

FB3) 대기중 미세먼지의 건강위해성 평가기법 개발 Methodologic Development on Human Health Effect Assessment of Airborne Fine Particles

김윤신¹⁾ · 조명행¹⁾ · 임영²⁾ · 이종태³⁾ · 권성안⁴⁾ · 정남현⁵⁾ · 박태술⁶⁾ · 홍종호⁷⁾ · 조용성
한양대 환경 및 산업의학연구소, ¹⁾서울대 수의과대학, ²⁾가톨릭대 의과대학,
³⁾연세대 의과대학, ⁴⁾G-7 환경기술개발센터, ⁵⁾고려대 자연자원대학,
⁶⁾대전대 환경공학과, ⁷⁾한양대 상경대학

1. 서 론

최근까지 환경에 대한 정책진행과 많은 노력에도 불구하고 환경오염에 따른 건강 위해요인은 완전히 규명되지 않은 상태인 반면에 국민들의 환경에 대한 인식은 날로 증가하고 있으며, 이에 따라 국민생활 환경에 대한 삶의 질 향상 욕구가 증가하고 있다. 한편, 국내에서 수행된 기존의 환경에 관한 대부분의 연구들은 환경오염 발생원에 대한 추적 및 규명을 토대로 연구를 수행했을뿐 직접적인 인체영향의 대상이 되는 수용체에 대한 구체적인 연구는 미비한 실정이라서 수용체 중심의 연구 및 환경관리대책 마련이 필요한 시기이다. 따라서 본 연구에서는 국민 삶의 질을 향상시키기 위한 과학적인 접근방법을 도모함과 동시에 향후 통합환경관리 방안을 제시할 환경정책수립에 있어서 과학적인 기초자료를 제공할 목적으로 수행하고자 한다. 이를 위한 구체적인 방법으로서 대기 중 호흡성먼지(PM₁₀)와 미세먼지(PM_{2.5})의 입경별 분리에 의한 성분별 특성 비교·분석과 이를 토대로 한 체계적인 방법론에 의하여 동일지역에서 다년간 계절별로 특성을 비교·파악하고, 인체건강영향의 연구로서 호흡성먼지와 미세먼지로 인한 호흡기 및 심혈관계 건강과 관련한 역학연구와 세포독성 및 유전독성, 발암성 및 변이성에 대한 시험관 또는 동물실험을 통한 생체반응 연구를 통하여 파악하도록 설계되었다. 따라서 연구설계의 내용, 방법에 대한 연구기획을 고찰하고자 한다.

2. 연구개발 내용 및 방법

(1) 1차년도 : 대기중 미세먼지의 물리적 특성 규명 및 건강영향 파악

- ▶ 대기중 PM₁₀과 PM_{2.5}의 물리·화학적 특성 규명
 - PM₁₀과 PM_{2.5}의 물리적 특성 규명
 - 대기중 PM₁₀과 PM_{2.5}의 계절별, 시기별 중금속 분포 특성 규명
 - 먼지입자의 시공간 분포특성 규명
 - PM₁₀과 PM_{2.5}의 계절별 화학조성 규명
 - PM_{2.5}의 동력학적 특성 규명
- ▶ 사망 및 의료보험자료 분석을 통한 PM₁₀/PM_{2.5}와 심혈관계 및 호흡기계 질환의 상관성 비교·분석
 - 사망자료, 의료보험자료 (심혈관계 및 호흡기 질환)
 - 대기오염자료 (환경부)
- ▶ 설문조사를 통한 기초 코호트 구축 : 노인복지시설 노인의 호흡기 임상증상과 생체지표 측정
 - 폐기능 : PEFr
 - 생체지표 : 혈액내 IL-8, TNF, PDGF 측정 → PM₁₀ & PM_{2.5}와의 상관성 비교·분석
- ▶ PM₁₀ & PM_{2.5}에 의한 산화적 스트레스 비교·파악
 - 항산화효소 측정 : GR, Catalase, Cu/Zn-SOD, Mn-SOD, DTD, GPX, OGG1
 - 산소라디칼에 의한 DNA 손상지표로 8-OHG adduct 측정
- ▶ PM 유동화 상태를 만들어 단백질과 DNA 산화 연구
 - : 착화제를 사용하여 유동흡광프라즈마법으로 산화물 측정

(2) 2차년도 : 대기중 미세먼지의 건강 위해성평가 및 정책방향 제시

- ▶ 대기중 황사의 물리·화학적 특성 규명
 - 황사에 의한 계절별 화학조성 규명
 - 황사에 의한 대기중 PM₁₀과 PM_{2.5}의 중금속 분포 특성 규명
 - 황사에 의한 시공간 분포 특성 규명
 - 대륙기원물질의 이동특성 규명
- ▶ 1차년도에서 구축된 코호트 대상으로 심혈관계의 이상을 파악하기 위한 임상증상과 생체지표 측정
 - 혈액점도, 부정맥
 - 심전도, R-R Interval
 - 혈액내 IL-6 → PM₁₀ & PM_{2.5} 농도와의 상관성 비교·연구
- ▶ 독성연구로서 심근세포배양을 통한 PM₁₀과 PM_{2.5}의 독성 비교·평가
- ▶ LDL receptor knockout 동물모델에서 PH 독성연구
 - IL-1, IL-2, IL-4, iNOS 발현
 - AP-1, NF- κ B, IL-6, IL-8 발현
- ▶ 흡입상자(Inhalation chamber)를 이용한 다양한 대기오염물질 폭로 실험
 - : PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, SO₂, O₃, Yellow sand → PM₁₀과 PM_{2.5}의 효과차이 비교
- ▶ 동물 기관지내 먼지투여를 통한 생체독성 평가
- ▶ PM 유동화에 따른 생체물질 유해성의 경제적 평가방법 개발
- ▶ 대기중 PM₁₀과 PM_{2.5}의 관리에 따른 사회적 비용 추정
 - 의료비용접근법
 - 조건부가치추정법
- ▶ 대기중 PM_{2.5}의 기준 정책방향 제시

3. 고찰 및 제안

본 연구를 통해 대기중 먼지의 입경별 물리화학적 특성 파악과 민감집단에서의 먼지 입경별 인체영향 및 폐독성 즉, 대기중 미세먼지에 의한 폐독성 기전연구에 획기적인 전기를 제공할 것이며, 본 대기중 미세먼지의 건강 위해성평가 연구결과를 바탕으로 각종 산업현장에서 사용하고 있는 유해화학물질의 흡입독성을 효율적으로 평가 및 예측할 수 있기 때문에 산업현장 근로자들의 건강을 보호할 수 있음은 물론 각종 오염물질로 인한 국민건강의 예방을 확보할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 장기적 연구계획에 대한 논의가 제안된다.

감사의 글

“ 이 연구는 2000년도 환경부 G-7 환경기술연구개발사업 지원에 의해 수행하는 연구결과의 일부