

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	ANNIE MUFYDA RAHMATIKA
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目			
Preparation of Macroporous Particles Decorated with Cellulose Nanofiber and Their Protein Adsorption Performance (セルロースナノファイバが担持したマクロポーラス微粒子の合成とタンパク質吸着特性)			
論文審査担当者			
主 査	准教授	荻 崇	印
審査委員	教 授	都留 稔了	印
審査委員	教 授	矢吹 彰広	印
審査委員	教 授	片桐 清文	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文は、TEMPO 酸化セルロースナノファイバ (TOCN) とマクロポーラス微粒子の組み合わせにより、タンパク質吸着剤用の微粒子の合成に関する研究がまとめられた。タンパク質吸着は、生物医学分野などで注目を集めている。この論文では、開発した微粒子の表面官能基やナノ構造がタンパク質の吸着に与える影響について、実験と理論の観点から研究が実施された。本論文の各章の詳細は、以下のとおりである。</p> <p>第1章では、タンパク質吸着材の開発背景、現状、課題が説明された。特に吸着材として機能を向上させるために必要な要素、セルロースナノファイバの特徴と吸着材としての利用実績、マクロポーラス微粒子の合成法とこれまでの研究について説明がなされ、その上で、本研究の新規性と目的が述べられた。</p> <p>第2章では、テンプレート粒子を用いる噴霧乾燥法によってマクロポーラス微粒子を合成するための効果的なプロセス開発が、カーボンモデル材料として実施された。比較的、安価かつ容易に入手可能なポリメチルメタクリレート (PMMA) 粒子をテンプレートとして使用し、PMMA 濃度や粒子径の変化が、得られるマクロポーラスカーボン微粒子の性状および構造に及ぼす影響が評価された。また、従来から用いられてきたポリスチレンラテックス (PSL) 粒子をテンプレートとして用いる場合との比較が説明され、PMMA テンプレートは、PSL テンプレートを使用した場合と比較して、エネルギー消費量の削減、マクロポーラスカーボン粒子の比表面積の向上が可能である事が説明された。</p> <p>第3章では、第2章で獲得した手法にて、マクロポーラスシリカ微粒子を合成し、その上にTEMPO 酸化セルロースナノファイバ (TOCN) を担持させることで、負に帯電したナノ構造化微粒子 (TOCN @ macroporous SiO₂) の合成結果とその微粒子のリゾチーム吸着特性の結果が説明された。TOCN とシリカ粒子の質量比を変化させて、タンパク質吸着特性に最適な条件を見出した。得られた TOCN @ macroporous SiO₂ 粒子は、TOCN のゼータ電位に近いゼータ電位</p>			

(-62 mV) を持ち、マクロポーラス微粒子とセルロースナノファイバのネットワーク構造に起因する高い比表面積が得られた。マクロポーラスシリカ粒子の存在は、TOCN 粒子よりも 17% 高いリゾチーム吸着性能を示すことが明らかとなり、さらに、TOCN @ macroporous SiO₂ 粒子は、再利用性が高い（再利用回数 10 回にて、90%以上の吸着能力）ことが説明された。

第 4 章では、TOCN 担持マクロポーラス微粒子のマクロポーラス径がリゾチーム吸着に及ぼす影響が評価された。さらに、タンパク質吸着現象を詳細に理解するために、速度論的解析、熱力学的解析、吸着等温式による解析の結果が説明された。その結果、静電相互作用と水素結合の寄与により、吸着プロセスが 10 分以内に達成され、任意の温度で自発的に発生したことが示された。さらに、タンパク質の吸着能力は、カルボキシル基とのタンパク質の相互作用およびタンパク質のアクセス可能な細孔空間に依存することが説明された。特にマクロ孔と TOCN のファイバー径を制御することで、リゾチームなどの大きな分子を効率的に吸着できることが明らかとなった。

第 5 章では、第 2 章から第 4 章を総括し、本論文の結言を述べている。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。