

# 황사의 건강

권 오 장 | 단국대학교 외과대학 예방의학교실  
부교수  
E-Mail : hojang@dku.edu

## 1. 머리말

황사는 삼국사기에도 관련 기록이 있을 정도로 아주 오래 전부터 있어왔고 대개 일상적인 자연 현상으로 간주되어왔다. 그러나 최근 들어 황사의 빈도 및 강도가 점차로 증가하고 황사와 함께 중국에서 배출되는 대기오염 물질이 함께 넘어오는 것으로 알려지면서 황사가 우리의 건강을 해칠 수도 있다는 우려가 점점 커지고 있다. 황사관련 신문기사의 내용을 분석한 한 논문에 따르면 황사관련 언론 보도가 최근에 급증하고 있고, 기사의 내용을 주제별로 분류해보면 건강영향과 관련된 기사가 44%로 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타나고 있다[1].

특히 2002년 3월에는 전례 없이 심한 황사로 인하여 초등학교가 휴교하는 사태에 이르게 되자 황사를 일종의 환경재앙으로 인식하게 되었고, 황사로 인한 건강피해를 예방할 수 있는 장·단기적인 종합 대책을 시급히 세워야 한다는 목소리가 높다.

그러나 정작 황사가 어떠한 건강피해를 끼치는지에 대해서는 생각보다 참고할 수 있는 연구결과가 많지 않다.

황사가 있을 때마다 신문이나 방송에서 호흡기질환자들로 병원이 북새통을 이루었다는 보도가 약방의 감초처럼 나오고 일부 언론에서는 ‘황사병’이라

는 신조어를 만들기도 했지만, 사실 그것은 먼지를 많이 마시니 당연히 호흡기질환이 많이 발생할 것이라는 기자들의 상식적 기대가 반영된 결과물이지 이를 입증할만한 증거들은 많지 않다.

황사의 건강피해를 어떻게 하면 알 수 있을까?

먼저 황사 먼지의 물리화학적 특성을 분석해 봄으로써 단초를 잡을 수 있다. 먼지는 크기와 화학적 성분에 따라 인체에 미치는 피해가 달라지는데 도시 분진이 어떤 건강피해를 야기하는지에 대해서는 수많은 실험적, 역학적 연구결과들이 발표된 바 있다. 따라서 황사 먼지의 크기와 화학적 성분 등을 분석하면 기존의 먼지에 대한 연구결과에 비추어 황사의 건강피해를 유추할 수 있는 것이다.

두 번째로는 황사 먼지를 동물이나 세포에 노출시킨 후 어떤 변화가 나타나는지를 실험적으로 관찰하는 것이다.

세 번째로는 황사가 불어 왔을 때 실제로 사람들에게 어떤 일이 있었는지를 조사하는 방법이 있다. 구체적으로 황사 전후로 해서 호흡기계통의 증상이 증가했는지, 병의원 방문이 증가했는지 또는 사망 위험이 증가했는지를 역학적인 연구방법을 사용해서 조사하는 것이다.

이 글에서는 위에서 언급한 내용을 하나씩 점검하면서 황사의 건강피해 가능성을 가늠해보고자 한다.

## 2. 본 문

### 2.1 분진의 건강피해

분진은 크기에 따라 호흡기에 대한 영향이 달라진다. 그리고 분진의 크기는 발생원에 따라 달라지는데, 대개 흙먼지나 소각과정에서 나오는 검댕이는 크기가 크고, 고온의 연소과정을 거쳐 나오는 분진은 크기가 매우 작다. 100 마이크로 이상의 분진은 눈, 코, 인후부에 자극증상을 일으킬 수 있지만 호흡기 깊숙이 들어오지는 못한다. 20 마이크로 이상의 분진은 상기도까지는 들어오지만 하기도까지 침투하지는 못한다. 허파파리(alveoli)까지 침입하는 분진은 대개 10 마이크로 이하의 분진이다. 이중 2.5마이크론 이상 10 마이크로 이하의 분진을 조대분진(coarse particle)이라고 하고, 2.5 마이크로 이하의 분진을 미세분진(fine particle), 0.1 마이크로 이하의 분진은 초미세분진(ultra fine particle)이라고 한다. 대기분진을 측정할 때 공기 중에 있는 전체 부유분진은 총부유분진(TSP: total suspended particles), 10 마이크로 이하의 분진은 PM<sub>10</sub>(particulate matter less than 10 μm in diameter), 2.5 마이크로 이하의 분진은 PM<sub>2.5</sub>라고 한다. 우리나라 환경부에서 정한 PM<sub>10</sub>에 대한 환경기준은 연간 평균치를 기준으로 했을 때는 70 μg/m<sup>3</sup> 이고, 24시간 평균치를 기준으로 했을 때는 150 μg/m<sup>3</sup>이다. 황사 먼지의 크기는 다양한 분포를 이루지만 3-10 마이크로 사이의 크기가 가장 많고 황사시의 PM<sub>10</sub> 농도는 경우에 따라서는 1000 μg/m<sup>3</sup>를 훨씬 넘기도 한다. 환경부의 분진 기준치는 건강피해를 염두에 두고 만든 가이드라인이기 때문에 PM<sub>10</sub>의 농도의 하루 평균치가 150 μg/m<sup>3</sup>를 초과하면 건강피해의 가능성이 있다는 것을 의미한다. 일단 먼지의 크기와 농도로만 판단할 때 황사 분진이 건강피해를 초래할 개연성은 충분히 있는 셈이다.

분진의 건강피해는 사망위험의 증가, 병의원입원을 증가 등 여러 형태로 나타난다. 대부분의 연구에서 PM<sub>10</sub>이 10 μg/m<sup>3</sup> 증가할 때 사망위험이 0.5-1.5% 정도 증가하는 것으로 보고하고 있다. 분진에 의한 사망위험을 질병별로 분류하여 보면, 호흡기질환과 심혈관질환으로 인한 사망이 대기분진과 가장 강한 관련성을 보이고 있다. 분진은 배출원에 따라서 사망률 증가에 미치는 영향도 다를 수 있는데, 자동차로부터 배출된 PM<sub>2.5</sub>의 증가가 특히 위험하고 흙먼지는 사망률 증가와 관련성이 높지 않은 것으로 보고되고 있다.

미세분진 농도가 높아지면 호흡기 질환이나 심장질환으로 인해 병원을 방문하는 사람의 숫자도 많아지는 것으로 알려져 있다. 대개 PM<sub>10</sub>이 10 μg/m<sup>3</sup> 증가할 때 병원방문도 1-4% 정도 증가하는 것으로 보고하고 있다. 한 연구에 따르면 심장질환으로 인한 입원 중 5%는 대기오염에 의하여 초래되는 것으로 나타났는데, 이는 심각한 공중보건문제임을 의미하는 것이다.

미세분진의 영향은 기존의 질환을 앓고 있는 사람, 노약자, 어린이와 같은 생물학적 약자에서 더 크게 나타난다. 미국의 의료보험 환자들을 대상으로 수행된 연구에서 천식이 있는 환자의 경우 PM<sub>10</sub>과 관련된 병원 입원율이 2배 높아지는 것으로 보고하고 있다. 또한 최근의 몇 가지 연구결과는 대기오염이 영아사망에도 영향을 미친다는 것을 보여주고 있고, 대기오염이 심한 경우 출생 시 체중도 적어지는 것으로 알려져 있다.

그렇다면 기존의 PM<sub>10</sub> 연구로부터 황사의 건강피해 규모를 추정할 수 있는가?

황사기간 동안 PM<sub>10</sub>의 농도가 매우 높게 상승하는 것은 사실이지만, 기존의 PM<sub>10</sub>에 대한 연구를 활용하여 황사의 건강피해를 바로 추정하기는 어려운 점이 있다. 호흡기질환과 심장질환을 초래하고

나아가 조기 사망을 유발하는 것으로 알려진 미세분진은 주로 연소과정에서 배출된 직경 2.5 마이크론 이하의 아주 미세한 먼지이다. 이러한 먼지들이 호흡기 깊숙이 침입하여 폐에 염증을 일으키고 이차적으로 혈액에도 영향을 미침으로서 여러 가지 건강피해를 유발하는 것이다. 그러나 황사의 주요 성분인 흙먼지는 독성이 낮은 것으로 알려져 있다. 간단한 예를 들면 예전에 시골에 살던 사람들은 흙먼지를 무척 많이 마셨지만 특별히 호흡기질환이 많이 발생하지는 않았다. 지금으로부터 400 만 년 전에 인류의 조상이 처음 지구상에 등장한 이래 사람들은 항상 흙먼지와는 뿔레야 뿔 수 없는 불가분의 관계를 맺고 살아오면서 흙먼지로부터 우리 몸을 보호하는 방어기전을 발달시켜왔던 것이다. 황사기간 동안 코에 먼지가 많이 쌓이고 때로는 기침을 하는 것은 기나긴 진화의 과정 속에 인류가 발달시킨 방어기전이 잘 작동하고 있다는 증거이지 질환의 증거는 아닌 것이다. 그러나 대도시의 경우에는 이미 미세분진의 농도가 높은 상태에서 황사 먼지가 추가적으로 흡입되는 것이기 때문에 호흡기계의 방어기전에 지나친 부하를 줌으로써 미세분진의 독성이 더 크게 나타날 수도 있을 것이다.

지금까지의 논의를 정리해보면 기존의 분진의 독성에 대한 연구로부터 다음의 몇 가지 사항에 대한 유추가 가능할 것이다. 황사 기간 동안에 상승하는 먼지의 크기나 농도를 볼 때 호흡기 또는 심혈관계에 부담을 초래할 수 있다. 그 피해는 노약자, 어린이, 영유아, 기존에 호흡기질환이나 심장질환을 앓고 있는 생물학적 약자들에서 크게 나타날 것이다. 그러나 독성의 크기는 대도시의 미세먼지로 인한 독성만큼 심하지는 않을 것이다.

황사 먼지 속에 중국의 미생물이 함께 날아올 가능성은?

봄철에 자주 유행하는 가축의 구제역병(foot-

and-mouth disease)이 중국에서 날아온 바이러스에 의한 것일지도 모른다는 언론보도는 황사에 대한 두려움을 증폭시키는데 큰 기여를 했다. 황사 먼지와 함께 병원성 미생물이 날아와 가축이나 인간에게 질병을 일으킨다는 것은 상상만 해도 끔찍하기 때문이다. 황사와 같이 높은 고도에서 장기간 이동하는 경우에는 자외선 조사량이 많기 때문에 미생물들이 생존하기가 어렵다는 것이 일반적인 견해이었다.

그러나 최근에는 먼지 층이 두터우면 하단부에는 상대적으로 자외선의 조사량이 적기 때문에 미생물이 살아남을 수도 있다는 의견들도 제시되고 있다. 이와 관련해서 농촌진흥청에서는 매우 흥미로운 실험을 하였다. 중국에 있는 황사 발원지의 토양과 국내의 황사먼지에서 세균, 곰팡이, 바이러스를 검출하여 양쪽에서 공통으로 나타나는 것이 있는지를 조사하였다.

만일 어떤 세균이 중국의 발원지 토양에서도 발견되고 우리나라의 황사 먼지 속에도 나타난다면, 그리고 만일 이 세균이 국내의 대기 중에는 흔히 존재하는 양은 세균이라면, 이 세균은 중국에서부터 날아왔을 가능성이 매우 높은 것이다.

이 실험의 결과는 세균은 양쪽 시료에서 공통적으로 발견되는 것이 하나도 없었고, 곰팡이는 일부 공통적으로 발견되는 것이 있었으나 대부분은 일반적으로 흔히 존재하는 곰팡이였다. 바이러스는 양쪽 시료 모두에서 하나도 검출되지 않았다.

황사에 중국의 미생물이 함께 날아올 가능성에 대해서는 농촌진흥청 뿐만 아니라 국립수의과학검역원에서도 계속 감시를 하고 있다. 그 가능성에 대해서는 우리가 계속적으로 관심을 가지고 추적해야겠지만, 적어도 아직까지는 구제역 바이러스를 포함하여 인체나 가축에 해로운 병원성 미생물이 황사먼지에서 검출된 적은 없다.

## 2.2 독성학적 결과

미세먼지에 노출되었을 때 일어나는 병리적 변화들은 세포나 동물 등을 이용한 실험적 연구를 통해 많이 밝혀지고 있다. 실험적 연구는 역학연구에서 확인된 미세먼지의 건강피해가 어떠한 기전을 통해서 발생하는지 밝히는데 큰 기여를 하고 있다. 일반적으로 동물실험에 사용되는 먼지는 대도시의 먼지를 농축해서 사용하고 있다. 이러한 실험은 주로 미국 등 북미 지역에 있는 연구진에 의해 많이 행해지는데 그곳에서 황사는 별다른 문제가 되지 않기 때문에 황사 먼지를 이용해서 실험한 결과들은 찾아보기가 어렵다.

국내의 한 대학에서는 쥐에서 황사먼지를 폭로시켜 어떠한 결과가 나타나는지를 실험한 적이 있다 [2]. 쥐의 폐포 세포에서 황사 먼지의 독성을 실리카(이미 독성이 잘 알려져 있는) 및 titanium dioxide(상대적으로 독성이 없는 물질로 알려진)의 독성과 비교 수행한 연구이다. 황사먼지는 중국의 황토지대에서 채취한 것을 사용했는데, 크기는 10 마이크로미터 이하였고 cobalt 60으로 조사하여 멸균 처리하였다. 독성은 세포 생존(viability), 세포내 칼슘 농도 등의 지표를 통해 확인하였다. 황사 먼지의 독성은 실리카보다는 낮게 나타났으나, 비활성 물질인 titanium dioxide보다는 명백하게 높게 나왔다. 따라서 황사먼지는 세포 독성이 있는 것으로 보이며 활성산소나 질소의 생성이 독성이 관여하는 것으로 추정된다.

최근 대만에서도 황사의 독성에 대한 매우 흥미로운 동물실험 결과가 발표되었다[3]. 분진이 폐와 심장에 질환을 유발한다는 기존의 역학적 연구를 증명하기 위하여 쥐에 인위적으로 폐고혈압을 생기게 한 다음에 황사먼지를 흡입시켜서 어떤 결과가 나타나는지를 관찰하였다. 쥐를 세가지 군으로 나누어 첫 번째 군에는 깨끗한 공기, 두 번째 군에는

낮은 농도의 황사먼지, 세 번째 군에는 높은 농도의 황사먼지를 흡입시키고 36시간이 지난 후에 혈액과 기관지 세척액 속에서 염증반응이 얼마나 높아지는지를 관찰하였다. 결과는 먼지의 농도가 높을수록 염증이 많이 발생하는 것으로 나타나 기존의 역학적 연구결과를 지지하는 소견을 보여주었다.

위에서 언급한 두개의 연구는 모두 황사 먼지가 독성이 있을 것을 시사하는 결과로서 향후 더 많은 실험을 통해서 확인해야 할 것으로 보인다.

## 2.3 황사의 피해에 대한 역학적 연구결과

### 2.3.1 역학적 연구란?

역학연구를 한마디로 정의하면 인구집단을 대상으로 질병의 분포와 발생원인을 찾는 학문분야라고 할 수 있다. 실험실에서 이루어지는 연구결과들은 조건을 실험자가 통제할 수 있기 때문에 결과의 타당도가 매우 높지만 인간에게 바로 적용하기에는 한계가 있다. 반면에 역학연구는 실제 인구집단을 대상으로 관찰한 결과이기 때문에 사람에게 바로 적용할 수 있으나, 조건을 통제하지 못하고 단지 관찰하는 연구이기 때문에 결과의 타당도는 실험적 연구에 비해 떨어진다고 할 수 있다. 황사의 예를 들어 설명해 보면, 위에서 언급한 동물실험 결과는 사실일 가능성이 높다. 그러나 쥐에서 황사먼지를 투여한 후에 염증반응이 나타났다고 해서 사람에서도 꼭 같은 반응이 나타나리라는 보장은 없다. 왜냐하면 사람과 쥐는 다르기 때문이다. 역학연구를 통해 황사 후에 호흡기질환으로 인한 입원 환자가 크게 증가한 결과를 얻었다고 가정해보자. 이것은 직접 인간에서 관찰한 것이기 때문에 사실일 것이다. 그러나 환자가 증가한 것은 맞지만, 이게 황사 때문에 증가했는지 또는 그때 마침 감기가 유행했기 때문에 증가한 것인지 아니면 또 다른 이유로 증가한

것인지를 명확하게 구분하기는 어렵다. 왜냐하면 여러 가지 원인들을 근본적으로 통제할 실험적 연구가 아니라 단지 관찰한 연구이기 때문이다. 따라서 황사가 우리의 건강에 미치는 영향을 정확하게 알기 위해서는 실험적 연구, 역학적 연구결과들을 모두 활용해서 판단해야 할 것이다.

인구집단을 대상으로 대기오염의 건강영향을 보는 역학연구에서 사용하는 지표는 크게 사망과 질병에 대한 지표로 구분할 수 있다. 사망은 전체 사망과 원인별 사망으로 구분 할 수 있는데, 예를 들면 '1952년 런던 스모그로 인해 사망한 사람의 전체 숫자가 몇 명이고 구체적으로 호흡기질환과 심혈관계질환으로 인한 사망은 몇 %였다' 라는 식으로 기술할 수 있는 것이다. 질병의 지표로는 학생들의 결석율, 병의원 이용률, 증상이나 폐기능의 변화 등 매우 다양한 방법을 사용할 수 있다. 예를 들면 대기오염 물질의 단위 변화에 따라 응급실 내원자 수

또는 호흡기질환으로 인한 입원자 수가 몇 % 변화했는지를 추정하게 되는 것이다.

황사의 건강영향에 대해서도 위에서 언급한 방법을 모두 적용할 수 있다. 통계적 모형을 통해 황사가 있는 날에는 황사가 없는 날에 비해 사망위험, 응급실 내원환자, 호흡기질환 입원자 등등이 얼마나 증가하는 지를 추정할 수 있는 것이다. 그러나 대기오염 연구가 갖는 근본적인 문제 중의 하나는 결과가 비특이적(nonspecific)이라는 것이다. 사망한 사람, 응급실에 내원한 사람 중에 구체적으로 어떤 사람이 대기오염 또는 황사에 의한 것인지 최종적으로 확인할 방법이 없기 때문에 비뚤림(bias)의 가능성이 항상 있는 것이다. 일반적으로 대기오염 연구에서 당면하는 문제 외에 황사에 대한 역학 연구가 갖는 어려운 점은 황사의 발생이 불규칙하고 황사가 발생하는 날이 많지 않다는 것이다. 따라서 전형적인 연구를 수행하기가 어렵고 표본수가 적기

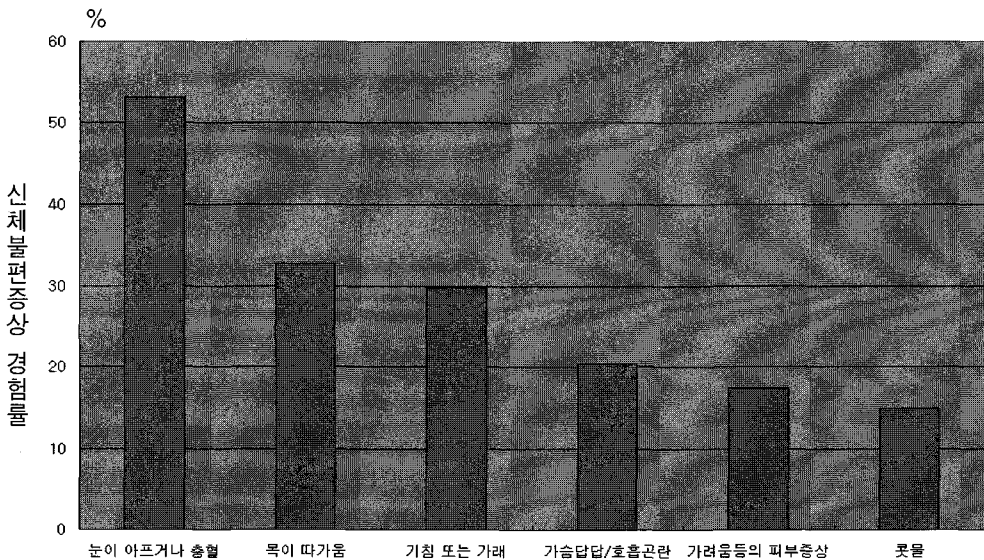


그림 1. 수도권 거주 일반 성인에서 황사로 인한 신체증상 경험률(복수응답)

때문에 감정력(황사에 의한 건강피해가 있었을 때 이를 밝힐 수 있는 능력)이 떨어진다는 문제가 있다.

이러한 방법상의 어려움 등으로 인해 황사의 건강피해에 대한 연구들은 발표된 것이 많지 않다. 지금까지 연구된 내용을 간단히 소개하면, 일반인들을 대상으로 황사증상을 얼마나 경험하는지를 조사한 연구, 초등학생들을 대상으로 한 조사연구, 천식환자들을 대상으로 한 연구, 서울시의 입원자료와 사망자료를 가지고 한 연구들이 발표된 바 있다.

### 2.3.2 일반인에서 황사로 인한 신체불편 증상

수도권에 거주하고 있는 성인 500명을 무작위로 추출하여 황사 관련 증상을 조사한 한 연구에 따르면, 응답자의 40% 이상이 증상을 경험한 적이 있다고 하였다. '눈이 아프거나 충혈된다'고 응답한 사람이

53.2%이었고 '목이 따갑다'라고 응답한 사람이 32.8%로 나타났다[그림 1]. 황사로 인한 불편증상이 있었다고 응답한 사람들에게 그 증상 때문에 실제로 의료기관을 방문한 적이 있는지를 물어 보았을 때 33.8%가 그렇다고 응답하였다. 이는 전체 응답자 중에 13.6%가 황사 때문에 병원이나 의원을 방문했다는 것을 의미한다.

### 2.3.3 초등학생에서 황사로 인한 증상

초등학교를 대상으로 황사와 관련된 증상을 조사한 한 연구[4]에 따르면 전반적으로 고학년에 비해 저학년인 경우에 황사기간 동안 자각증상의 빈도가 많은 것으로 나타났으며, 특히 알레르거나 천식약 복용, 기침, 천식증세, 감기로 인한 콧물, 마른 기침, 가래에 대해서는 유의한 차이를 보였다[그림 2]. 과

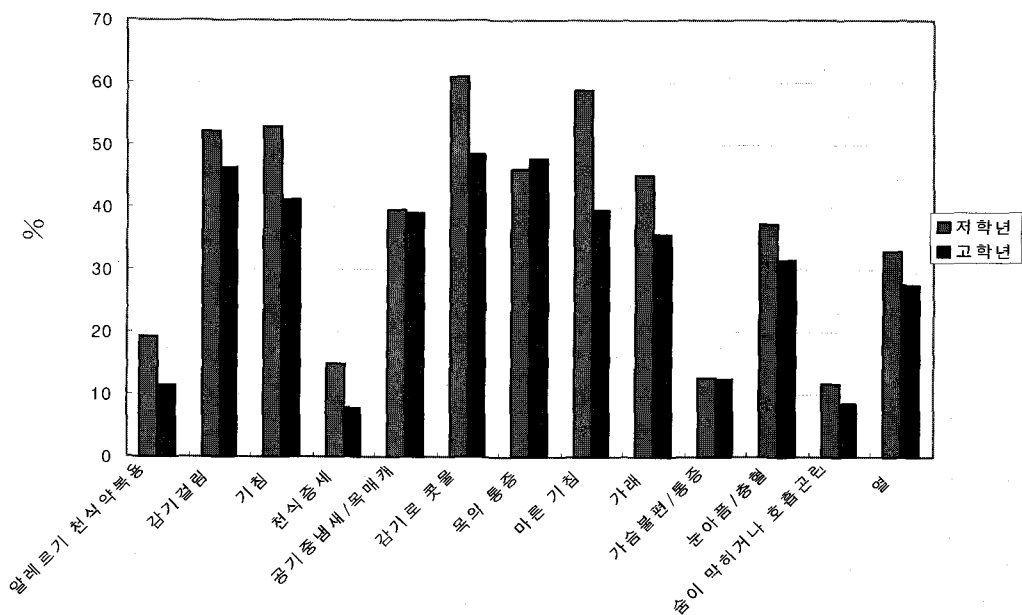


그림 2. 일개 초등학교에서 학년에 따른 황사관련 자각증상(복수응답)

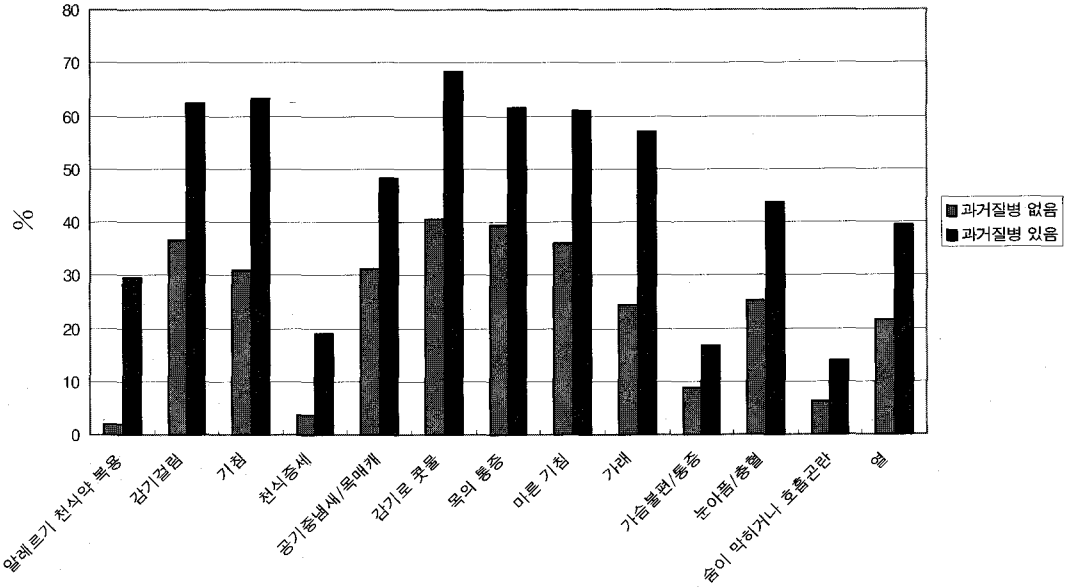


그림 3. 과거 질병 경험에 따른 황사 시의 자각증상(복수응답)

거 질병 경험에 따라 황사 시의 자각증상을 살펴보았을 때 기관지염이나 폐렴, 천식, 알레르기성 비염을 앓은 경험이 있는 학생들이 황사 시에 건강증상에 대한 모든 문항에서 유의하게 높은 비율을 보였다[그림 3]. 이 결과는 같은 초등학생이라도 학년이 어릴수록 그리고 과거에 질병경험이 있을수록 황사에 더욱 민감하다는 사실을 보여준다.

### 2.3.4 천식환자에서 황사와 폐기능의 관련성

또 다른 연구에서는 기관지 천식으로 진단받고 치료를 받고 있는 사람들을 대상으로 황사 시 증상이나 폐기능의 변화가 있는 지를 조사하였다[5]. 2000년 4월부터 5월초까지 1개월 동안 진행하였으며, 21명의 천식환자를 대상으로 눈, 코, 부비동, 주간 및 야간 천식 증상 등으로 구성된 표준화된 설문지를 이용하여 매일 매일의 증상을 기록하였다. 또

한 아침, 낮, 오후 및 밤 하루 4번, 매번 3차례씩 최고호기유속(폐기능 검사의 일종)을 측정하여 최고값을 기록하였으며, 측정된 값을 바탕으로 최고호기유속의 일중 변동률을 구하였다. 연구기간 중 다섯 차례의 황사 현상이 있었으며, PM<sub>10</sub>의 24시간 평균 농도는 72.7 µg/m<sup>3</sup> 최소농도는 24.4 µg/m<sup>3</sup>, 최대농도는 201.7 µg/m<sup>3</sup> 로 나타났다. 또한 비황사기의 PM<sub>10</sub>의 농도는 66.4 µg/m<sup>3</sup>, 황사시기는 118.3 µg/m<sup>3</sup> 으로 나타나 황사기에는 비황사기에 비하여 PM<sub>10</sub>의 농도가 평균 1.78배, 최고 3배까지 높게 나타났다.

PM<sub>10</sub> 농도와 부위별 증상 및 최고호기 유속의 일중 변동을 비교하면 환자마다 다른 양상을 보였다. 일부 환자에서는 PM<sub>10</sub> 변화에 따른 최고호기유속의 일중 변동 또는 증상의 변화 양상을 보였으나 다른 환자들은 증상이나 최고 호기유속의 변동이

PM<sub>10</sub>과는 무관한 양상을 보였다. 이러한 방법으로 각 환자들의 눈, 코, 부비동, 주야간 천식증상 및 최고호기유속을 서울지역의 24시간 평균 PM<sub>10</sub> 농도와 비교, 분석하였을 때 통계적으로 유의한 변화는 없었다. 또한 PM<sub>10</sub>의 두 번째 분석방법인 환자의 거주, 생활지역별 PM<sub>10</sub>의 평균을 구한 뒤 이를 환자의 증상 및 폐기능과 비교하였을 때도 황사와 관련된 PM<sub>10</sub> 변화에 따른 증상 및 폐기능의 유의한 변화는 없었다.

이 결과는 천식환자들이 황사에 민감하게 반응하여 폐기능도 감소하고 증상도 심해질 것이라는 일반적인 가설과는 부합되지 않는 결과이다. 그러나 아직 발표되지 않은 한 연구에서는 황사 시에 폐기능 감소가 관찰된다는 결과도 있기 때문에 이 부분은 앞으로 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된

다.

### 2.3.5 황사 시에 호흡기질환으로 인한 입원환자가 증가하는가?

2000년부터 2002년까지 서울시에서 호흡기질환으로 병원에 입원한 환자를 분석한 결과를 보면, 황사가 오면 호흡기질환으로 인한 입원환자가 9%가량 증가하는 것으로 나타난다. 날짜별로 보면 황사가 온 다음날 가장 많이 증가하고, 그 이후로는 증가율이 떨어져 3일 후에는 정상적인 숫자로 회복되는 것을 볼 수 있다[그림 4].

9% 내외의 증가율이 작은 것은 아니지만 서울시에서 매일 입원하는 환자들이 날마다 큰 변동이 있기 때문에 이 정도 수치로는 눈에 띄만한 현저한 변화를 초래하지는 않는다. 적어도 황사 직후에 병원

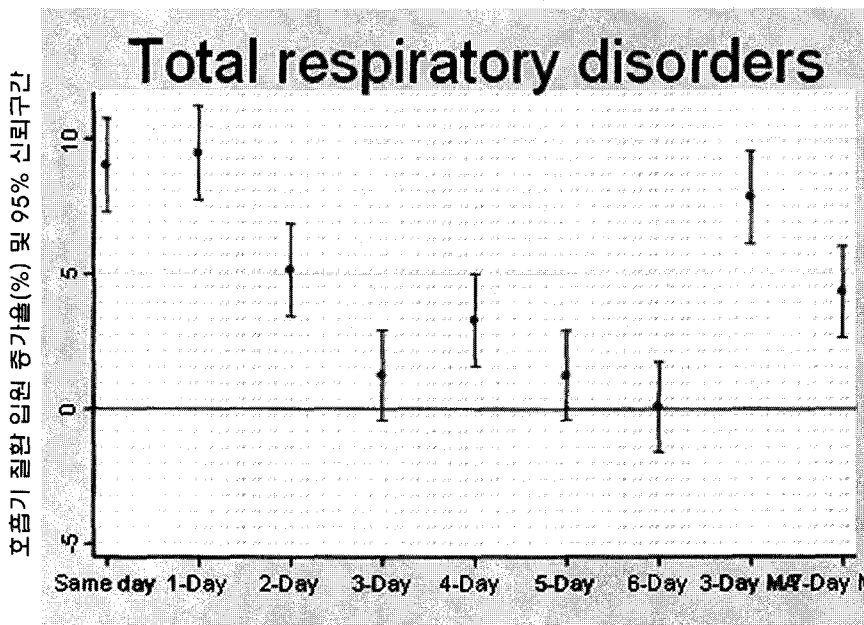


그림 4. 서울지역에서 황사 시에 호흡기질환으로 인한 입원할 위험 (Same day 황사가 온 당일; 1-Day 황사가 온 다음날, 3-DayMA 3일 평균치)



이 호흡기질환자들로 인해 복새통을 이루지는 않는 것으로 보인다.

**2.3.6 황사 때 사망자가 증가하는가?**

한편 황사가 사망위험을 증가시키는 지에 대해서도 한편의 연구가 발표된 바 있는데, 1995년부터 1998년까지 서울시에서 발생한 황사와 일별 사망자수의 관련성에 대해서 분석하였다[6]. 연구기간 동안 황사가 발생한 날이 28일이었으며 황사기간에 PM<sub>10</sub>의 평균 농도는 101.1 µg/m<sup>3</sup>, 황사가 발생하지 않은 봄철의 PM<sub>10</sub> 평균 농도는 73.3 µg/m<sup>3</sup> 이었다. 연구 기간 동안 서울시에서는 사고사를 제외하고 하루 평균 90여명이 사망하였는데, 사망자 수를 전체 사망자뿐만 아니라 65세 이상 사망자, 폐심혈관계 질환으로 인한 사망자들로 세분하여 조사하였다. 자료의 분석은 일반화부가모형(general additive model)이라는 통계적 방법을 이용하여 황사가 있

었던 날이 황사가 없었던 날에 비해 사망위험이 얼마나 증가하는지를 추정하였다. 전체 사망자를 대상으로 하였을 때는 황사가 있었던 날이 1.7%, 65세 이상의 사망자에서는 2.2%, 심장질환 또는 폐질환으로 인한 사망자에서는 4.1% 사망위험이 증가하는 것으로 나타났다[그림 5]. 비록 사망위험이 증가하는 것으로 나타났으나 모두 통계적으로 유의하지는 않았다. 그럼에도 불구하고 민감집단(고연령 사망자, 심혈관계 사망자)에서 사망위험이 높게 나온 것은 일반적인 대기오염의 피해 양상과 비슷한 것이어서 황사가 사망위험을 실제로 증가시킬 가능성이 있는 것으로 평가하였다.

최근에는 대만에서도 매우 유사한 연구가 발표되었다[7]. 대만 타이베이 시 주민들의 사망자료를 이용하여 1995년부터 2000년까지 황사로 인한 사망 위험 증가분을 추정하였는데 황사가 온 다음날 호흡기질환으로 인해 사망할 위험이 7% 가량 높아진

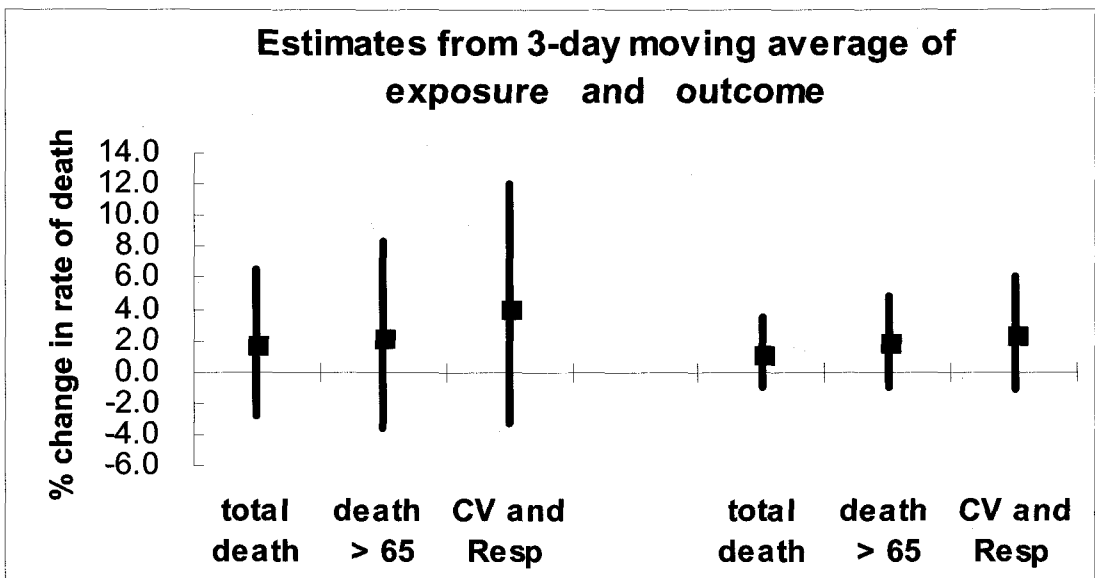


그림 5. 황사 시의 사망위험 증가

다는 것을 보고하고 있다. 이 연구결과는 위의 국내 연구보다는 높은 사망위험을 보고한 것인데, 대만과 우리나라의 황사 성분에 차이가 있을 수 있기 때문에 직접적인 비교에는 무리가 있을 것으로 생각된다.

### 3. 맺음말

황사 기간에는 2.5 마이크로에서 10 마이크로 사이의 먼지 농도가 크게 증가한다. 비록 황사와 같이 모양에서 기원하는 먼지들은 일반 대기 분진에 비해서는 화학적 활성이 낮은 것으로 알려져 있지만, 황사 시에 분진의 농도가 매우 높게 증가하고 황사 먼지의 상당부분이 호흡기 깊숙이까지 들어올 수 있는 호흡성 분진이기 때문에 독성을 일으킬 가능성은 있다고 봐야 할 것이다. 일부 연구에서는 동물 실험을 통해 황사먼지가 활성이 있음을 보고하기도 하였다.

실제 우리들의 생활에서 황사가 어떤 건강피해를 끼치고 있는지는 아직 확실하지는 않다. 황사가 왔을 때 눈이나 목이 따갑거나, 마른기침, 가슴 답답함 같은 증상을 경험한 사람들이 적지 않을 것이다. 수도권에 거주하고 있는 성인들을 대상으로 한 서베이에서도 황사 때문에 증상을 경험한 사람이 40%가 넘는 것으로 나타나 있다. 이런 증상들은 황사 먼지의 자극에 의한 것인데, 정도가 심하지는 않을지라도 가장 명확한 황사의 건강피해라고 할 수 있을 것이다. 그리고 이중 일부는 증상이 심하여 병원을 방문하거나 입원하기도 한다. 황사 때 호흡기 질환으로 인한 입원환자가 증가하고 사망위험도 증가할 가능성이 있지만, 그렇다고 일부에서 걱정하는 것과 같은 질병의 대량 발생 현상은 없는 것으로 보인다. 그러나 노인인구, 호흡기질환이나 심혈관 질환을 앓고 있는 사람, 영유아 등 생물학적인 약자들에게 황사의 피해가 실질적으로 나타날 가능성이

높기 때문에 특별한 주의가 필요하다.

황사와 관련해서 한 가지 다행스러운 일이라면 요즘에는 황사가 오는 것을 어느 정도 미리 예측이 가능하다는 것이다. 따라서 황사에 취약한 사람들을 중심으로 사전에 충분한 주의를 기울인다면 황사에 의한 건강피해를 상당부분 예방할 수 있을 것으로 생각한다.

### - 참고문헌 -

- (1) 임형준 등, 황사에 대한 인식조사, 예방의학회지, 2003, 36(3), 298-301.
- (2) Kim YH et al., Cytotoxicity of yellow sand in lung epithelial cells, J of Bioscience, in press.
- (3) Lei YC et al., Effects of Asian dust event particles on inflammation markers in peripheral blood and bronchoalveolar lavage in pulmonary hypertensive rats, Environ Res., in press.
- (4) 이보은 등, 일부 초등학교 학생들의 황사 시 자각증상과 행동변화에 관한 연구. 학교보건학회지, 2003, 게재예정.
- (5) 민필기 등, 황사현상이 기관지천식 환자의 증상 및 최고호기유속의 일중 변동에 미치는 영향, 천식 및 알레르시, 2001, 21(6), 1179-1186.
- (6) Kwon HJ et al., Effects of the Asian dust events on daily mortality in Seoul, Korea. Environ Res., 2002, 90, 1-5.
- (7) Chen YS et al., Effects of Asian dust storm events on daily mortality in Taipei, Taiwan, Environ Res., in press.