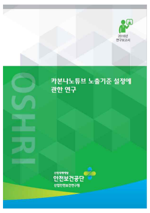
2017 No.9
e연구리뷰
E-2R/E-Research Review

국내 카본나노튜브 노출기준 권고

02p 연구배경
연구기간 / 핵심단어 / 연구배경
03p 주요연구내용
연구결과 / 시사점
04p 연구활용방안
제언 / 개선방안 또는 정책방안

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원

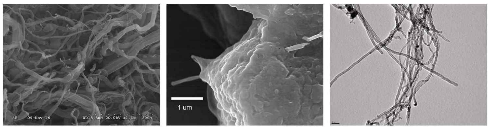


국내 탄소나노튜브 노출기준 권고

연구기간	2016년 1월 ~ 2016년 10월
핵심단어	카본나노튜브, 탄소나노튜브 노출기준, 원소탄소 노출기준
연구과제명	카본나노튜브 노출 기준 설정에 관한 연구

01 연구배경

연구배경



[왼쪽 이미지는 MWCNT의 투사전자현미경 사진, 중앙 이미지는 MWCNT가 폐포를 관통한 전계방출형 주사전자현미경 사진, 오른쪽 이미지는 MWCNT의 주사전자현미경 사진임]

- 탄소나노튜브는 기존 소재에 비해 반도체 등의 전기적 특성이 뛰어나 꿈의 신소재로 알려져 있으나, 동물실험을 통해 석면에서 발생하는 중피종이 발생됨에 따라, 탄소나노튜브의 인체 영향에 대한 우려가 제기되고 있음
- 2007년부터 관련 기관들이 탄소나노튜브에 대한 노출기준을 권고하고 있으며, 탄소원소나노튜브 노출기준으로는 미국 국립산업안전보건연구소(1 ㎍/㎥), 일본 산업기술종합연구소(30 ㎍/㎥), 나노실 기업 (2.5 ㎍/㎥), Bayer 회사 (50 ㎍/㎥), 국내 연구 (142 ㎍/㎥) 등으로 기준을 설정하고 있음. 또한 영국 BSI(British Standard Institution)와 독일 IFA(Instutut for Auslandsbeziehungen)에서는 0.01개/㎤로 제안하고 있어, 탄소원소나노튜브 취급 사업주는 작업장 관리 기준을 설정하는데 어려움이 발생함
- 최근 국내 탄소나노튜브 제조가 늘어나고, 탄소나노튜브를 이용한 중간체 및 제품이 생산되고 있으며, 탄소나노튜브를 취급하는 근로자 건강보호를 위해 국내 탄소나노튜브 노출 기준에 대한 추가적인 연구가 필요함

02 주요 연구내용

연구결과

- 국내 탄소나노튜브 노출 수준 파악
  - 탄소나노튜브 노출기준 지표는 현재 국내에서 활용 가능한 원소 탄소로 정함
  - 탄소나노튜브를 취급하는 사업장에서 공기 중 원소탄소 농도를 측정한 결과, 제조를 하는 곳에서 원소 탄소 농도가 높게 나타나는 경향을 보이며, 최고 농도는 14 ㎍/㎥으로 나타남
  - 대기 중에도 디젤 배출물 등의 영향으로 원소 탄소가 검출되었으며, 국내에서 대기 중 원소 탄소 농도를 확인한 결과, 1.40 ~ 3.48 ㎍/㎥으로 나타남

[표] 국내 탄소나노튜브 제조 및 사용 사업장의 원소 탄소 농도

사업장	농도 (㎍/㎥)*	제조 여부
A	LOD ~ 0.55	사용
B	LOD ~ 0.32	제조 및 사용
C	4.49	사용
D	LOD ~ 0.66	사용
E	LOD ~ 14.24	제조 및 사용
F	LOD	사용
G	3.19 ~ 7.45	사용
배경농도	1.40 ~ 3.48	

※ LOD (Limit of detection) : 검출 한계

- 동물 실험 결과를 이용한 탄소나노튜브 노출기준 권고(안) 제시
  - 탄소나노튜브에 대한 동물 시험 무독성량(No Observed Adverse Effect Level) 실험 결과 중 가장 낮은 농도인 0.1 ㎎/㎥을 기초 자료로 선택
  - 0.1 ㎎/㎥에 대한 건강 영향은 기관지 폐포 세척액 (Bronchoalveloar lavage fluid)의 호구수 증가를 기반으로 하였음
  - 동물 실험 결과를 인체에 적용하기 때문에 불확실성 계수 3을 선택
  - 국내에서 사용되는 탄소나노튜브의 물리적 · 화학적 특성이 다양하므로 불확실성 계수 4를 선택
  - 탄소나노튜브에 대한 인체 무독성량을 계산하여 탄소나노튜브 노출기준으로 10 ㎍/㎥으로 제안
- 탄소나노튜브 노출 기준 10 ㎍/㎥ (원소탄소 기준) 제안
  - 탄소나노튜브에 대한 인체 무독성량 계산 결과 10 ㎍/㎥으로 나타났고, 국내 탄소나노튜브 취급 사업장에서 관리 가능한 수준으로 판단됨

시사점

- 현재 국내에 노출 기준이 제정된 제조나노물질은 없으며, 제조나노물질 중 하나인 탄소나노튜브에 대한 권고 기준을 마련하는 것이 필요

03 연구 활용방안

제언

- 본 연구에서 제안하고 있는 탄소나노튜브 노출기준 10 ㎍/㎥(원소 탄소 기준)은 현재의 과학 수준에서 판단한 것으로 발암성 등의 유해성이 추가로 밝혀질 경우 노출기준 재평가를 실시하는 하는 것이 필요함

개선방안 또는 정책방안

- 국내의 탄소나노튜브 취급 사업장에서 권고 기준을 이용하여 작업장 환경 관리를 할 수 있도록 정부는 사업장에게 관련 정보를 적극 제공하고, 홍보 하는 것이 필요함
- 탄소나노튜브 노출기준에 대해 KOSHA Guide 등을 제정하여, 사업장에 보급

연구담당자 연락처

- 산업안전보건연구원 유해성연구부 이나루
- ☎ 042) 869. 0321
- E-mail naroolee@kosha.or.kr