

# エレクトロスプレー法を用いた 合成繊維への導電性付与技術の開発

繊維生活部 ○神谷淳 企画指導部 守田啓輔

## 1. 目的

健康・医療市場等におけるスマートテキスタイル製品の需要増加に伴い、生体情報を得るために用いる導電糸のニーズが高まっている。しかし従来の繊維への導電性を付与する加工は、多量の廃液が発生することや、連続処理ができない等の理由から、新たな加工方法の開発が望まれている。そこで、産業技術総合研究所の保有技術であるエレクトロスプレー法を活用し、廃液がほとんど発生しない糸への連続導電加工法を検討した。

## 2. 内容

### 2.1 エレクトロスプレー法による導電性付与

実験に用いた連続加工装置を図1に示す。クエン酸銀(I)をアンモニア水溶液に溶解後、エタノールで希釈した銀含有加工液([Ag]=6.3wt%)を用いた。ポリプロピレン製注射器(10mL)に加工液を充填し、さらにハミルトンシリンジ用の交換針(内径0.13mm)を先端に取り付けたものを糸道に沿って4個設置した。各注射器に4.9Nの荷重と、針への10kV印加で、加工液を微細化し噴霧した。試料は、ポリエステル仮撚り加工糸(83dtex/24f, Z100T/m)を用い、-3kVを印加しながら加工した。糸速度は0.5m/minとし、加工液の噴霧後は180°Cで乾燥した。さらに固着に不十分な銀やクエン酸等を除去する目的で、加工した糸を水中で1分間超音波処理した。

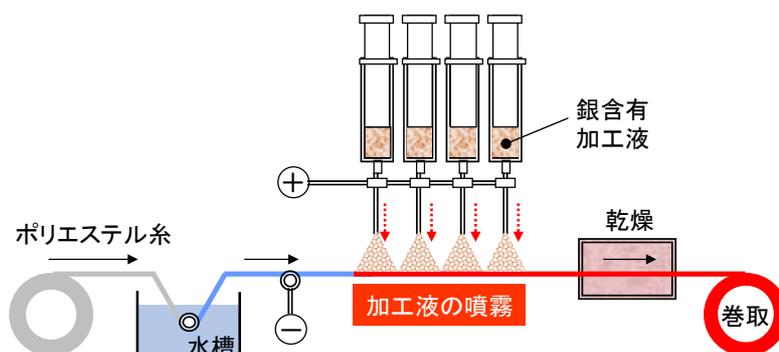


図1 連続加工装置の概略図

### 2.2 加工条件の検討

クエン酸存在下では、加熱により一価の銀は金属銀へ還元されることが知られている。そこで、加工液の溶媒を除去後、180°Cの加熱による銀の酸化状態の変化をX線光電子分光法(XPS)により測定した。1130eV近傍に現れる銀のオーজে電子ピークは、加熱時間が長くなるに従い低エネルギー側にシフトした。加熱10分以降では金属銀の文献値(1128eV)とほぼ一致したことから、還元が進行していることが示唆された(図2)。

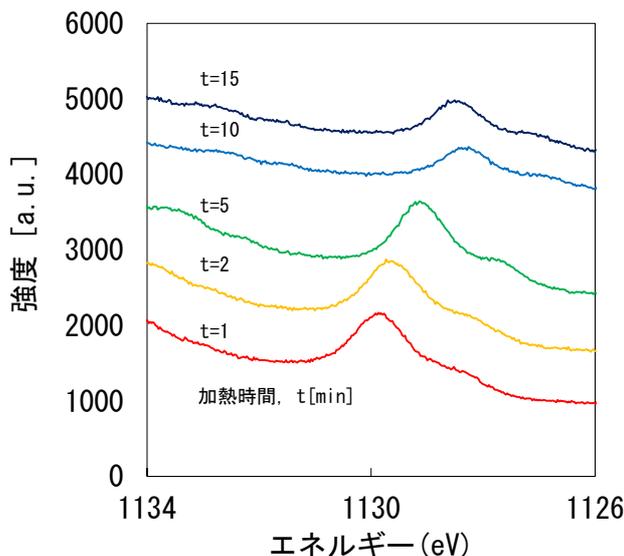


図2 XPS測定におけるAgのオーজে電子ピーク

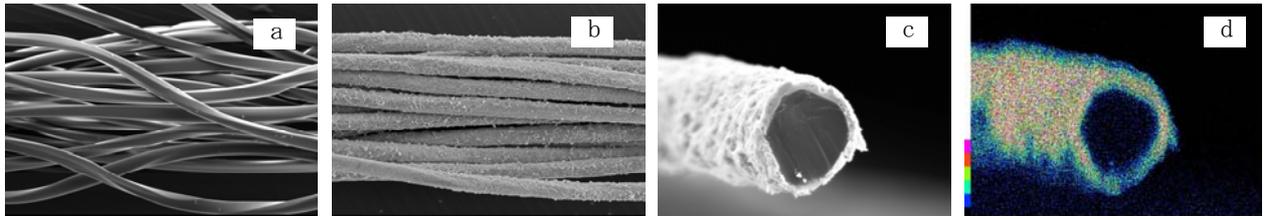


図3 糸の電子顕微鏡写真

(a:加工前, b:加工10回後, c:加工10回後の断面, d:写真cにおけるAg分布状態)

さらに、加工した糸の電気抵抗値は、加熱時間が長くなるに従い減少し、加熱10分以降はほぼ一定になったことから先のXPS測定の結果が支持された。そこで以降の実験では、加熱時間を15分とした。

### 2.3 物性評価

加工した糸の電子顕微鏡写真を図3に示す。加工により糸表面に銀の皮膜が形成され、10回繰り返し加工することで膜厚は約 $1\mu\text{m}$ に達した。また、加工を繰り返した後も繊維同士は互いに固着せず、分離可能な状態であった。図4に、加工回数に対する電気抵抗値及び織度増加量の変化量を示す。織度は加工1回毎に約 $20\text{dtex}$ ずつ、ほぼ直線的に増加した。一方、糸の電気抵抗値は徐々に減少し、加工5回後で $1\text{k}\Omega/\text{m}$ 以下、10回後には $177\Omega/\text{m}$ になった。さらに、加工10回後の糸(24f)を2本(48f)または3本(72f)に引き揃えることで、電気抵抗値が約 $1/2$ から $1/3$ に低減できることを確認した(図5)。また、加工による糸物性への影響を検討するため強度を測定したところ、原糸と比較して加工1回で約20%低下したものの、その後加工10回までは強度低下はほぼ見られなかった(図6)。

### 3. 結果

- (1) 銀含有加工液をエレクトロスプレー法で噴霧することにより、ポリエステルに導電性を付与できた。
- (2) 加工を10回繰り返すことで、スマートテキスタイルに用いる目安である $200\Omega/\text{m}$ 以下の糸が得られた。

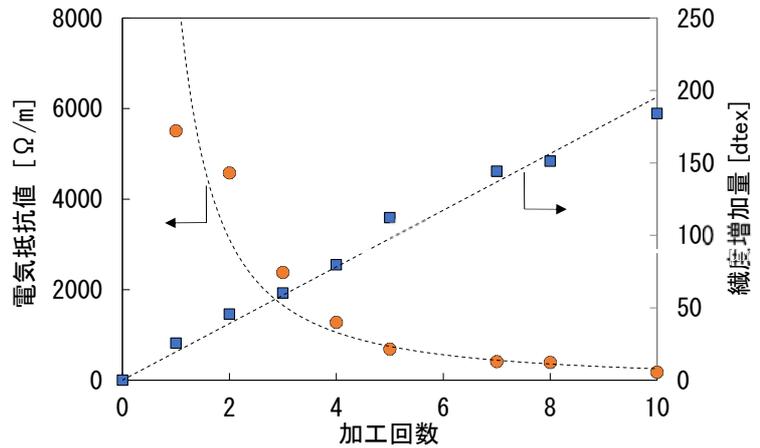


図4 加工回数に対する電気抵抗値及び織度増加量

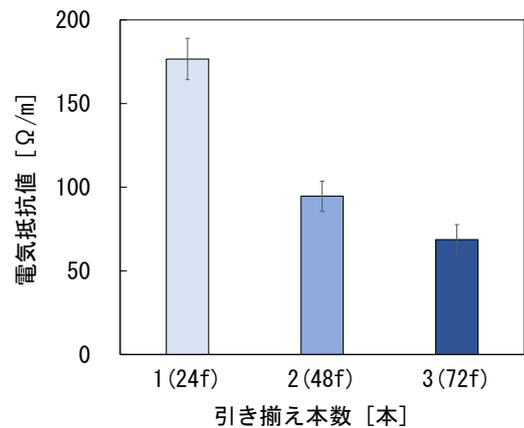


図5 加工10回後の糸の電気抵抗値

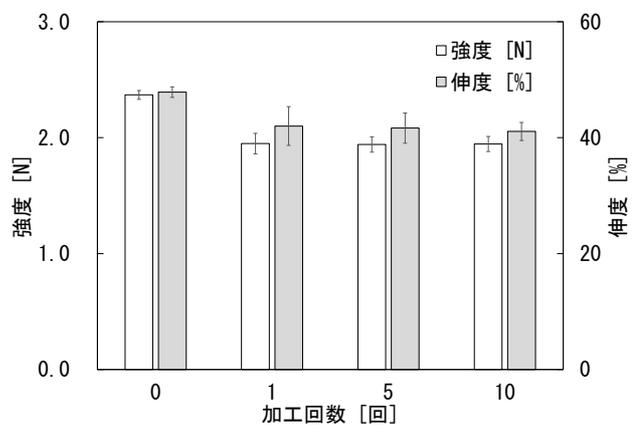


図6 加工後の糸の強伸度試験