

## ポリウレタンを複合化したシルク基盤心臓組織修復パッチの開発

\*<sup>1</sup>東京農工大学大学院工学府生命工学専攻, \*<sup>2</sup>大阪医科大学医学部胸部外科, \*<sup>3</sup>東京農工大学農学部獣医学科,  
\*<sup>4</sup>日本毛織株式会社, \*<sup>5</sup>農業生物資源研究所

久保 亮太\*<sup>1</sup>, 根本 慎太郎\*<sup>2</sup>, 島田 亮\*<sup>2</sup>, 田中 綾\*<sup>3</sup>, 杉本 真理\*<sup>1</sup>, 佐倉 康太\*<sup>1</sup>, 朝倉 哲郎\*<sup>1</sup>,  
早乙女 俊樹\*<sup>4</sup>, 上杉 昭二\*<sup>4</sup>, 亀田 恒徳\*<sup>5</sup>, 中澤 靖元\*<sup>1†</sup>

Ryota KUBO, Shintaro NEMOTO, Ryo SHIMADA, Ryo TANAKA, Mari SUGIMOTO, Kota SAKURA, Tetsuo ASAKURA,  
Toshiki SAOTOME, Syoji UESUGI, Tsunenori KAMEDA, Yasumoto NAKAZAWA

### 1. 目的

現在, 心室中隔欠損症の治療に用いられている心臓組織修復パッチ (CTRP) は, 生分解性を有さないため, 小児心臓外科領域において, 成長に伴うサイズミスマッチなどの問題が生じている。本研究では, 生体内において非常に緩やかな分解性を示すシルクフィブロイン (SF) を基盤とし, 弾力性を有するセグメント化ポリウレタン (SPU) を複合化することで, 最適な力学物性および安全性を有し, 徐々に自己組織と置換するCTRPの開発を目指している。

### 2. 方法

質量比1:1で混合したSF/SPU溶液から, エレクトロスピン装置を使用して不織布を作製し, 不溶化処理を施すことによってCTRPとした。不溶化処理は, 100%メタノールへの浸漬を行うメタノール処理, または37°C・相対湿度100%環境下で24時間静置する高湿度処理の2種類を実施した。得られたパッチは引張試験, 走査型電子顕微鏡観察, 透水性試験の物性評価に加え, 固体<sup>13</sup>C核磁気共鳴 (NMR) 測定による微細構造評価を行った。また, ビーグル犬後大静脈へ高湿度処理を施したパッチを移植し, 10ヵ月後にコンピュータ断層撮影 (CT) と移植切片評価を行った。

### 3. 結果

各種物性評価から, SFとSPUを混合したCTRPは網状の多孔質構造であり, 破断強度・透水性において使用に耐え

うる物性を有していることが確認された。破断伸度についても使用に十分な値を示したが, 高湿度処理パッチはメタノール処理パッチの1.5倍の伸長を示し, 不溶化処理による差異が確認された。また, 微細構造評価においても, 不溶化処理による高次構造組成の違いが確認された。メタノール処理と比較すると, 高湿度処理では $\beta$ シート構造の割合が低く, 頑強な構造をとっているSFが少ないことが明らかとなった。高湿度処理パッチにおいて伸長性が優れたことから, SFの高次構造とパッチの物性に相関が見られ, 不溶化処理の調整による物性の制御が可能であると考えられる。さらに, 移植後のCT画像から狭窄・拡張は見られず, 移植切片において新生内膜の形成が確認されたため, 生体適合性・血液適合性を有していることが確認された。

### 4. まとめ

本研究で作製したCTRPはSFを主成分としており, 長期的な分解性が期待できる。さらに, SPUを複合化したことによって優れた物性と生体適合性を有しており, 不溶化処理によりパッチの物性制御が可能であることが示された。

### 5. 独創性

本研究は, パッチ作製後の不溶化処理を変え, 固体NMRを用いた微細構造情報を基盤としてパッチの物性を制御するという, マクロな視点とミクロな視点の両方を考慮した開発であるという点で, 独創性を有していると考えている。

### 利益相反の開示

早乙女 俊樹, 上杉 昭二は日本毛織株式会社の社員である。その他の著者には規定されたCOIはない。

### ■ 著者連絡先

† 東京農工大学大学院工学府生命工学専攻  
(〒184-8588 東京都小金井市中町2-24-16)  
E-mail. yasumoto@cc.tuat.ac.jp