

# ものづくり教育への繊維染色技術の導入

○鬼束 優香, 吉村 眞紀子, 西 麻耶子

熊本大学工学部技術部応用分析技術系 機器分析・化学ワーキンググループ

## 1. はじめに

熊本大学工学部は、平成 23 年度～平成 26 年度の 4 年間で「革新ものづくり展開力の協働教育事業 ～Disruptive Innovation 人材教育の実践～」に採択されている。技術部では本事業にて「ものづくり挑戦と工学基礎技術の獲得」と題して体験型の実習プログラムを開催しており、その中の一つとして、繊維染色加工を通じて高分子特性と高分子加工技術、身近に潜む化学の理解を深めるための実習プログラム「日本の繊維の染色・加工技術から学ぶ -高分子特性と高分子加工技術-」を遂行したのでここに報告する。

## 2. 概要

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。今回取り上げたテーマである“繊維の染色”は、毎日使用する衣類、プラスチック製品等に関わる技術であるが、詳細について知る機会は非常に少ない。繊維の染色条件は、繊維 = 高分子の物理的特性、化学的特性によって決まるため、“繊維の染色”は、高分子の特性への理解(座学)を深めながら、原理を用いて染色しものを生み出す(実学)という座学・実学それぞれを結びつけることができる有効なテーマであると考えられる。今回のプログラムは、染色技術を通じて高分子特性の理解を深め、染色体験によるものづくりの楽しさを感じられるよう企画した。

## 3. 実習プログラムについて

### 3-1 募集及び受講者

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、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 12 月～3 月にそれぞれ 2～3 日間の日程で行った。

講師：鬼束 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

### 3-2 プログラム内容

実習プログラムは、次の項目を参加者の希望及び状況に応じて織り交ぜながら実施した。

- ①繊維、染色に関する基礎知識の習得
- ②繊維を電子顕微鏡で観察
- ③ナイロン、綿、ポリエステル染色

今回は上記の他、技術トピックスとして日本の高い技術力から生み出されている「人工皮革」を取り入れた。人工皮革については、用途、製法、メーカーによる風合いの差を確認し、電子顕微鏡によって内部構造の観察を行った。

### 3-3 使用素材の入手

今回のプログラムでは、実際に使用されている科学技術を体験することが重要であると考え、使用する材料についてはできるだけ実際の製造現場にて使われているものを使用することとし、企業各位から実際の現場で使用されている薬剤、人工皮革をご厚意により無償で入手できた。染色条件は、日華化学(株)の研究開発本部に協力をいただき決定した。

日本化薬株式会社様 : ナイロン用染料(Milling)、ポリエステル用染料(SF、SE)、綿



図 1 配付資料例



図 2 日本化薬(株) 染料

用染料(反応染料)

日華化学株式会社様 : ナイロンまたはポリエステル用染色助剤(均染剤、分散剤)、  
各繊維用ソーピング剤

東レ株式会社様 : 人工皮革エクセーナ(家具用)

旭化成せんい株式会社様 : 人工皮革ラムース(家具用)



図3 日華化学(株) 助剤

### 3-4 染色条件

染色の昇温速度は繊維と染料の相互作用の程度から決まり、昇温速度の遅速は染めムラや色の再現性を左右する。染色温度は繊維と染料の化学構造から最適な温度が決まる。反応染料による綿の染色は、綿表面と反応染料の化学反応によって行うので、染色温度は染料の反応温度で決まる。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かつ全体がゴム状態になる温度で染色を行う必要がある。今回用いたナイロン、ポリエステルのガラス転移点はそれぞれ約60℃、80℃であるが、全体がゴム状態になる温度は約100℃、130℃程度である。ポリエステルは、常圧ではゴム状態にできないため、製造現場において高温高圧下での染色が行われている。ラボスケールで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が用いられることが多いが、利用できる範囲には試験機がないため、高温高圧条件を再現できる家庭用圧力鍋を用いてポリエステルの染色を行った。

## 4. 実施

### 4-1 走査型電子顕微鏡(SEM)による素材観察

繊維の形、構造を目で確かめてもらうため、人工皮革と布について電子顕微鏡用のサンプルづくりから観察までを、製造方法を交えた説明を行いながら実施した。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。

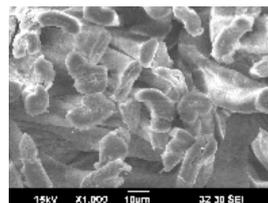


図4 綿 断面

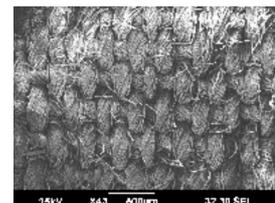


図5 綿 表面

### 4-2 染色

染色の難易度から 1)ナイロン、2)ポリエステル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。参加者の提案により、綿は輪ゴム、洗濯ばさみ、小石や小銭を用いた絞り染めを行った。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へプレゼントした。



図6 ポリエステルの染色結果

## 5. アンケート結果およびまとめ

染色体験終了後に行ったアンケートでは、大変勉強になった、楽しくとても有意義だった、電子顕微鏡での観察が興味深かった、といった意見のほか、他の材料も電子顕微鏡で観察したい、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、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。



図7 絞り染めの結果

## 6. 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、各種素材を提供下さった、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。

(平成25年度九州地区総合技術研究会 in 長崎大学発表報告集に記載)