

“Collagen nano-building blocks” separated from native fibrils using aqueous counter collision

辻田, 裕太郎

<https://hdl.handle.net/2324/2236316>

出版情報：九州大学, 2018, 博士（農学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）

氏名	辻田 裕太郎		
論文名	“Collagen nano-building blocks” separated from native fibrils using aqueous counter collision (水中カウンターコリジョンにより原繊維から単離された「コラーゲンナノビルディングブロック」)		
論文調査委員	主査	九州大学・農学研究院 教授	近藤 哲男
	副査	九州大学・工学研究院 教授	田中 敬二
	副査	九州大学・工学研究院 教授	三浦 佳子
	副査	九州大学・農学研究院 准教授	巽 大輔

論文審査の結果の要旨

本論文は、コラーゲン原繊維から新たなナノ構造形態として、水中カウンターコリジョン (ACC) 法により初めて調製が可能となる、3 種のコラーゲンナノビルディングブロック (繊維幅の異なる 2 種のコラーゲンナノファイバー CNF100: 直径 100 nm および CNF10: 直径 10 nm、およびコラーゲンナノブロック (CN-Block): 繊維長が CNF10 の半分) を提唱し、その物性を検討したのち、これらナノビルディングブロックを用いる 3 次元構造体の構築および細胞培養足場としての機能化の可能性を見出している。

本研究での ACC 法とは、試料懸濁水を高速に対向衝突させてナノ微細化する手法であり、衝突の運動エネルギーを衝撃波として試料に伝達させ、試料内部の界面破壊によりナノスケールの構造体を取り出すことができる。特に、繊維原料の場合はナノファイバーを与える。また、その際の衝突エネルギーを制御することにより選択的な微細化も可能とする。

まず本研究は、ACC 法の衝突エネルギーを変えて、コラーゲン原繊維からナノファイバーの創製を試みたところ、ナノスケールで直径の異なる 2 種類のナノファイバー (上記 CNF100 および CNF10) だけが得られることを発見している。特に CNF100 が、鋼鉄の 5 倍以上といわれるセルロースナノファイバー並みの引張強度を示すことは顕著な結果である。

次いで、ACC 法の衝突エネルギーを 2 段階に分けて試料に負荷するシークエンシャル ACC 法を提案し、連続して衝突エネルギーを試料に与えることで、CNF100 及び CNF10 とは異なるサイズを有する短いロッド状の CN-Block を単離し、さらなる最小単位の存在を明らかにしている。また、粘度試験により、CN-Block が CNF100 および CNF10 よりも疎水的な表面を有することを見出している。

このように、ACC 法を用いてコラーゲン原繊維から、新規の 3 種類のコラーゲンナノビルディングブロックを単離し、基礎的な物性を明らかにしたのち、これらを用いる材料創製を試みている。具体的には、疎水面を有する CN-Block 以外の 2 種類のコラーゲンナノファイバーが両親媒性を有することを見出し、その分散水を有機溶剤と混合することにより O/W 型ピッカリングエマルジョンが調製され、油滴周辺をナノファイバーが被覆することにより安定すること、およびコラーゲンナノファイバーのサイズに依存して油滴のサイズが可変すること、さらに、このエマルジョンが温度に依存してゾルゲル転移を起こすことを明らかにしている。

次いで、ピッカリングエマルジョンを鋳型として、コラーゲンナノファイバーからなるマイクロ

サイズのカム足場を創製し、その上でヒト表皮細胞の培養を実施して、顕著に細胞接着、細胞増殖、細胞伸長を誘発できることを見出している。このことは、再生医療の要であるティッシュエンジニアリングのための細胞培養足場として、コラーゲンナノファイバーの有用性を新たな観点から見出したものである。

以上要するに、本研究は、生体適合性が高く、再生産可能資源であるコラーゲン原繊維から、独特の形態と特性を示すコラーゲンナノビルディングブロックを創製し、その機能材料としての可能性を新たに見出したものである。この成果は、コラーゲンナノファイバーの有用性を新たな観点から示すもので、同時に生物材料設計学の発展著しいソフトマター分野に資するための方向性を与えるなど、バイオマテリアルデザイン科学および生物産業創成学の発展に寄与する価値ある業績と認める。

よって、本研究者は博士（農学）の学位を得る資格を有するものと認める。