



Airborne Monitoring to Distinguish Engineered Nanomaterials from Incidental Particles for Environmental Health and Safety (환경안전보건에서 발생하는 나노입자와 제작된 나노입자를 구분하기 위한 측정)

출처 *J. Occup. Environ Hyg.* Vol. 6: pp 73-81, 2009

저자 Thomas M. Peters, Sherrie Elzey, Ronald Johnson, Heaweon Park, Vicki H. Grassian, Tabitha Maher, and Patrick O'Shaughnessy

이 논문은 산업보건 분야에서 나노입자 제작과 관련하여, 산업보건학적 문제인 작업장에서 발생하는 입자와 제작된 나노입자를 구분할 수 있는 측정 문제를 다루고 있다.

작업장에서 발생하는 나노입자(incidental nanoparticles)는 연소나 고온 공정에서 발생하는 부산물이며, 심근경색증이나 천식환자에서 폐기능 감소 등 영향을 주었다.

제작된 나노입자(engineered) - 최소한 방향이 100 nm이하로 제작된 입자 -는 앞서 언급한 영향 외에 염증, 육아종, 폐섬유증, 폐 섬유모세포의 DNA 손상 등이 독성학적 연구로 발견되고 있다.

기존 부유입자의 위험성을 평가하는 중량법은 나노입자의 노출을 평가하는 것으로는

잘 맞지 않는데, 중량 농도보다는 입자 수나 표면적이 더 밀접한 관련성이 있다는 연구에서도 볼 수 있다.

나노입자의 건강상 영향은 크기, 형태, 구성성분, 농도에 따라 다르다. 따라서 필터에 채취한 입자를 TEM이나 SEM으로 분석하여 작업장 발생 나노입자와 제작된 입자를 구분하는 것이 하나의 방법이다. 다른 방법은 작업자의 행위별로 실시간으로 입자를 모니터링하는 방법이다.

이 연구는 리튬티탄 분말을 생산하는 공장에서 제작된 나노입자와 발생하는 입자를 구분하기 위하여 두 가지 방법을 사용하였다.

첫 번째 방법은 공장 6곳과 외부 1곳에 기존의 호흡성분진 포집기로 입자를 포집한

다음 필터를 분석하였다.

대부분의 조사 지역에서 호흡성 중량농도는 0.05 mg/m^3 이하로 낮았고, 구성성분은 ICP 분석을 통해 티탄을 분석했을 때 10% 이하이어서 대부분 입자가 제작된 나노입자가 아닌 것으로 조사되었다.

반면 재료를 많이 취급하는 1곳에서는 중량농도가 0.118 mg/m^3 으로 최대치를 보였고, 리튬티탄도 $39\% \pm 11\%$ 를 함유한 것으로 보여 제작된 나노입자가 발생하는 것으로 판단되었다. 여기서 채취한 필터를 TEM과 SEM으로 분석한 결과, 나노입자는 10~80 nm 크기의 나노입자가 뭉쳐진 구형의 덩어리로 200 nm 이상의 크기가 관찰되었다.

이 분석에서는 또한 이 지역의 나노입자는 공장 내 인접 지역에서 행해진 용접에서 발생한 것으로 보이는 미세한 입자가 체인 형태로 뭉쳐진 입자 분포 중 작은 입자들로 보였다.

두 번째 방법은 2개의 소형 직독식 장비

인데, 300 nm 이하의 입자, 호흡성 크기, 총 중량 농도를 시간별로 측정할 수 있다.

이 장비를 이용해 재료를 취급하는 장소에서 작업자의 행동을 관찰하였다.

이 조사 결과 300 nm 이하 크기의 입자 수 농도는 작업자의 행위와는 관련성이 없는 것으로 조사되었고, 반면에 호흡성과 총 중량농도가 급격하게 높아지는 것은 나노물질을 호퍼에 넣거나 나노입자 포집망을 교환하는 일과 관련성이 있었다.

이 연구 결과는 필터를 사용하여 측정한 결과와 일치하였는데, 이런 결과는 이 공장에서 발생하는 나노입자는 용접이나 절삭과 같은 작업장에서 발생하는 것이 주요한 입자의 발생원이고, 공기 중 부유하는 제작된 나노입자는 주로 입자의 크기가 수백 nm 이상 크기로 구성되어 있음을 말해주고 있다.

이 연구는 작업장에서 발생하는 나노입자와 제작한 나노입자의 발생원을 구분하려 할 때 사용할 수 있을 것이다. ☺

제공 | 편집위원 김현욱



- Maynard, AD, RJ Aitken, T. Butz et al. Safe handling of nanotechnology. *Nature* 2006 444(7117): 267-269.
- Maynard, AD and RJ Aitken. Assessing exposure to airborne nanomaterials: current abilities and future requirements. *Nanotoxicol* 2007 1:26-41.
- Lam CW, JT James, R McCluskey, S. Arepalli, RL Hunter. A review of carbon nanotube toxicity and assessment of potential occupational and environmental health risks. *Crit Rev Toxicol* 2006 36(3): 189-217.
- Stern ST, McNeil SE. Nanotechnology Safety Concerns Revisited. *Toxicol Sci.* 2007 Jul 4.
- Nohynek GJ, Lademann J, Ribaud C, Roberts MS. Grey goo on the skin? Nanotechnology, cosmetic and sunscreen safety. *Crit Rev Toxicol.* 2007 Mar;37(3):251-77. Review.
- Balbus JM, Florini K, Denison RA, Walsh SA. Getting it right the first time: developing nanotechnology while protecting workers, public health, and the environment. *Ann N Y Acad Sci.* 2006 Sep;1076:331-42.
- Seaton A. Nanotechnology and the occupational physician. *Occup Med (Lond).* 2006 Aug;56(5):312-6.
- Lam CW, James JT, McCluskey R, Arepalli S, Hunter RL. A review of carbon nanotube toxicity and assessment of potential occupational and environmental health risks. *Crit Rev Toxicol.* 2006 Mar;36(3):189-217. Review.
- Holsapple MP, Farland WH, Landry TD, Monteiro-Riviere NA, Carter JM, Walker NJ, Thomas KV. Research strategies for safety evaluation of nanomaterials, part II: toxicological and safety evaluation of nanomaterials, current challenges and data needs. *Toxicol Sci.* 2005 Nov;88(1):12-7. Epub 2005 Aug 24.
- Lachance PA. utraceutical/drug/anti-terrorism safety assurance through traceability. *Toxicol Lett.* 2004 Apr 15;150(1):25-7.