果を図5に示す。液体を付けた塩化コバルト紙は赤くなったが、乳酸を付けた方は変化がなかった。よって、得られた液体中には水が含まれていたことが分かった。これは、実験2で乳酸同士の間で脱水反応が起きたことを示唆していると考えられる。

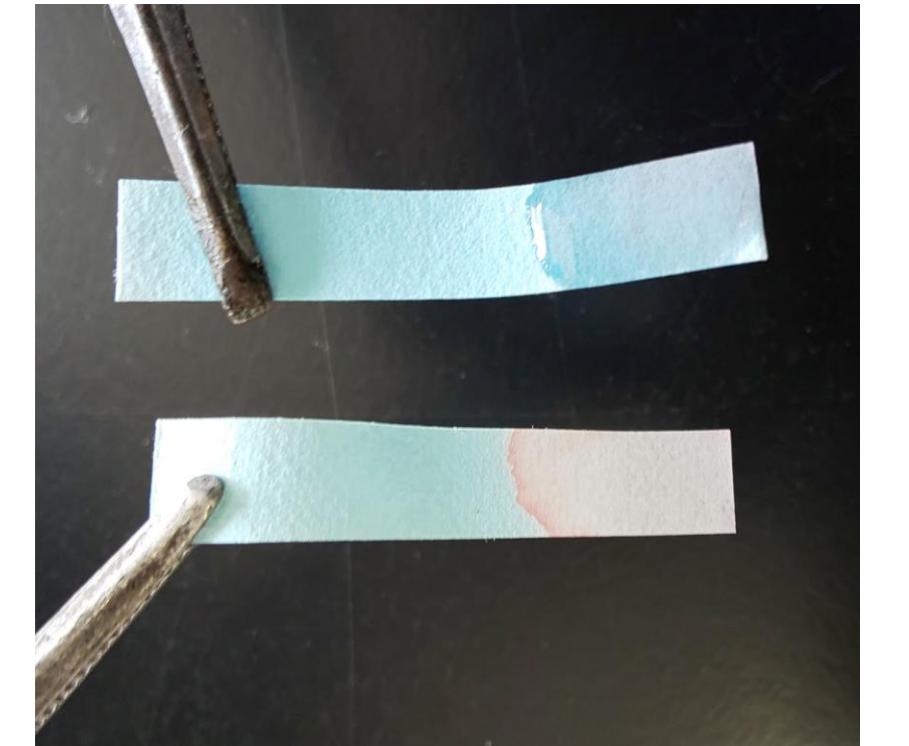


図5 実験3の様子（上が乳酸、下が得られた液体）

実験4

目的 実験2で得られた生成物の物性を調べる。

方法 I.電流が流れるかどうかを電源装置を用いて確認した。
II.ホットプレートを用いて加熱・冷却を繰り返した。
III.液体窒素を用いて冷却した。
IV.加熱して溶かした生成物を、ゴム栓とゴム栓の間に流し込み、冷ました後、一方を固定し他方のゴム栓をばねばかりで引っ張った。
V.生成物の一部に火をつけた。

結果

実験2で得られた物質の物性

- ・電気を通さない
- ・軟化点は100°C前後で融点は約170°Cである
- ・冷却すると脆くなる
- ・接着力がある
- ・加熱によって延ばすことができる

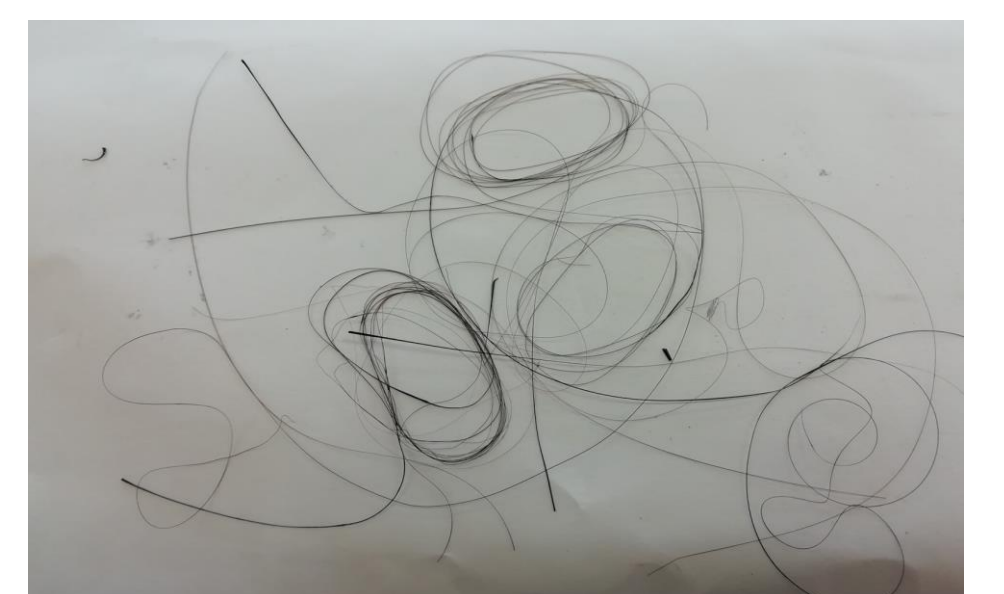


図6 実験4 Vの結果

考察 熱可塑性樹脂に似た性質を持っている。

今後の展望

・実験で得られた生成物の物性を調べるために、どれぐらいの圧力を加えれば変形するのか、光に対する吸収の度合い等を調べる。
・乳酸単体からポリ乳酸を生成し、最終的には酢酸リグニンを含むポリ乳酸を生成することで、実験3で見られた乳酸の脱水反応によるポリ乳酸の生成に酢酸リグニンが関係しているかどうかを確認する。

謝辞

本研究を行うにあたり、釜谷紙業株式会社（本社加古川市）より研究へのアドバイスをいただきました。また、日本製紙株式会社より、実験1・3・4で使用したリグニンスルホン酸を提供していただきました。この場を借りて謝意を表します。

参考文献

- ・リグニンの抽出と利用 2007 年度水曜班
https://www.ed.tus.ac.jp/~kaken/studies/07/07_wed.pdf
- ・林暁、館勇：リグニンと炭水化物との化学結合に関する研究（第1報）、日本農芸化学会誌、Vol.30, No.8, pp.442-445, 1956.
- ・川島信之、バイオベースポリマーとしてのポリ乳酸、有機化学合成誌、vol.61, No.5, pp.496-505, 2003.
- ・ポリ乳酸の合成
<http://digirika.el.tym.ed.jp/wp-content/uploads/2014/02/c208-1-porinyuusann.pdf>