

血小板様ディスク状粒子の調製と 2 次元相互作用を活用した接着挙動

岡村 陽介^{*, **}, 曾我部 大輝^{*}, 中川 篤^{**}, 長瀬 裕^{*}

* 東海大学大学院工学研究科 [〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1]

**東海大学マイクロ・ナノ研究開発センター

1. 緒言

高分子微粒子は高分子溶液を用いた乳化法 (oil-in-water emulsion 等) で調製される。得られる微粒子は、通常熱力学的に安定な真球形態のため、粒子同士あるいは界面との反応は点接触反応 (1 次元相互作用) となる。血小板細胞のようにディスク状構造体であれば、目的界面と面接触反応 (2 次元相互作用) ができるため、反応性の向上等、特異な機能発現が期待できる。本研究では、既存の汎用性高分子であるポリスチレン (PS) 微粒子を熱プレスにて変形させディスクとする簡易調製法を提案し、2 次元相互作用によるユニークな特性 (界面に対する接着性等) を明らかにする。

2. 実験方法

アルギン酸ナトリウム水溶液 (Na-Alg, 20 mg/mL, 10 mL) に PS 微粒子 (1 $\mu\text{m}\phi$, 0.25 wt%: 5×10^9 particles/mL, 0.5 mL, Polysciences 社製) を添加し均一に分散させた後、塩化カルシウム水溶液 (20 mg/mL, 20 mL) を滴下してゲル化させた (r. t., overnight)。純水洗浄した後、小型熱プレス機 (AH-2003, アズワン社製) にて加熱圧縮 (r. t. - 120°C, 5 - 40 MPa) した。最後に、EDTA (0.1 M, 25 mL) にてゲルを溶解させ、遠心分離にて PS ディスク分散液を精製した。PS ディスク分散液をメンブレンフィルター (孔径: 100 nm ϕ) 上に滴下し乾燥後、高分解能電界放出形走査電子顕微鏡 (FE-SEM S-4800, 日立ハイテック社製) を用いて観察し、ディスク径を実測した。

3. 実験結果

加熱温度を一定 (110°C, 30 s) とし、10 MPa で PS 微粒子内包ゲルをプレスした。精製後の微粒子を電顕観察したところ、プレス前の真球微粒子 (Fig. 1A, 1015 \pm 3 nm ϕ) と比較して、粒径が顕著に増大したディスク (1665 \pm 38 nm ϕ) が得られた (Fig. 1B)。20 MPa 以上ではほぼ定値となり、プレス条件は 10 MPa で十分であると判断した。次いで、プレス条件を一定 (10 MPa, 30 s) とし、加熱温度を検討したところ、110°C (ガラス転移温度 (T_g) 付近) で確実にディスクに変形した。従って、PS 微粒子をディスク状に変形させる簡便な手法を確立し、その条件 (10 MPa, 110°C) を見出した。さらに、

得られたディスク分散液は、血小板分散液と同様スワーリング現象 (渦巻状に分散する挙動) を示すことも特筆すべき点である。ポリ-L-リジンを吸着させたカチオン表面にカルボキシル基導入 PS 真球微粒子あるいはディスクを吸着させたところ、両者の吸着数はほぼ同程度であった (それぞれ $(8.9 \pm 2.9) \times 10^3$, $(9.9 \pm 2.6) \times 10^3$ particles/mm²)。そこで、両基板に空気を流入させたところ、真球微粒子の大半は脱着したのに対し (脱着率: 92.9 \pm 3.7%)、ディスクの吸着状態は維持されていた (脱着率: 4.8 \pm 1.4%)。

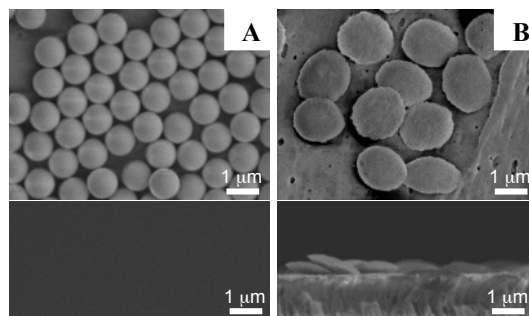


Fig. 1 SEM images of (A) PS microspheres with the diameter of 1 μm and (B) PS disks. Lower images were taken at 90° rotation.

4. 考察

微粒子をディスク状に変形させるには、微粒子の T_g 付近で加圧することが必要条件であった。また、ディスクは面を有する形状のために界面と 2 次元相互作用し接着性が向上したと考察でき、ユニークな特性のひとつでいえる。

5. 結言

ゲルをマトリックスとして微粒子を内包し、熱プレスすることでディスクを調製できる簡便な手法を確立した。また、ディスク状に変形するだけで界面に対する接着性が飛躍的に上昇するユニークな特性を明らかにした。

謝 辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費「若手研究 B」(15K21384) の助成より行われた。記して謝意を表する。