

대기 부유 입자분석을 위한 바이오센서

윤 회주

국방 과학 연구소

서 론

대기 중 부유 입자가 가스상 물질보다도 주목되는 이유는 입자 자체의 인체 영향과, 입자 중에는 함유된 각종 유해 화학물질 들이나 부유 미생물 때문이다. 부유입자의 동태와 인체와 동식물에 미치는 영향은 입자의 크기, 농도, 물리화학적 조성 그리고 생물학적 성상을 비롯하여 매질의 조건 등 각종 인자와 조건에 의존하므로 매우 복잡하다..

또한 부유 입자상 물질의 특성, 입도 분포, 그리고 생성과 제거기구, 시정장애 현상과 공간 분포, 봄철의 황사현상 등에 대한 연구와 새로운 측정기술 개발이 매우 시급하다.

특히 생물학적 에어로졸의 실시간 현장 감시 분석은 또한 국민생활의 대기 환경 개선과 전염병 방역 차원에서 그 중요성은 인식되고 있으나 이 기술들은 물리학/화학, 생명과학, 센서공학, 컴퓨터공학 그리고 기계 환경공학 등 매우 많은 과학과 공학 기술이 접목되어야 하며 기술적으로 매우 어렵다. 이에 따라 생물학적 에어로졸 분석에 필요한 기술들을 개괄하고 특히 식별에 필요한 바이오센서에 대하여 토의하고자 한다,

본 론

에어로졸 특성 분석

공기 중에 있는 수 nm에서 수백 μm 크기의 고형 또는 액상의 입자 중에서 생물학적 입자만을 선택적으로 농도, 크기, 모양, 그리고 성분을 실시간 분석하는 것은 매우 어렵다.

분석결과의 대부분은 실험 방법(계측기)에 따라 대기 환경의 부유입자 특성분석이 좌우될 수 있다. 입자 측정방식은 질량분석법, 광학적 분석법 그리고 전기적 측정 방식) 등으로 구분된다. 생물학적 에어로졸 분석에 응용 잠재력이 높은 계수기는 High Volume Aerodynamic Particle Sizer, Fluorescence aerodynamic particle sizer 그리고 Airborne Particle Measuring System 등을 들 수 있다.

에어로졸 선별 농축

대기 부유 입자 중에서, 생물학 입자만을 선별 농축하는 기술은 쉽지 않으며 또한 생물학 입자는 흙먼지와 오염물질 중에서, 꽃가루, 곰팡이 포자, 세균, 바이러스 그리고 이들 미생물의 응결체(aggregate), 단백질 입자 내지는 곤충의 부스레기 등으로 매우 다양하다. 그리고 농축 후 생존성 유지와 비-생물학적 입자의 제거 등 일반 부유입자 농축과는 사뭇 다르다. 하지만 현재로는 일반 부유 입자 농축과 마찬가지로 농축기술은 필터에 의한 여과, 전기방전 침전, 그리고 관성 충돌법(가상충돌법, 임핀저방식 그리고 습식 사이클론 방식 등)이 있다. 또한 농축된 시료를 분석장비에 빠른 시간 내 적정 농도로 전달할 수 있는 유동식 자동화 시료처리 기술이 분석 소요시간 단축에 중요하다.

생물학 물질 총량 분석

농축된 시료에서 생물학 입자량을 빠른 시간 내에 비특이적으로 분석하는 기술로서 에너지 대사물질(ATP ; adenosine tri-phosphate), 핵산(RNA 또는 DNA) 분석에 의한 미생물의 총 균수 분석, 세포 특성 분석, 질량 분석에 의한 생물학 분류 기술(classification) 그리고 단백질 함량 분석 등이 있다.

바이오센서를 이용한 식별

바이오 센서는 항원/항체 식별(진단/식별 키트), 유전자 식별(유전자 칩) 그리고 환경오염 물질 감시등에서 응용 잠재력이 매우 크며 특이적 감응물질에 의한 생화학 반응을 신호변환기(반도체, 광섬유, 전극, 프리즘 등) 이용하여 전기/전자적 신호로 변환시키는 감응소자이다. 주요 기술은 우선적으로 생물 감응물질 제조, 감응물질 고밀도 고정화/안정화 그리고 미세 감응소자 제조기술을 들 수 있다. 감응소자 중에서 광 감지 전위차센서(Light-addressable potentiometric sensor ; LAPS), 광섬유를 이용한 형광 센서(Fiber Optic Fluorescence Biosensor) 그리고 표면 플라즈몬 공명 센서(Surface Plasmon Resonance ; SPR)를 분석한 결과 미생물 입자 식별에서는 LAPS가 다양한 요구성능 충족 면에서 우수하였다. 그러나 준 실시간 분석에서 결코 간과할 수 없는 주요 기술은 유동셀 최적화와 신호 변환 최적화기술이다.

결 론

대기 부유입자 특성 분석은 인구가 밀집되고 산업활동이 활발한 우리나라에서는 국가적으로 매우 중요한 사안이다, 바이오센서는 대기 부유입자의 복잡한 양태와 매우 희박한 농도 특성상 식별 기술로서 고농도 선별농축(target amplification)과 특이적 반응(항원/항체, 특정 유전자를 이용)에 의한 신호증폭(signal amplification)이 가능하여 최적 대안이 되었다.

그러나 경제성과 분석의 정확성 측면에서 감응물질의 순도증대/안정화/고정화를, 그리고 신호/잡음비 증대 측면에서 시료 전처리/감응부·신호변환부의 최적화가 바이오 센서 H/W에 우선하는 기반기술(platform technologies)이다.

참 고 문 헌

- Brian M Paddle(1996), Biosensors & Bioelectronics Vol. 11 No. 11 pp 1079 - 1113
Dmitri Ivnitiski et al(1999), Biosensors & Bioelectronics Vol. 14 pp 599 - 624
Frances S. Ligler ; Guest Editor(2000), Biosensors & Bioelectronics Vol. 14 Nos 10-11
pp 749 - 871, Special issues .