

# 環境低負荷型電気泳動法によるセラミック膜フィルターの作製

工学研究科応用化学専攻 助手 濱上 寿一

## 研究の背景

人間の健康に与える環境の影響が懸念されるなか、生活排水や工場排水などによる水圏の汚染に対する問題の解決は急務とされる。とくに、世界を代表する大都市である東京においては、安全な水や空気を確保することは都民が健全な生活をおくる上でも重要である。これに対し、行政では安全な水を供給するために、浄水場内にフィルターを設けた濾過装置により対応している。そのフィルターとして、現在主流である高分子膜を用いたフィルターでは洗浄用薬品による化学的な劣化や熱・圧力による変質の問題があり、セラミック膜フィルターへの移行が望まれる。しかしながら、セラミック膜フィルターは高分子膜フィルターに比べ耐久性に優れるものの、コスト高の問題がある。本研究課題ではセラミック膜フィルターの製造コストの低減を図るべく、環境低負荷型な製造プロセスの開発について研究を遂行した。具体的には、支持層と分離層からなる二層構造を有するセラミック膜フィルターの分離層の作製技術についての検討を行った(図1参照)。

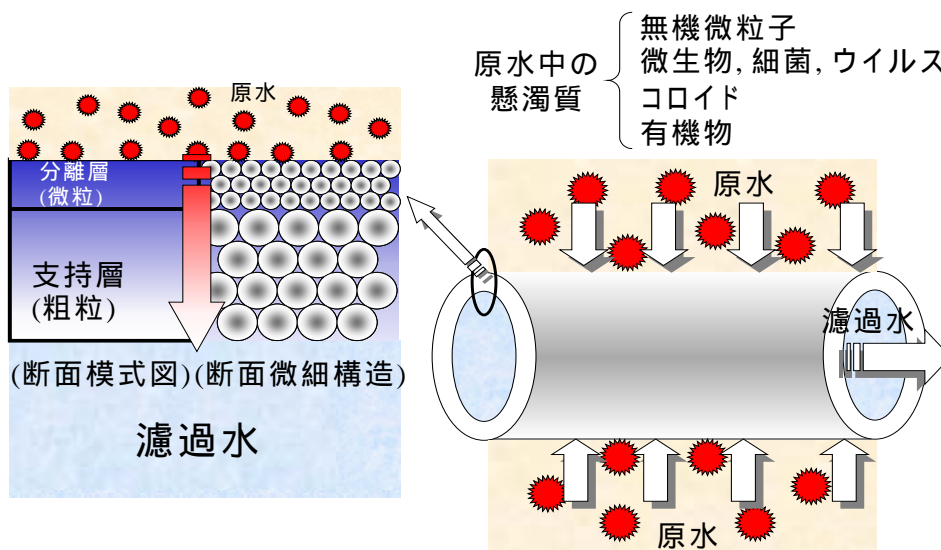


図1 セラミック膜フィルターの濾過プロセスと構造

## 研究目的

セラミック膜フィルター用分離層の製造法の一手段として、従来の膜化技術とは全く異なる原理をもつ電気泳動法を採用した。電気泳動法は、数 $\mu\text{m}$ 以下のコロイド粒子を分散させた懸濁液中に一对の電極を挿入し、その電極間に直流電圧を印加することで帯電粒子を一方の電極表面に移動(泳動)させ堆積させる手法である。電気泳動法を用いた製造プロセスでは、高価な真空系の装置は必要とせず、常温・常圧雰囲気での湿式プロセスが適用でき、かつ低コスト化が図れる。膜を形成する基材として、板状はもちろんのこと、円筒管のような複雑形状のものにも電気泳動セルや電極配置を工夫することで適用できる。電気泳動法で用いる溶媒としては有機溶媒が主流であったが、水を適用することで安全性、経済性に優れ、かつ環境に対し低負荷型な製造プロセスが実現できる。本研究では環境低負荷型なプロセス技術として水系懸濁液を利用した電気泳動法を開発するとともに、そのプロセスを用いてセラミック膜フィルターの分離層を作製し、フィルターとしての濾過性能(除菌テスト)を評価することを目的とした。

## 研究方法

アルミナ多孔質円筒支持管(外径10 mm(内径 6 mm)×長さ70 mm)を基材とし、その外周表面にアルミナ微粒子(平均粒子サイズ 0.78  $\mu\text{m}$ )からなる薄層を電気泳動法により形成させた。通常の電気泳動法ではその原理上、電極自身が基材を兼ねる。したがって、電子伝導性をもつ金属などが電極基材として多用される。そのた

め、絶縁体であるアルミナセラミックスは直接電極として使用できない。そこで、絶縁体表面に電子伝導性を付与するため金属などをコーティングする前処理が必要となる。本研究においては電極間に絶縁性基材を設置することで絶縁性基材表面に直接粒子が堆積可能な手法を開発した。電気泳動法を行うためには、懸濁液を調整する必要がある。通常、懸濁粒子を電気泳動させるためには電極間に高電圧を印加する必要があるためアセトンなどの非水系溶媒が用いられる。環境へ与える影響を考慮すると、非水系より水系が望ましい。しかし、水系の場合、水の電気分解が1.23 Vの低い電圧値で起きるため、そのガスの発生により電極表面での粒子の堆積が阻害される結果、均質な粒子層が形成されない問題がある。そのため、水系懸濁液を用いた電気泳動法を用いた研究実施例は少ないのが現状である。しかしながら、新たに考案した本手法を用いることでこの問題点はクリアできる。すなわち、基材を電極間に挿入することで、電気分解による堆積阻害の悪影響を回避できる。

## 研究成果

分離層の薄膜化技術として、水系懸濁液を用いた電気泳動法を適用した結果、円筒形アルミナ多孔質支持体の全長・全周にわたって均一な厚さを持つ分離層の形成に成功した(図2参照)。さらに、作製された緻密層には、クラックや剥離が観察されなかったことから良好な品質を示すことが確認された。フィルターの性能は分離層の厚さと細孔サイズにより大きく影響される。分離層の厚さは電気泳動プロセスのパラメータ(懸濁液の粒子濃度、電界強度または電流密度、堆積時間など)を変化させることにより制御可能であった。本試料は、池の水を原水とした濾過テストでマイクロサイズの微粒子や細菌などの不純物を完全に除去できた。この結果は水質基準(30個/ml以下)を十分に満足するものであった。

以上をまとめると、セラミック膜フィルターの分離層の薄膜化技術として環境低負荷型な水系懸濁液を用いた電気泳動法を提案し良好なフィルター性能を得ることができた。結果の詳細については以下の論文を参照していただければ幸いである。

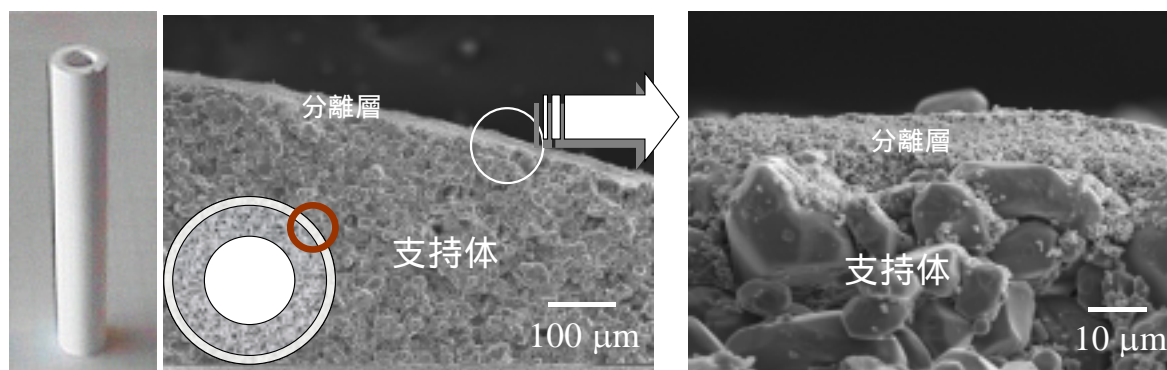


図2. アルミナセラミック膜フィルターの写真と微細構造の電子顕微鏡写真

## 参考文献

Direct Electrophoretic Deposition of Alumina Particles onto Porous Ceramics for Membrane Filter Application  
Jun-ichi Hamagami, Kiyoshi Kanamura, Takao Umegaki, Nirihiko Fujiwara, Masafumi Ito, Shinji Hirata  
Transaction of the Materials Research Society of Japan, **27**[1], pp.77-80 (2002).

Creation of Functional Materials by Electric Field in Solution  
Kiyoshi Kanamura, Jun-ichi Hamagami, and Takao Umegaki  
Transaction of the Materials Research Society of Japan, **27**[1], pp.67-72 (2002).

電気泳動法を用いた材料プロセスの新展開  
濱上寿一・金村聖志  
粉体工学会誌, **39**, pp.587-594 (2002).