

B3-05 水圏機能材料のバイオ・環境機能開拓

○田中 賢・小林慎吾・村上大樹・穴田貴久(九大先導研)

生涯元氣な健康長寿社会の実現のために、医療製品の果たす役割がますます大きくなっている。医療製品を構成している素材である金属、セラミクス、高分子は、製品性能を決定する部材および表面を構成している。例えば、病気の治療に使用するカテーテル、ガイドワイヤ、ステント、人工骨や人工血管などの人工臓器、診断用のヘルスケアセンサーは、金属、セラミクス、高分子の組み合わせにより構成されている。医療現場における価値が高い製品の開発には、生体に接触する環境（水圏）で安全に機能する生体親和性材料が必須である¹⁾。

最近、新型コロナウイルスの感染により重症化した患者の肺炎治療のために使用する体外式膜型人工肺（ECMO）において、血液に酸素を供給するために行われる血液の体外循環時間の延長により発生する血栓が、大きな課題になっている。ECMOの血栓形成の原因になるタンパク質の吸着と構造変化を抑制できる材料表面の開発が急務となっている²⁾。

医療製品を構成する材料が患者の組織や血液などの生体成分に接触すると、生体成分中のタンパク質や細胞が吸着・接着する。その前に、水分子が材料表面に吸着する。その結果、材料は乾燥状態から水和状態に変化する。生体系に目を向けると、生体を構成している成分は、タンパク質、核酸、糖質、脂質、無機質などの生体高分子・生体分子である。溶質である生体高分子・生体分子の溶媒になっているのが水である。組織・細胞・細胞小器官・分子集合体などすべての階層レベルにおいて生体内の分子は、乾燥状態では機能を発揮できない。溶質に溶媒である水分子が吸着して水和することで高度な選択性を有する分子認識が可能となる。生体分子は水分子と共存し水和することで多彩な機能を発揮している。つまり、人工材料から成る医療製品と生体分子から成る生体は、水和した環境（水圏）で目的の機能を果たしている。

近年、水和した生体分子に形成される水の状態と医療製品に適用実績のある生体親和性人工材料に形成される水の状態を解析したところ、両者の“共通点”ともいえる特定の構造・運動性を示す水の状態（中間水）^{1,3)}が明らかになってきた。本発表では、溶媒である水が水和した溶質の状態と溶質に水和した水の状態の双方に関係するバイオ界面水の役割と機能に関して述べる。また、生体系の水の状態に学んだ多機能生体親和性人工材料の設計⁴⁻⁸⁾について述べる。

1) M. Tanaka et al., *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 92(12), 2043-2057, 2019.

2) 原田慈久, 田中 賢, 人工肺「エクモ」の血栓、発生原因を解明, *日本経済新聞*, 2020年5月10日.

3) R. Koguchi et al., *ACS Biomater. Sci. Eng.*, 6(5), 2855-2866, 2020.

4) K. Jankova, et al., *ACS Appl. Bio Mater.*, 2(10), 4154-4161, 2019.

5) T. Araki et al., *Adv. Healthcare Mater.*, 8(10), 1900130, 2019.

6) W. Lee et al., *Science Adv.*, 4(10), eaau2426, 2018.

7) M-Y. Tsai et al., *ACS Appl. Bio Mater.*, 3(4), 1858-1864, 2020.

8) R. Koguchi et al., *Biomacromolecules*, 20(6), 2265-2275, 2019.

PROFILE

田中 賢（九州大学 先導物質化学研究所 ソフトマテリアル部門 ソフトマテリアル学際化学分野）

北海道大学大学院博士前期課程を経て、1996年テルモ（株）、2000年北海道大学電子科学研究所助手、2001年JST さきがけ研究者（兼）、2004年同学創成科学研究機構特任助教授、2006年同学ナノテクノロジー研究センター助教授、2007年東北大学多元物質科学研究所准教授、2009年山形大学大学院理工学研究科教授、2012年文部科学省研究振興局学術調査官（兼）、2015年より現職。医療材料の分子設計指針の構築・生体親和性発現機構解明と臨床応用に取り組んでいる。主な受賞歴として、日本人工臓器学会オリジナル賞（2007）、日刊工業新聞モノづくり大賞（2007）、日本バイオマテリアル学会科学奨励賞（2009）、高分子学会旭化成賞（2011）、市村学術賞功績賞（2019）などがある。