

싱가폴 연무와 호흡기 보호

최근 싱가포르에서 짙은 연무가 발생하여 대기가 우유 빛으로 흐려 보이는 등 시정을 악화시키고, 일상 생활에서 건강상 영향을 주는 것은 물론 특히 환자 및 노약자에게는 생명을 위협하기도 하고 있다. 여기에서 연무란 육안으로는 보이지 않는 극히 작고 건조한 고체 입자가 대기 중에 떠다니고 있는 것을 말하는데, 특히 비가 거의 오지 않는 건기에는 공기 중의 먼지와 입자들이 계속 축적되어 이 현상을 지속시키고 있는데 이로 인해 최근 싱가포르의 대기오염지수는 역대 최고 기록을 갱신하고 있다.

싱가폴 연무의 근본 원인은 인도네시아 수마트라 지역 대규모 농장에서의 농작을 위한 인위적인 산불이며, 그 규모가 거대해 이웃나라인 싱가포르와 말레이시아에까지 큰 영향을 주고 있다.

그렇다면 이 연무는 어떻게 분류되며, 인체에 유입되었을 경우 어떠한 건강상 유해가 있을지에 대해 알아보자.

싱가폴에서 영향을 주고 있는 이들 연무는 숲으로부터의 연기, 먼지 및 검댕을 포함한 입자들의 혼합물이며, 이들 입자들은 크기에 따라 다음과 같이 크게 두 그룹으로 분류할 수 있다.

- 1) PM10 - 직경이 2.5 ~ 10 마이크로미터인 입자
- 2) PM2.5 - 직경이 2.5 마이크로미터 이하인 입자

사람의 머리카락 굵기가 평균 70 마이크로미터라고 하니 이들 입자들은 머리카락 보다 약 10~30배 더 작은 크기일 것이다. 이렇게 극도로 작은 크기의 입자들은 지구 중력에 의해 바닥으로 가라앉지 않고 공기 중에 부유하게 되며, 사람이 흡입하게 되면 폐의 가장 깊숙하고 예민한 가스교환장소인 폐포까지 도달하여 건강상 유해를 가져오게 된다. 이들 입자들로 인해 발생할 수 있는 건강 유해는 다음과 같다.

결막염 등의 안과질환

심장마비 위험 증가

불규칙적인 심장 박동

천식, 콧물 등의 이비인후과 질환

폐기능 감소

이 외의 건강상 역효과

심장 및 폐 질환을 갖고 있는 환자 및 노약자 등이 이러한 질병들에 가장 취약하며, 심지어는 일시적인 증상만을 보일지라도 건강한 일반인 역시 이러한 질병을 겪게 될 수 있다. 높은 PM 농도에서의 외부 활동은 더 높은 건강상 유해를 가져올 수 있으며, 이외에도 이런 입자들은 시계를 악화시켜 잠정적인 안전상 위험을 증가시키기도 한다.

그렇다면 이러한 연무로부터 호흡기를 보호하기 위해 어떠한 보호구를 착용해야 할까?

미국국립산업안전보건연구원 (NIOSH, National Institute for Occupational Safety and Health) 의 승인을 받은 호흡기 보호구는 직경 0.3 마이크로미터보다 작은 입자들을 효과적으로 여과할 수 있음을 의미하며, 그 중 NIOSH N95 등급의 마스크는 적절히 착용하였을 경우 위에서 분류한 PM10 과 PM2.5 입자의 95% 이상을 여과할 수 있는 마스크를 의미한다. 따라서 해당 국가인 싱가포르와 말레이시아에서는 이러한 연무 발생 시 NIOSH N95 등급의 마스크를 착용하도록 권고하고 있고, 이에 한국 쓰리엠에서는 NIOSH N95 마스크인 3M 8210 을 추천하고 있다.



참고로 시중에서 판매되고 있는 병원용/수술용 거즈 혹은 검증되지 않은 방진마스크는 이러한 미세입자를 걸러낼 수 없으며, 따라서 싱가포르에서의 연무와 같은 입자상 유해물질로부터 호흡기를 보호하기 위한 용도로는 사용할 수 없다. 또 적절한 호흡기 보호를 위해 마스크는 효과적으로 착용자의 얼굴에 밀착이 잘 되어야 하지만, 거즈 및 비 검증 방진마스크는 안면부 누설율에 대한 검증이 되지 않았기 때문에 안면부에 틈이 생겨 유해물질이 기준을 초과하여 침투할 수 있으므로 반드시 공식적인 인증 - 미국 NIOSH 인증 혹은 한국 산업안전보건공단 안전인증 - 을 득한 제품을 사용하여야 한다.



3M™ EVM 시리즈 실내공기질 측정기

지난 뉴스레터에 기고되었던 중국 스모그부터 금번의 싱가포르 연무까지 우리는 최근 들어 전세계적으로 발생하고 있는 대기오염 현상에 대해 집중적으로 알아보고 있다. 특히 그 중

극미세먼지, 즉 PM2.5의 개념과 그 인체 유해성은 매우 중요하며 이에 따라 각 국가 및 관련 담당자의 관심이 점점 높아지고 있는 추세이다.

그렇다면 극미세먼지의 농도는 어떻게 측정할 수 있을까?

알려진 바와 같이 극미세먼지를 포함한 입자상 물질은 크게 여과, 원심력 및 충돌 등의 원리를 이용하여 채취한다. 하지만 채취가 어렵고, 준비 및 분석 시간이 많이 소요되며, 분석 시 시료의 손실이 있을 수 있기 때문에 경험이 많은 전문가가 수행해야 정확한 측정이 가능하다. 따라서 최근에는 부피가 작아 휴대용으로 사용이 가능하며, 측정, 작동 및 데이터 분석이 편리한 직독식 측정기를 환경모니터링에 사용하고 있다.

3M™ EVM 시리즈 실내공기질 측정기는 하나의 휴대용 장비로 입자상 물질과 기체상 물질을 동시에 측정 가능하며, 대형 전면 디스플레이를 채용하여 설정 및 작동이 용이하다. 또 데이터 저장이 가능하며, 3M™ DMS (Detection Management Software)를 이용하여 차트, 표 등을 활용한 분석 및 보고서 작성이 가능하다.



후면 커버를 열면 샘플 포집을 위한 중량 분석용 카세트를 쉽게 장착하고 제거할 수 있습니다.

- **미세먼지 농도와 유해가스 농도를 동시에 측정**
저렴한 비용으로 다양한 유해인자를 측정 가능하며, 기기를 여러 대 휴대할 필요가 없어 매우 편리합니다.
- **다이얼 방식의 임팩터(Impactor)**
다른 조작 없이 임팩터의 다이얼을 돌리기만 하면 PM2.5, PM4, PM10, TSP (Total suspended Particles : 총 부유먼지)로 전환되어 매우 편리합니다.
- **90° 광산란 포토미터 (Light Scattering Photometer) 방식으로 미세먼지 농도 분석**
- **질량농축엔진(Mass concentration engine)을 채용하여 미세먼지의 실시간 분석 가능**
- **중량 분석을 위한 펌프 내장**
25mm 또는 37mm 카세트를 장착하여 중량분석이 가능합니다.

3M™ EVM 시리즈는 간단한 다이얼 방식으로 필요한 크기의 입자(PM2.5, PM4, PM10, Total Suspended Particles)를 선택하여 측정 가능하며, 광산란 방식의 레이저 포토미터를 사용하여 농도를 측정한다. 또 샘플링 카세트가 내장되어 여과를 이용한 중량 분석이 가능하며, 채취한 입자의 성분 분석이 가능하다.

이 외에도 온/습도는 물론 선택에 따라 풍속도 측정 가능하며, 휘발성유기화합물, 이산화탄소 및 아홉여 종의 유해가스 (CO, Cl₂, EtO, HCN, H₂S, NO, NO₂, O₂, SO₂) 농도를 측정할 수 있다.

센서종류

METHOD	BASE UNITS	DISPLAY RESOLUTION	DISPLAY RANGE	ACCURACY REPEATABILITY
PARTICULATES :				
90° Light Scattering / Integrating Photometer	mg / m ³	0.001	0.000 -199.9	+/-15% (rel ARD*)
	ug / m ³	1	0 - 20,000	+/-15% (rel ARD*)
Particulates Size Range	µm	NA	0.1 - 10	**
VOC : 10.6eV Photo-Ionization Detector				
Low Sensitivity PID	ppm	0.01	0.00 - 2,000	+/-5% / 2% *** at calibration level
High Sensitivity PID	ppb	1	0 - 20,000	+/-5% / 2% *** at calibration level
CO₂ :				
NDIR (Non-Dispersive Infrared)	ppm	1	0 - 20,000	+/-2% of signal +/-50 ppm between 0-2,500
TOXIC ELECTROCHEMICAL SENSOR :				
CO - Carbon Monoxide Sensor	ppm	1	0 - 1,000	+/-5% / 2% of signal
Cl ₂ - Chlorine Sensor	ppm	0.1	0.0 - 20	+/-5% / 2% of signal
EtO - Ethylene Oxide Sensor	ppm	0.1	0.0 - 20	+/-5% / 2% of signal
HCN - Hydrogen Cyanide Sensor	ppm	0.1	0.0 - 50	+/-5% / 2% of signal
H ₂ S - Hydrogen Sulfide Sensor	ppm	1	0 - 500	+/-5% / 2% of signal
NO - Nitric Oxide Sensor	ppm	0.1	0.0 - 100	+/-5% / 2% of signal
NO ₂ - Nitrogen Dioxide Sensor	ppm	0.1	0.0 - 50	+/-5% / 2% of signal
O ₂ - Oxygen Sensor	%	0.1	0.0 - 30	+/-5% / 2% of signal
O ₃ - Ozone Sensor	ppm	0.01	0 - 1.0	+/-5% / 2% of signal
SO ₂ - Sulfur Dioxide Sensor	ppm	0.1	0.0 - 50	+/-5% / 2% of signal
TEMPERATURE :				
Junction Diode	deg C	0.1	-10.0 - 60.0	+/- 1.1 deg C
	deg F	0.1	14.0 - 140.0	+/- 2 deg F
RELATIVE HUMIDITY :				
Capacitive	% humidity	0.1	0.0 - 100	+/-5% RH* of signal between 10%-90%
AIR VELOCITY :				
Omni-directional Heated Thermistor Windprobe	meter/sec	0.1	0.0 - 20	+/-0.12 m/s + 4.5% of signal
	feet/min	1	0 - 3940	+/-23.6 ft/min + 4.5% of signal

*ARD - Arizona Road Dust, RH - Relative Humidity

**The photometer can detect particulates up to 100 µm; however accuracy is reduced for sizes greater than 10 µm.

***Relative Isobutylene