

エレクトロスピニング法による シルクフィブロイン/吸収性ポリウレタン複合化組織工学材料の開発

(農工大院工¹・農工大獣医²・東ソー³)

○本多惟克¹・チャントウォン ピンカーン²・井邊裕介³・城野孝喜³・田中綾²
・アイテミズ デルヤ¹・中澤靖元¹

<緒言>

シルクフィブロイン(SF)は細胞毒性を示さず、生分解性を有していることから、組織工学への応用研究が進められている。これまでに本研究室では、SFの剛直性を改善する目的で熱可塑性ポリウレタン(Pellethane®; TPU)とSFを複合化させ、柔軟性を有するSF/TPU不織布の作製に成功している。さらに、SF/TPU不織布は動物埋植試験より低い炎症性と高い組織再生能を示したことから、軟組織工学材料として有望な材料であることが示された。しかし、生体非吸収性であるTPUでは、自己組織との完全置換はできない。そこで本研究では、新たに生体吸収性ポリウレタン(BPU)を用いて作製したSF/BPU不織布について構造評価・物性評価・組織学的評価を行った。

<実験>

生体吸収性を示すポリカプロラク톤を基本骨格としたBPU(Mn=77,000)を用いた。SFスポンジとBPUを重量比10/0、7/3、5/5、3/7、0/10で混合し、1,1,1,3,3,3-ヘキサフルオロ-2-プロパノールに溶解後、エレクトロスピニング法によりSF/BPU不織布を作製した。得られた不織布は、走査型電子顕微鏡(SEM)による形態観察、37℃水中条件下での引張試験、および固体¹³C CP/MAS NMR測定による二次構造解析を行った。また、ラット腹部大動脈へ埋植し、3ヶ月後にマッソントリクローム(MTC)染色を行い、不織布への組織浸潤を観察した。

<結果・考察>

SEM観察の結果、全てのSF/BPU混合比において、1μm程度の繊維径からなる不織布であった。Fig. 1には引張弾性率の推移を示す。不織布の弾性率は、SF単体(19 MPa)と比較してBPUの複合化により明らかに低下し(4~7 MPa)、破断伸度は向上した。さらに、混合比に伴う構造的な変化を解析するため、固体¹³C CP/MAS NMR測定を実施した。繊維中のSFの二次構造は主にβ-sheet構造を形成しているが、SF7BPU3ではβ-sheet構造含量が他混合比と比較して10%ほど低下したことが明らかになった。埋植試験でのMTC染色の結果、全ての不織布はコラーゲン線維で囲まれ、不織布内部への組織浸潤が見られた。特にFig.2に示したSF7BPU3では、青色で染色された多くのコラーゲン線維が不織布内部(黄色矢印)まで及び、組織浸潤が最も進行したことを確認した。

今回作製したSF/BPU不織布では、引張試験の結果より、弾性率の低下と破断伸度の向上を示したことから、SFの剛直性と脆性が改善した。また、SF7BPU3で組織浸潤が最も進行したことに關して、結晶性成分であるβ-sheet構造含量の低下が影響した可能性がある。発表では、詳細な物性および組織学的評価について報告する。

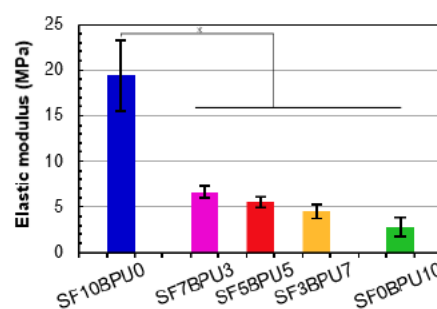


Fig. 1 The Elastic modulus calculated from stress-strain curves in wet state. (*: p < 0.05)

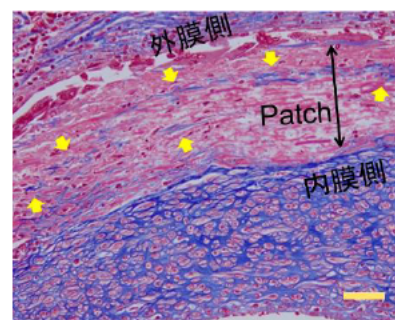


Fig. 2 Tissue infiltration evaluation of SF7BPU3 by MTC stain after 3 months. (scale bar: 20 μm)

Development of silk fibroin / bioabsorbable polyurethane composite tissue engineering material by electrospinning method

Tadakatsu HONDA¹, Pinkam CHANTAWONG², Yusuke IBE³, Takaki JONO³, Ryo TANAKA², Derya AYTEMIZ¹, Yasumoto NAKAZAWA¹ (¹Graduate School of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology, Koganei Tokyo 184-8588, Japan ²Department of Veterinary Medicine, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu Tokyo 183-8509, Japan ³Tosoh Co., Yokohama Kanagawa 245-0052, Japan)

¹Tel&Fax: +81-42-388-7612, E-mail: yasumoto@cc.tuat.ac.jp