

コンニャクグルコマンナン不織布の力学的性質と タンニン吸着挙動

佐藤良祐*, 山口岳*, 志田奈津美*, 榎靖幸*, 永井大介*, 中村邦男**, 土橋敏明*

*群馬大学大学院理工学府 [〒376-8515 桐生市天神町 1-5-1]

**酪農学園大学 [北海道江別市文京台緑町 582 番地]

1. 緒言

発がん物質を代表とする様々な化学物質による環境汚染に起因するヒトの健康や生態系に対する影響を未然に防止する観点から、効率の良い吸着物質の開発が進められている。ナノファイバーからなる不織布は高い空隙率と広い比表面積により高効率の吸着材料として期待される。一方、不織布はそのままでは力学的強度が十分でない場合も多く吸着効率と力学的強度を両立させるためには何らかの工夫が必要である。また、吸着材料の素材も作製する過程も環境を汚染しないものであることが望まれる。

本研究では、エレクトロスピニング法により作製したコンニャクグルコマンナン(KGM)ナノファイバーからなる不織布をアルカリ溶液で脱アセチル化するとともに水素結合性の架橋をし、その力学的性質とタンニン吸着挙動を調べた。タンニンは工業廃水などに含まれ、水質や土壌が汚染され環境汚染につながっていることが知られている。KGM は水溶性であるため、エレクトロスピニングの際にしばしば観察される有機溶媒の蒸発による環境汚染がないのが利点であり、脱アセチル化するとタンニンを選択的に吸着することが知られている。

2. 方法

エタノールでの洗浄により精製した KGM 粉末(スーパーマンナン, 荻野商店)を MilliQ 水に溶解して、KGM 水溶液を作製した。この KGM 水溶液を遠心分離して不溶物を除き、微量のポリオキシエチレン(9)オクタチルフェニルエーテルを加えて攪拌した後、エレクトロスピニングを行った。KGM ナノファイバーの最適な作製条件は、KGM 濃度 0.6-1.2 wt%, 電圧 28 kV, 溶液流量 25-50 $\mu\text{L}/\text{min}$, 温度 40-43 $^{\circ}\text{C}$, 湿度 20 %, ドラムコレクタから電極までの距離 15 cm であった。SEM 写真による観察から、作製した不織布は繊維径約 200 nm のファイバーからなることが確認できた。また、ナノファイバーの繊維直径は濃度が低いほど細く、濃度が高いほど太くなった。得られた不織布を 0.1 M NaOH のエタノール溶液に浸漬し、4 $^{\circ}\text{C}$ で 60 min 振とう攪拌させ脱アセチ

ル化した。反応後、不織布を MilliQ 水とエタノールで 3 回ずつ洗浄した。その後、25 $^{\circ}\text{C}$ で 24 h 真空乾燥した。不織布の力学的性質は、応力-歪直接測定装置による静的および動的粘弾性の測定により調べた。膜厚は厚み計により測定した。タンニン吸着挙動は、50 mM 酢酸緩衝液に溶解したタンニン酸(和光純薬)溶液 (1.9×10^{-5} mol/L, pH = 4.3) 50 mL に脱アセチル化 KGM 不織布 0.03 g(System A)または 0.01 g(System B)を入れ、一定時間ごとに溶液中のタンニン酸濃度を 272 nm の吸光度測定から求めることにより調べた。

3. 結果と考察

動的測定より動的ヤング率 $E' = 5.4 \times 10^8$ Pa, 静的測定より破断応力 1.5×10^7 Pa が得られた。単位体積当たりのタンニン酸吸着量の時間変化を Fig.1 に示す。得られた結果は次式のストレッチ型指数関数で Fitting することができた。

$$C = C_{\text{eq}}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (1)$$

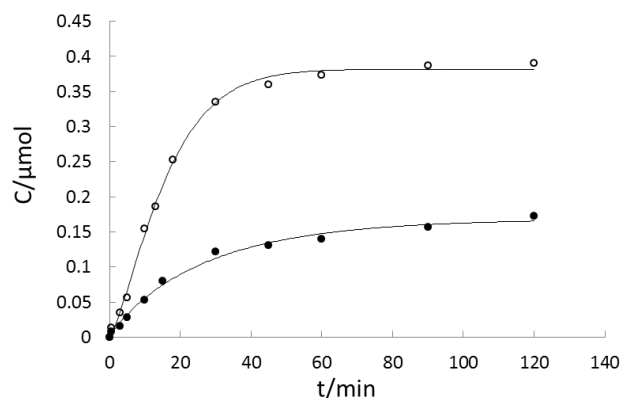


Fig.1 タンニン酸吸着量の時間変化(○; System A, ●; System B)

以上をまとめると、アルカリによる脱アセチル化により架橋した KGM 不織布は実用に耐えうる破断強度を持ち、小さな時定数を持つストレッチ型指数関数に従ってタンニンを吸着することが分かった。