

# 分光法を用いた繊維構造解析法の開発

繊維生活部 ○八十島梨沙 奥村航 守田啓輔 木水貢

## 1. 目的

石川県内の繊維製造企業から工業試験場へ、糸や生地が生じる欠点の解析依頼が寄せられている。染色後の織物のたて糸の一部に濃淡差が生じることで筋や縞のように見える欠点(図1)や生産ロットによって糸の強度の違いが生じる欠点等が多い。

図2のように、ポリエステルやナイロン等の合成繊維には、高分子が規則正しく配列している「結晶」領域と無秩序な状態で存在している「非晶」領域がある。染色の濃淡差による欠点や強度ムラによる欠点は、繊維構造内の結晶の割合である「結晶化度」の差が影響している。一般的に、結晶化度が小さいときは色が濃く染まり、結晶化度が大きいときは色が薄く染まる傾向にある。

結晶化度の従来の評価方法である示差走査熱量分析法(DSC法)やX線回折法は試料を切断する必要がある点や、測定や解析に時間がかかる点等の課題がある。そこで、非破壊・短時間での測定が可能である赤外分光装置(図3)を用いて、繊維構造解析法の確立を目指し、研究を行った。

## 2. 内容

### 2.1 結晶化度の異なる試料の作製

合成繊維の製造には、材料を引き伸ばして「細く連続して長い」繊維の形状にする「紡糸」と、その後巻き取った糸をさらに熱をかけて引き伸ばす「延伸」工程がある。延伸工程で繊維の軸方向に高分子を引き揃えると同時に結晶化が起きるため、延伸倍率が増加するにつれて、一般的に結晶化度が高くなる傾向がある。

ナイロン6繊維は、当場のマルチフィラメント製造装置を用いて890dtex/24fの未延伸繊維を作製した。その後延伸を行い、延伸倍率3.0倍、3.5倍、4.0倍の繊維を作製した。試作した繊維について、従来法のX線回折法およびDSC法で結晶化度の評価を行った。図4に示すように、X線回折法で延伸倍率が増加するにつれて結晶化度が高くなることを確認した。DSC法においても、同様の傾向であった。

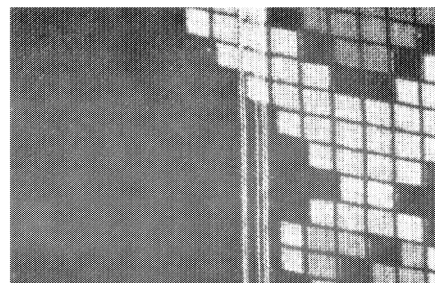


図1 たて糸が染まらない染色欠点例

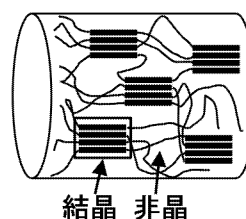


図2 繊維構造の概略図

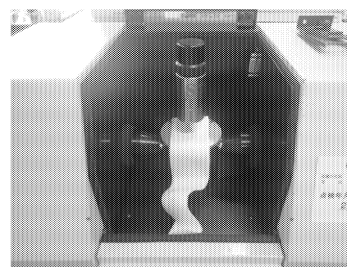


図3 赤外分光装置

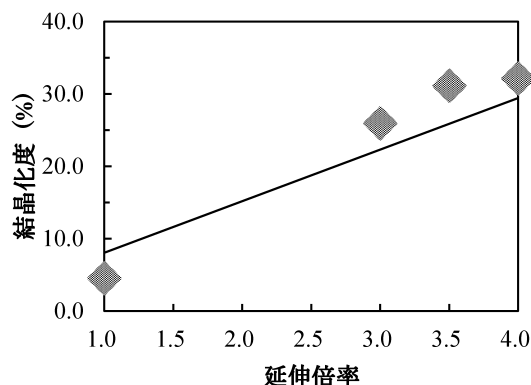


図4 X線回折法での結晶化度評価

## 2.2 赤外分光法による繊維構造評価方法

試作した繊維について、赤外分光法で測定を行い、データの解析を行った。図5にナイロン繊維の赤外分光スペクトルを示す。結晶化度によって強度が変化する $1200\text{cm}^{-1}$ のピーク値Aと、結晶化に関わらず一定の強度である $1370\text{cm}^{-1}$ のピーク値Bの強度比A/Bを算出し、結晶化度の指標とした。

図6にX線回折法の結果と強度比A/Bの関係を示す。結晶化度が増加するにつれて、強度比A/Bが増加した。これにより、赤外分光法で結晶化度の評価が可能であることを確認できた。

## 2.3 欠点解析への適用例

依頼試験等で企業から提出される試料においても、本研究の評価法が結晶化の評価に用いることができるかを検証した。試料は、正常糸よりも毛羽立ちやすいという欠点解析の相談で持ち込まれたナイロン糸である。欠点糸は強度が正常糸より小さい一方で、熱応力が大きいことから、結晶化度に差があるものと予想された。

図7に示すように、赤外分光法を用いた本研究の評価法では、欠点糸が正常糸よりも結晶化度が低い結果となった。従来法の結果も同様の傾向であった。よって、赤外分光法が欠点解析にも適用できることが検証できた。

## 3. 結果

赤外分光法のピーク値の強度比によって、ナイロン繊維の結晶化度の評価が可能であることが検証できた。赤外分光法と従来法で評価した結果を比較したところ、同様の傾向が確認できた。企業から提供された欠点糸においても、赤外分光法が適用できた。

今後は、依頼試験業務における欠点解析に赤外分光法を応用し、データ数を更に増やすことによって測定精度を高めていきたい。

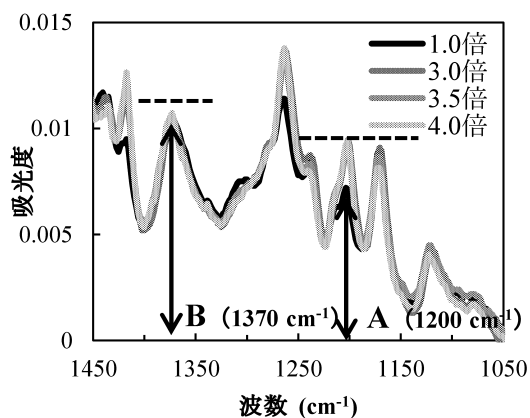


図5 ナイロン繊維の赤外分光スペクトル

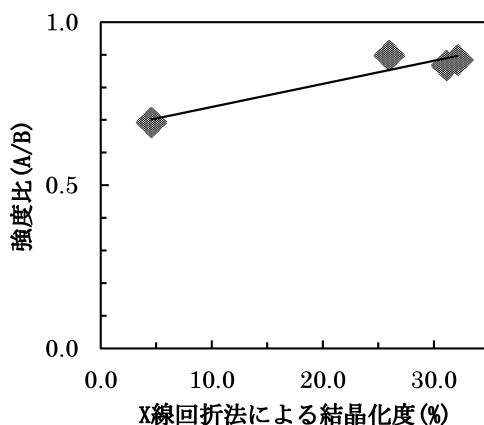


図6 結晶化度と強度比A/Bの関係

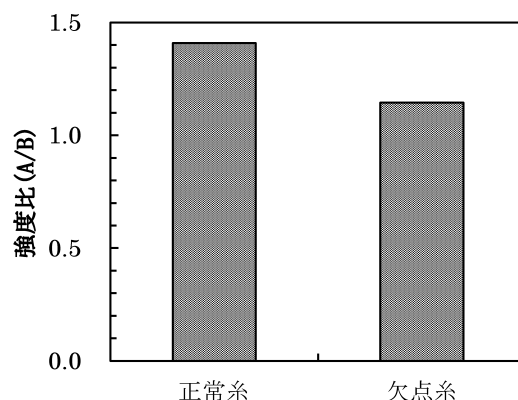


図7 赤外分光法による結晶化度の評価