



미니심포지움 1. 황사와 건강

MS1-1

황사 발생시 인위적 기원의 대기오염물질이 증가하는가?

노철언¹⁾

(1) 인하대학교 화학과

황사는 주로 봄철에 중국이나 몽고의 건조한 지역에서 발원하여 중국의 공업단지나 황해를 거쳐 장거리를 이동하여 한반도나 일본에 영향을 주고, 심지어는 미국 서해안까지 도달하는 사례가 있음이 알려져 있다. 황사가 장거리를 이동하면서 황사 발원지에서의 토양 입자 성분보다 인위적 발생의 대기오염물질이 추가되어 한반도로 유입될 가능성에 대하여 우려가 높은 상황이다. 특히 중금속과 황산염, 질산염 등은 인체에 유해할 수 있기 때문에 황사 발생시 이들 화학종의 농도 증가 여부에 관심이 집중되고 있다. 하지만 황사 발생시 화학 성분 분석에 관한 연구가 일본이나 중국에 비하여 미흡한 상황이고 따라서 인위적 기원의 대기오염물질이 증가하는지에 대한 물음에 명확히 답하기 어려운 상황이다. 최근에 발표된 연구 결과에 의하면 Pb 등의 중금속의 경우 황사 발생시 평상시에 비하여 농도가 증가하거나(Yi et al., 2001), 비슷하고(Kim et al., 2003), 오히려 감소하기도(Lee et al., 2004) 한다고 보고하였다. Choi et al.(2001)은 약한 황사의 경우 황산염, 질산염, 중금속의 농도가 증가하나 심한 황사가 발생할 때에는 오히려 이들의 농도가 평상시보다 감소한다고 보고하였다. 최근에 개발된 단일입자분석법에 사용하여 황사 시료를 분석한 결과에 의하면(Ro et al., 2004), 황산염, 질산염 등의 대기오염물질들이 황사가 장거리 이동을 하는 도중에 항상 증가하는 것은 아니고, 황사의 장거리 이동 경로와 깊은 관계가 있음을 밝히고 있다. 이러한 연구 결과는 황사 발생시 인위적 발생의 대기오염물질이 증가하는지, 증가한다면 왜 그러한지에 대한 물음에 대답하기 위하여 아직 많은 연구가 필요하다는 것을 말하고 있다.

MS1-2

황사의 세포독성 - 도시 미세먼진내 중금속성분과의 상승효과

임영¹⁾, 김경아¹⁾, 권성안²⁾, 김윤신²⁾

(1) 가톨릭대학교 성모병원 산업의학과, (2) 한양대학교 환경산업연구소

동아시아와 서태평양지역에서의 계절적 특색인 황사(모래 폭풍우)는 강수의 이온성분 변화를 가져오며 매년 봄철 아시아 대륙으로부터 일본, 한국, 심지어 태평양을 통과하여 미국까지도 많은 양의 토양성분을 운반한다. 국내에서 매년 4-5월에 주로 관찰되는 많은 양의 황사는 이온과 금속성분에 있어 양적 변화가 크다. 많은 연구들에서 강수에서의 이온성분 분석과 정량을 통하여 황색을 띤 모래폭풍우(황사)가 호흡기에 나쁜 영향을 줄 수 있음이 시사되고 있다.

이는 봄철, 시정거리에 장애가 있을 정도의 심한 황사가 있을 때 천식을 포함한 호흡기질환, 안과, 피부과등 점막을 손상하는 질환의 발생이 높아지며 특히 기존질환이 있는 노소약자들에게는 이환율과 기간에 큰 증가를 가져오기도 한다.

황사는 기상 특성상 나타나는 자연 환경현상의 하나로, 호흡기질환의 이환증가에 대한 보건역학적 연구를 진행하는 한편 황사분진을 재료로 가장 민감한 호흡기질환의 병태생리기전을 규명하려는 시도가 또한 필요하다. 본 연구팀은 표준 시료로서 아시아 여러 국가가 표준화한 중국 고비사막의 황사를 폐의 세포독성주인 RLE-6TN(ATCC CRL-2300) 처리하였을 때 나타나는 세포독성의 원인으로 반응성산소기를 분진독성의 기존 연구가 잘 되어있는 유리규산과 티타늄분진에 대한 상대적 양으로 나타내었다. 대부분의 호흡기를 통하여 폭포되는 독성물질이 폐강내로 흡수되는 관문으로 폐상피세포는 반복적인 자극을 통하여 비가역적인 폐질환을 유발한다. 황사분진은 기상현상의 변화에 따라 조성성분의 큰 변화를 가져올 수 있어 모든 연구는 계속적인 반복을 요하며 분자생물학적인 기전에 대해서도 아직 밝혀진 것은 없는 실정이다. 그러나 본 연구결과는 황사분진에 의하여 일어나는 반응성산소기의 생성이 유리규산보다는 낮지만 티타늄 분진보다는 상대적으로 높은 세포독성의 과산화, DNA 손상, 단백질의 산화에 의한 세포독성을 나타내었다. 또한 도시미세분진의 주원인이 디젤연소분진과의 성분비교를 통하여 만성폐질환환자에서 질환이 악화될 수 있는 가능성이 있음을 관찰하였다.

MS1-3

황사 현상에서 소변 시료를 이용한 생물학적 지표 연구

강대희¹⁾, 이정호¹⁾, 유동호¹⁾, 이충민²⁾

(1) 서울대학교 의과대학 예방의학교실, (2) 길림의과대학 공중위생학원

목적: 황사로 인한 대기 중에 입자상 물질의 농도가 증가함에 있어서, 생체 지표를 이용하여 유해 물질 노출과 산화 손상 지표를 이용하여 건강 영향을 정량적으로 평가하고, 황사 노출을 가장 적절하게 반영하는 생체 지표를 개발하는 것이 본 연구의 목적이다.

방법: 대상 지역 및 대상자: 연구 대상 지역은 중국의 장춘, 대동, 곤명이며, 한국의 서울, 인천, 포항이다. 대상자는 초등(소)학교 학생과 그 학생의 어머니이며, 대상자의 평균 연령은 중국 학생은 11.7세 (6-15), 어머니는 36.0세 (21-48)이고, 한국 학생은 10.8세 (10-11), 어머니는 37.6세 (28-47)이다. 시료 수집 현황으로 생체 시료(소변) 수집은 황사가 발생하지 않는 2002년 12월과 황사가 발생한 2003년 4월, 2004년 4월에 시료를 수집하였으며, 전체 시료 수는 중국 학생 시료가 1,046개, 그 학생의 어머니는 1,051개 이고, 한국 대상자의 총 시료 수는 학생이 1,568개, 어머니는 1,405개가 수집되었다. 시료 분석은 내부 용량 생체 지표로서, 1-OHPG와 2-naphthol을 분석하였으며, 각각 80%, 70%가 분석 되었고, 조기 생물학적 영향 지표인 산화 손상 지표로서 MDA와 8-OHdG는 각각 60%, 30% 분석이 이루어졌다. 지표 선정 배경은 대기 오염뿐만 아니라 환경오염 물질에 함유된 발암성 물질로서 PAHs가 있으며, PAHs의 생체

지표로서 1-OHP와 1-OHPG가 널리 이용되어 왔으며, 특히 입자상 오염 물질에는 2-naphthol이 노출 지표로서 잘 반영하는 것으로 알려져 있다. 또한 산화 손상 지표로서 MDA와 8-OHdG는 PM2.5가 증가함에 따라 유의하게 증가하는 하는 것으로 기존의 연구에서 보고 되었다.

결과: 황사 발생이 있었던 날과 황사가 발생하지 않았던 날의 생체 지표의 농도를 비교한 결과 한국의 서울 지역에서 소변 내 1-OHPG와 2-naphthol의 농도가 통계적으로 유의하지는 않지만, 증가하는 것으로 나타났고, 한국의 인천, 포항, 제주 지역 모두 통계적으로 유의하게 증가하는 경향을 보이지 않았다. 중국 장춘 지역도 1-OHPG의 농도가 약간 증가하는 것으로 관찰되었으나, 통계적으로 유의하지는 않았다.

결론: 본 연구에서 수집된 소변 시료를 지속적으로 분석이 이루어지고 있으며, 좀 더 많은 시료의 분석 및 평가가 이루어져야 할 것이다. 또한 설문지를 통하여 생체 지표에 영향을 줄 수 있는 다른 요인에 대한 분석이 이루어져야 할 것이다.

MS1-4

황사 때 의뢰이용이 증가하는가?

권호장¹⁾, 황승식²⁾, 조수현²⁾

(1) 단국대학교 의과대학 예방의학교실, (2) 서울대학교 의과대학 예방의학교실

90년대 후반부터 황사의 빈도가 잦아지면서 황사에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 황사가 날아오는 경로인 중국 북동부 지역이 공업화되면서 황사가 오염물질을 대량으로 동반하고 이로 인해 건강피해가 초래될 것이라는 우려가 커지고 있으나 건강피해의 규모를 역학적으로 규명한 연구는 많지 않다. 이 연구는 황사기간 동안에 병원의원에 내원하는 환자의 숫자가 증가하는 지를 규명하기 위해서 수행하고 있다.

2000년부터 2003년까지 서울시의 병원 입원과 전체 외래 자료를 호흡기질환(J00-J99), 심혈관계질환(I00-I99)으로 구분하여 일별 내원환자 수를 계산하였다. 포아송 회귀모형을 이용하여 기온, 습도, 기압, 요일 등을 보정한 상태에서 황사로 인한 일별 내원환자의 증가분을 추정하였다.

황사가 온 당일엔 전체 호흡기질환으로 인한 입원환자 수는 9.0%(95% 신뢰구간:7.3% - 10.8%) 증가하는 것으로 추정되었고 심혈관계질환으로 인한 전체 입원환자 수는 5.5%(95% 신뢰구간: 3.3% - 6.6%) 증가하는 것으로 추정되었다. 현재 lag time에 따른 분석과 외래이용에 미치는 영향에 대한 분석이 진행 중이다.

MS1-5

황사로 인한 인체피해 비용 추정

강광규¹⁾, 추장민¹⁾

(1) 한국환경정책평가연구원

황사로 인해서는 조기사망을 증가, 인체질환 발생을 증가 등의 인체피해, 제품 불량률 증가 등의 산업피해, 비행기 결항 등의 수송부문 피해, 수업 결손 등의 교육부문 피해, 투광을 감소로 인한 과일 등의 소출감소로 인한 농업부문 피해, 폐적성 감소로 인한 일반가계부문 피해 등 다양한 형태의 피해가 발생할 수 있다. 그리고, 재난 성격의 황사에 대비하기 위해서는 이와 같은 피해로 입게 되는 비용을 추정할 필요가 있다. 피해비용 규모를 파악할 수 있어야 그에 상응하는 분야별·특성별 대응책을 마련할 수 있기 때문이다. 그런데, 인체피해를 제외한 다른 부문 피해의 경우 피해비용을 추정하기 위해 필요한 근거자료나 기초자료가 태부족일 뿐만 아니라 선행연구도 거의 되어 있지 않다. 예를 들어, 황사로 인한 산업부문 피해를 추정하기 위해서는 업종별 제품불량기여율이 조사되어야 하나, 이에 대한 체계적인 조사결과가 보고된 바 없다. 농업부문 피해를 추정하기 위해서는 황사로 인한 과일 종류별 소출감소량이 조사되어야 하나, 이에 대한 객관적인 조사는 시행된 바 없다. 이러한 한계 때문에, 본 연구에서는 황사로 인한 피해를 인체피해에 국한하여 그 비용을 추정하게 된다. 피해액 추정은 유사사례 황사 피해가 가장 극심했던 2002년도 1년을 대상으로 하며, 지역은 전국을 대상으로 한다.

황사로 인한 인체피해 비용은 조기사망과 질병유발 부분으로 구분하여 추정한다. 조기사망의 경우 추정대상은 심혈관 및 호흡기 계통이며, 황사로 인한 동 질병계통의 조기사망기여율과 일일평균 사망자수 및 황사도래일수를 곱하여 황사로 인한 동 계통의 사망자수를 산출하고, 이를 다시 1인당 생명가치로 곱하여 황사로 인한 조기사망의 피해비용을 추정한다.

질병유발의 경우 추정대상은 호흡기계, 심혈관계, 안과계, 이비인후과계이며, 황사로 인한 동 질병의 입원환자기여율(내원환자기여율)을 동 질병의 일평균환자수 및 황사도래일수와 곱하고, 이를 다시 질병별 1회 입원비용(내원비용)을 곱하여 질병유발로 인한 피해비용을 추정한다.

마지막으로 앞에서 추정된 조기사망으로 인한 피해비용과 질병유발로 인한 피해비용을 합산하면, 이것이 황사로 인한 인체피해 비용이 된다.