

日本の繊維染色技術から学ぶ 高分子特性と高分子加工技術

鬼東 優香、吉村 眞紀子、西 麻耶子
工学部 技術部 機器分析・化学 WG

1. はじめに

私たちの生活にはすべてにおいて化学が潜んでおり、私たちは日々その恩恵をうけている。しかし、化学を専門で学んでいる学生も気づかないことが多く、講義等で学ぶ化学(座学)と実生活で利用されている化学技術(実学)が結びついていない現状がある。座学が実学に通じていることに気づくと座学も楽しくなり、より学ぶ意識が向上するのではないかと考えられる。そこで平成 24 年度革新ものづくり展開力の協働教育事業「ものづくりと工学基礎技術の獲得」において、座学・実学それぞれに興味を啓発することを目的とし、目にして化学技術の一つである「染色」を題材に、私たちの生活必需品である高分子の特性(座学)とその特性をどのように利用しているか(実学)を理解する染色体験プログラムを考案し、実行することとした。

2. 企業からの素材提供

今回のプログラムでは、使用する材料についてできるだけ実際に使われているものにこだわった。国内の企業から実際の現場で使用されている薬剤、繊維類をご厚意で入手できた。各詳細については後述する。

日本化薬株式会社様 : 各繊維用染料
日華化学株式会社様 : 各繊維用染色助剤
東レ株式会社様 : 人工皮革エクセース
旭化成株式会社様 : 人工皮革ラムース

3. 募集及び講師・受講者

工学部学生及び関連大学院生に対し、メール配信、及びポスターによる募集を行ったところ、合計 15 名の応募があった。学生の専門と予定を考慮し 3 グループに分けた。各グループに今回の実習プログラムを提示してグループ毎に実習日程を決め



図 1 募集ポスター

12 月～3 月にそれぞれ 2～3 日間の日程で行った。

講師：鬼東 技術職員
協力：吉村 技術専門職員、西 技術職員
参加者：学部生 9 名 大学院生 6 名

4. 作成資料について

今回用いた題材である「染色」は、衣類をはじめとして様々な生活用品に利用されている技術であり、高分子の特性や水中における粒子の吸着・脱着、繊維と染料の化学反応といった化学・物理現象の上に成り立っている。日本国内の染色に係る技術は世界でもトップクラスである。今回は「染色」「繊維」「染料」「加工薬剤」「実際の染色工程」「人工皮革」に関して



図 2 配布資料一例

資料を作成し説明を行った。

5. 使用素材及び染色環境について

前述の通り、今回の染色体験プログラムでは、実際に利用されている化学技術を体験することが重要と考えて、現在染色工場等で用いられている素材を入手し、できる限り染色方法をラボスケールで再現するように心がけた。また、世界でトップレベルである日本の繊維材料「人工皮革」も教材に取り入れた。以下に詳細を述べる。

5-1 人工皮革

人工皮革は特殊不織布にウレタンを含浸させ、そのまま又は銀面加工したものを指す。天然皮革に近い構造と風合いを持っており、衣類、家具、車、PC など多岐にわたって用いられている。今回は、人工皮革として世界ではじめて実用化された東レのエクセース、世界ではじめて人工皮革に水系ポリウレタンを用いて実用化された旭化成のラムースをそれぞれメーカーより入手し、教材とした。

5-2 染色材料

染色は精練→染色→後処理が必要である。精練とは布を予め洗浄する工程のことである。布は製造時に糊や油剤等が用いられており、糊抜きや精練といった布の洗浄を経て、はじめて染色ができる状態となる。今回はあらかじめ精練加工が行われている綿、ナイロン、ポリエステル布を入手して染色に用いた。

後処理とは、繊維上に残った染料を落とす工程(ソーピング)や帯電防止や柔軟化といった機能の付与を示す。今回はソーピングを行うこととした。

染色には、染料、染色助剤が必要であり、繊維の化学組成によって必要な薬剤が決まる。染料は日本化薬(株)より綿染色用の反応染料、ナイロン染色用の酸性染料、ポリエステル染色用の分散染料を入手した。染色助剤は日華化学(株)よりそれぞれの繊維用染色助剤及びソーピング剤を入手した。なお、今回の染色条件・レシピは、日華化学(株)の研究開発員の協力のもと予備実験を行い、決定した。



図3 日本化薬 染料(左)と日華化学 助剤(右)の一部

5-3 染色環境

繊維と染料の相互作用から昇温速度が決まり、繊維と染料の化学構造から最適な染色温度が決まる。昇温速度の遅速は染めムラや色の再現性を左右する。これらの条件を再現するため、通常ラボスケールの染色実験にはミニカラー染色機といった耐圧性ステンレスポットを油浴中で加熱回転させる試験器を用いるが、利用できる範囲には試験機がないこと、今回の染色体験では厳密な再現性を問わなくてもよいことから、市販の鍋とコンロで行うこととした。なお、綿の染色温度は反応染料との反応温度である60℃で染色を行った。化学繊維の染色は繊維の非晶部分に染料を取り込ませて染色するため、繊維が軟化するガラス転移点以上、ゴム状態で染色を行う必要がある。ナイロンは100℃で染色が行えるが、ポリエステルは120~130℃の染色温度が必要となる。容易に入手可能な圧力鍋は理論上内部温度が120℃程度まで上昇するため、適切な薬剤を用いれば染色が可能である。そこで圧力鍋を用いて高温高压下の染色を再現することとした。

6. 実施内容

6-1 走査型電子顕微鏡(SEM)による素材観察

布の構造と人工皮革の構造を実際に目で見てもらうため、電子顕微鏡観察のサンプルづくりから観察までおこなった。綿、ナイロン、ポリエステルは、化学組成、繊維の構成や特徴、紡糸方法の説明を行い、人工皮革は、人工皮革の製造方法や各社の特徴、染色方法などの説明を合わせて行い、各社の構造の違いと風合いを確認した上で観察をした。今回の参加者は全員

SEMを使用したことがなかったため、積極的に取り組んだ学生が多かった。綿特有の中空(ルーメン)や織り方、表面、不織布と内部ウレタンの状態など確認することができた。

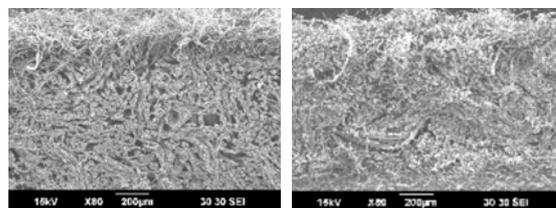


図5 人工皮革断面図 東レ エクセーヌ(左)と旭化成 ラムース(右)

6-2 染色

参加者の提案により、綿は絞り染めを行うこととした。染色の難易度から1)ナイロン染色、2)ポリエステル染色、3)綿染色(絞り染め)の順に染色を行った。ナイロン、綿については染色の経時変化を確認した。ポリエステル染色については常圧下(100℃)と加圧下(120℃)の染まり方の違いを確認した。

染色の経時変化や染色温度の違いによる染まり方の変化を実際に目に見える形にできた。絞り染めは、たこ糸、輪ゴム、洗濯ばさみをこちらで準備したが、参加者が小石を集めてきたり、小銭を準備するなど、参加者の自由な発想のもと、布を絞り、染色することができた。



染色したものはすべて参加者にプレゼントしました。

図6 染色の様子

7. アンケート結果及びまとめ

染色体験終了後に行ったアンケートでは、電子顕微鏡による観察体験も良かった、大変勉強になった、とても有意義だった等の意見をいただいたが、染色後の用途が広がるよう自分の好きな布や大きな布を染められれば良かった、や、時期が遅く、寒かった。もっと早い時期が良い、といった意見もいただいた。機会があれば、被染色物のバリエーションを考えたい。

8. 謝辞

今回の染色体験プログラムを行うにあたって、内容に賛同いただき、各種素材をお送り下さった、日本化薬(株)様、日華化学(株)様、東レ(株)様、旭化成(株)様に感謝申し上げます。