

誘電泳動による細胞捕捉と細胞機能維持評価

大阪府立大学 21 世紀研究機構 ナノ科学・材料研究センター

中土井 祐, 床波 志保

細胞の分離・濃縮におけるアプローチとして誘電泳動法 (Dielectrophoresis: DEP) が注目されている。DEP とは、不均一電場内におかれた物質 (微粒子) に電場とその物質によって誘起された電気双極子モーメントによって力が生じ、これにより力を受けた物質が移動する現象である。この誘電泳動を利用してサブマイクロメートルサイズの微粒子を操作することが検討され、ウイルス、DNA の選別や、マイクロビーズの配列に応用されている。しかし、細胞分化などの細胞機能を促進しながら細胞操作を可能にするような DEP のアプローチは未だに存在しない。

Reyes らは、細胞捕捉と細胞機能の維持を目的として、ハイブリッド細胞粘着性材料 (hCAM) と DEP を組み合わせた興味深いシステムの構築を行った。本稿ではその手法について紹介する。

流動状態における DEP による細胞捕捉の概念図を Fig.1 に示す。実験では、マウス胚性癌腫細胞 (P19 細胞) が用いられた。マイクロチャンネルは、Indium Tin Oxide (ITO) 電極上に hCAM 層を析出させ、PDMS を用いて形成している。マイクロチャンネル内で P19 細胞を流動させ (Fig.1(1))、DEP の電源を ON にした後 (Fig.1(2))、ITO 電極表面に P19 細胞を誘導し (Fig.1(3))、電源を OFF にした状態で電極上の hCAM により P19 細胞を捕捉する (Fig.1(4))。固定化された細胞の神経分化 (Fig.1(5)) を観察することで、細胞機能維持の評価が行われた。

P19 細胞 (白丸状に観察される) を左から流動させ (Fig. 2A)、交流電場 (7 Vpp、30 MHz) を印加すると DEP により P19 細胞は捕捉される (Fig. 2B)。印加電圧を 7 Vpp から 3 Vpp まで徐々に下げると、右側の ITO 電極上にも P19 細胞は捕捉された (Fig. 2C)。

Fig.3 は、P19 細胞が電極表面に捕捉されてから 8 日後の様子を示している。矢印は P19 細胞から分化しているニューロフィラメントを示している。ITO 電極表面に固定化されて 8 日後の P19 細胞でも神経分化が起こることから、細胞機能が長時間維持されていることが確認された。以上より、流動状態で細胞捕捉と細胞機能の維持を両立したアプローチであることが明らかとなった。

この実験系は、細胞間相互作用メカニズムの解明や体外における細胞形態形成の追跡に関する研究に有用であると考えられる。

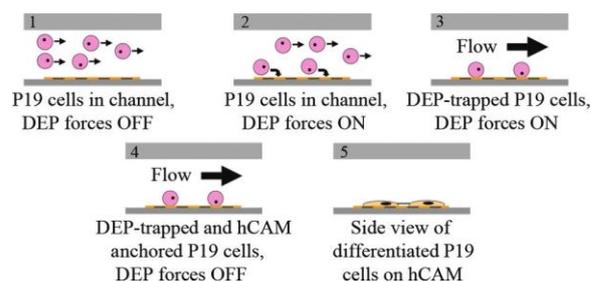


Fig.1 流動状態での DEP による細胞捕捉の概念図

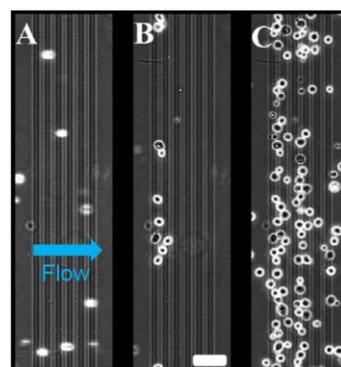


Fig.2 hCAM 上に捕捉された P19 細胞の位相差画像
A: 電源 off B: 7 Vpp, 30 MHz の交流電源
C: 7 Vpp から 3 Vpp に交流電源の電圧を変化

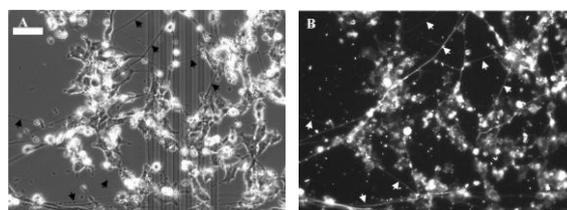


Fig.3 マイクロチャンネル内で分化した P19 細胞
A: 位相差画像 B: 免疫染色像

Reference

Darwin R. Reyes, Jennifer S. Hong, John T. Elliott, and Michael Gaitan, *Langmuir* 2011, 27, 10027-10034