

PM2.5等の毒性評価のための培養細胞への曝露手法の開発

SATテクノロジー・ショーケース2021

■ はじめに

大気中のPM2.5等(PM)を吸入することによる健康影響が指摘されているが、PMには様々な粒径、様々な化学成分を含むために毒性と、成分や粒径との関連について不明な点が多い。培養細胞を用いたPMの毒性評価手法は、従来はPMをフィルタ等に捕集して溶媒で抽出し、その溶液や分散液を細胞に添加して応答を評価する方法であったが、気相中に存在するPMを直接培養細胞に曝露して影響評価する気液界面細胞曝露手法が欧州で開発された[1]。この手法は、ヒトの肺の中で起きる沈着現象を利用し、粒子としての曝露ができることから現実に近いPMの毒性評価ができる利点がある。図1に気液界面曝露部分の写真を示す。メンブレンの下から培地を供給してメンブレン上に細胞を培養する。その細胞の上面は気相に接しており、PMの直接曝露が可能となる。課題のひとつにPMの細胞に対する沈着効率が定量的に明らかになっておらず、PMの曝露量と細胞の応答の関係(用量反応関係)が得られないという問題があった。そこで気液界面細胞曝露装置内の細胞への粒径別のPMの沈着効率をシミュレーションと実測の両面から評価した[2]。

■ 活動内容

1. 実験的検証

既知の粒径の球形粒子を気相中に飛散させて、単一の粒径、既知の個数濃度に調整した上で気液細胞曝露装置に導入して気液境界面に沈着させた。沈着した球形粒子の個数を透過型電子顕微鏡観察により数え(図2)、その沈着数と曝露中に系に流入した粒子数から沈着効率を算出した。粒径によりPMに作用する力の大きさが異なるため、以上の評価を様々な粒径のPMについて行った。

2. 数値シミュレーション

COMSOL Multiphysics を使用して系内の空気の流れ場を求めた。流体上のPMの軌跡はFortranコードにより、PMに作用する抗力、重力、拡散力を考慮して計算した。図3に気液界面細胞曝露装置内のPMの沈着効率の実

測結果および計算結果を示す。沈着効率の変化がU字型になっているが、拡散沈着が卓越する小粒径側と重力沈着が卓越する大粒径側で高く、両者の効果が小さい中間の粒径において沈着効率が低下していると考えられ、妥当な結果が得られた。また、おおむね両手法の結果が一致したことが確認された。これで用量反応関係が得られることになるため、今後気液界面曝露法により様々なPMの毒性を評価していきたい。

■ 関連情報

[1] Paur, H.R. et al., 2011. In-vitro cell exposure studies for the assessment of nanoparticle toxicity in the lung—A dialog between aerosol science and biology. *Journal of Aerosol Science* 42, 668–692.

[2] Fujitani Y. et al., 2015. Particle deposition efficiency at air–liquid interface of a cell exposure chamber. *Journal of Aerosol Science* 81, 90–99.

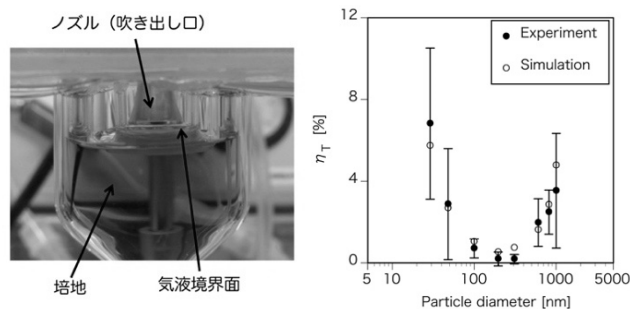


図1: 気液界面曝露部分

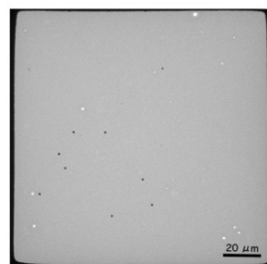


図3: 粒径別の沈着効率
Copyright © 2014 Elsevier Ltd.
All rights reserved.

図2: 基盤上に沈着した球形粒子の透過型電子顕微鏡写真
(黒い粒が沈着した球形粒子を表す)

代表発表者
所属

藤谷 雄二(ふじたに ゆうじ)
国立環境研究所環境リスク・
健康研究センター

問合せ先

〒305-8506 つくば市小野川16-2
TEL: 029-850-2014 FAX: 029-850-2014
fujitani.yuji@nies.go.jp

■キーワード: (1) 気液界面曝露法
(2) エアロゾル
(3) 培養細胞

■共同研究者: 菅谷 裕 (国環研)
橋口 真宜 (計測エンジニアリングシステム株式会社)
古山 昭子 (国環研)
平野 靖史郎 (国環研)
高見 昭憲 (国環研)