

대기환경

황사시기 포함여부에 따른 대기먼지가 총사망에 미치는 영향 비교

손지영* · 이종태

서울 종로구 연건동 서울대학교 보건대학원
서울 성동구 행당동 환경 및 산업의학연구소

〈초록〉

황사는 대기오염과 관련하여 심혈관계 및 호흡기계 질환으로 인한 사망의 증가 등의 건강 영향으로 인해 관심의 대상이 되어왔다. 그러나 최근의 황사성분을 분석한 연구결과에 따르면 실제로 황사기간 동안에 전체먼지농도 중 조대먼지농도의 비율은 증가한 반면 미세먼지농도의 비율은 감소하였고 유해한 중금속의 농도도 별다른 변화를 보이지 않거나 오히려 감소하였다. 이에 본 연구에서는 서울시의 2000년부터 2002년, 2월부터 5월까지의 황사시기를 포함한 경우와 포함하지 않은 경우를 비교하여 황사현상으로 인한 대기먼지가 총사망에 미치는 영향을 비교하였다. 분석결과에 따르면 총사망에 미치는 대기먼지의 영향은, 황사시기를 포함하여 분석한 경우보다 황사시기를 제외하고 분석한 경우에서 더 큰 건강영향을 보였다. 즉, 황사시기를 제외하고 분석한 경우에서 대기먼지가 총사망에 미치는 위험의 크기가 더 큰 것으로 나타났다. 이는 황사의 화학성분 및 황사시 사람들의 행동양식의 변화와 같은 노출의 감소로 설명될 수 있으며 이는 도시 대기오염의 건강위해성을 평가함에 있어서 황사시기를 포함하여 분석하는 경우 도시 대기오염, 특히 대기먼지의 위해도를 과소평가할 가능성이 있으며, 지금까지 제안되는 기존의 연구결과보다 실제 도시 미세먼지의 건강영향이 훨씬 더 클 수 있음을 본 연구결과가 제시하고 있다.

1. 서론

황사는 주로 중국 북부의 황토지대에서 상승기류에 의해 부유된 미세한 모래먼지가 대기 중에 확산되어 기류를 타고 이동한 이후 서서히 강하하는 현상 또는 강하하는 모래먼지를 말하는 것으로 우리나라의 대기질에 영향을 미치는 오염물질의 장거리 수송에 대한 대표적인 예라 할 수 있다. 대규모적인 모래먼지의 이동현상인 황사는 대기 혼탁도의 증대, 태양에너지의 감소,

강수 빙정 핵의 역할 이외에도 정밀기계의 손상, 호흡기 및 안질환 증가 등의 영향 범위가 광대하므로 관심의 대상이 된다(Monn et al., 1997). 또한 황사는 심혈관계 및 호흡기계 질환으로 인한 사망률과 강한 연관성이 있으며(Kwon et al., 2002), 황사에 노출된 이후 쥐의 폐와 말초혈관의 inflammation이 증가하는 것으로 보고되었다(Y.C. Lei et al., 2004). 그러나 최근 연구에 따르면 황사의 성분을 분석한 결과 황사기간 동안에 직경이 $0.82\mu\text{m}$ 보다 큰 coarse particles의 농도는 증가한데 반해 $0.5\mu\text{m}$ 보다 작은 미세먼지의 농도는 감소하였다. 이는 황사기간 동안에 대기는 직경이 더 큰 입자로 구성됨을 암시하는 것이라 할 수 있다(Chun et al., 2001). 또 중금속의 농도에 있어서도 유해한 중금속의 농도에 있어서는 평상시와 비교해보았을 때 황사시기에 뚜렷한 변화를 보이지 않거나 오히려 감소하였다(K.H. Kim et al., 2003).

이에 본 연구에서는 황사기간을 포함한 경우와 포함하지 않은 경우를 비교하여 황사현상으로 인한 대기오염이 총사망에 미치는 상대적인 영향을 비교하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

이 연구는 2000년~2002년 2월부터 5월까지의 서울시 대기오염과 사망자료, 기상자료 및 황사일에 대한 자료를 기반으로 이루어졌다. 국내에서 황사발생시기는 주로 봄철로 제한되어 있기 때문에 연구기간도 이를 고려하여 결정하였다. 사망관련자료는 통계청의 사망자료 중 같은 기간 서울지역의 외인사(ICD-10 code S00~Z99)를 제외한 총사망자수를 이용하였다. 대기오염자료는 2000년부터 2002년의 2월부터 5월까지의 서울시 대기오염 자동측정망에서 관측·측정된 자료를 이용하였다. 기상자료는 같은 기간 서울의 온도, 상대습도, 해면기압 자료를 이용하였다. 황사일은 기상청의 황사모니터링 자료를 참고하여 각 해의 황사일을 얻었다.

본 연구에서는 장기적인 추세변동과 계절변동, 기상요인, 요일 등 본 연구에 영향을 미칠 수 있는 혼란변수들을 보정한 상태에서 대기오염이 인체에 미치는 영향을 분석하기 위해 일반화부가모형(GAM)을 사용하였다. 황사시기 포함 여부에 따른 건강영향의 크기 차이를 보기 위해 황사일을 포함한 경우와 포함하지 않은 경우로 나누어 분석을 실시하였으며 혼란변수를 보정한 상태에서 각각의 대기오염 물질이 IQR만큼 증가할 때 총사망에 영향을 미치는 교차비를 살펴보았다.

분석은, 데이터의 정리는 주로 SAS 8.1을 이용하였고 모형의 분석 및 plot은 SPLUS 2000과 R 2.1.1을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

총사망에 미치는 대기먼지의 영향은, 황사시기를 포함하여 분석한 경우보다 황사시기를 제외하고 분석한 경우에서 더 큰 건강영향을 보였다. 즉, 황사시기를 제외하고 분석한 경우에서 대기먼지가 총사망에 미치는 위험의 크기가 더 큰 것으로 나타났다. PM_{10} 의 경우 유의하지는 않았으나 황사시기를 포함하지 않은 경우 총사망이 0.6% 증가하는 것으로 나타나 황사시기

를 포함하여 분석한 경우(0.2%)보다 PM₁₀이 총사망에 미치는 위험의 크기가 더 큰 것으로 나타났다(Table 1).

이와 같은 결과는 두 가지 측면에서 설명할 수 있을 것으로 생각된다.

@@첫째는 황사의 화학적 조성이 인체독성이 상대적으로 적은 것들로 구성되었다는 점이다. 황사 발생시 먼지농도(서울, 2001, 시간최고농도 473~999 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)는 평상시(서울 2000년 평균 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 보다 7~14배 높게 나타나지만 실제로 미세먼지농도의 상대적 비율은 감소하고 조대먼지 농도의 상대적 비율은 증가했으며(Chun et al., 2001), 황사시 중금속 오염도는 일반 토양에 많이 함유된 철, 망간, 니켈 등의 중금속은 평상시보다 높게 측정되었으나, 인체 및 환경에 유해한 납과 카드뮴 등 유해 중금속의 오염도는 뚜렷한 변화를 찾기 어려웠다. 황사시기와 비황사시기의 화학성분을 비교한 K.H. Kim et al.의 연구에서도 가장 유해한 중금속에 대한 enrichment factor(EF)를 계산하였을때 비황사시기보다 황사시기에 훨씬 더 작은 값을 가졌고 이는 황사시기에 Al과 같은 crustal component의 과도한 유입으로 인한 것일 수 있다고 보고하였다. 둘째는 황사발생시점에 사람들의 행동양식의 변화를 들 수 있다. 황사의 경우 여타의 대기오염과 다르게 일반인이 쉽게 발생유무를 인지할 수 있으며, 또한 최근 기상청 등에서의 예보로 인하여 황사발생에 대한 사전정보 취득이 가능하다. 이로 인해 사람들의 행동패턴도 변화된다. 예를 들어 황사시기에는 가능한 한 외출을 삼가고 외출을 하더라도 마스크 등을 착용하고 귀가 시에도 평소보다 더 얼굴과 손발 등을 깨끗이 씻는 등의 행동 변화를 보이게 된다. 이는 황사시기에는 평소보다 외부환경에 대한 노출이 더 감소함을 의미하는 것이다.

따라서 도시 대기오염의 건강위해성을 평가함에 있어서 황사시기를 포함하여 분석하는 경우 도시 대기오염, 특히 대기먼지의 위해도를 과소평가할 가능성이 있으며, 지금까지 제안되는 기존의 연구결과보다 실제 도시 미세먼지의 건강영향이 훨씬 더 클 수 있음을 본 연구결과가 제시하고 있다.

Table 1. Estimated relative risks and 95% confidence intervals for total death by an interquartile range(IQR)

	RR (95% CI)	
	황사일포함	황사일 제외
CO	1.010 (0.993-1.028)	1.016 (0.997-1.035)
NO ₂	1.003 (0.985-1.021)	1.006 (0.987-1.025)
SO ₂	1.001 (0.985-1.017)	1.004 (0.987-1.021)
PM ₁₀	1.002 (0.996-1.009)	1.006 (0.990-1.022)
O ₃	1.010 (0.992-1.028)	1.017 (0.998-1.036)

4. 결론

황사시기 포함여부에 따른 대기먼지가 총사망에 미치는 영향을 비교한 결과 황사시기를 제외하고 분석한 경우에 대기먼지가 총사망에 미치는 위험이 더 큰 것으로 나타났다. 이는 우리가 도시 대기오염의 건강위해성을 평가할 때 황사시기를 포함하여 분석하는 경우 대기오염 특히, 대기먼지의 위해도를 과소평가할 가능성이 있으며, 지금까지 제안되는 기존의 연구결과보다 실제 도시 미세먼지의 건강영향이 훨씬 더 클 수 있음을 제시하고 있다.

〈참고문헌〉

1. Monn, Ch., V. Carabias, M. Junker, R. Waeber, M. Karrer and H.U. Wanner, Small-scale spatial variability of particulate matter <math><10\mu\text{m}</math>(PM10) and nitrogen dioxide, Atmos. Environ., 31(15), 2243-2247, 1997
2. Ho-Jang Kwon, Soo-Hun Cho, Youngsin Chun, Frederic Lagarde, and Goran Pershagen, Effects of the Asian Dust Events on Daily Mortality in Seoul, Korea, Environmental Research Section A 90, 1-5 (2002)
3. Yu-Chen Lei, Chang-Chuan Chan, Peng-Yau Wang, Chung-Te Lee and Tsun-Jen Cheng, Effects of Asian dust event particles on inflammation markers in peripheral blood and bronchoalveolar lavage in pulmonary hypertensive rats, Environmental research 95 (2004) 71-76
4. Youngsin Chun, Kyung-on Boo, Jiyoung Kim, Soon-Ung Park, and Meehye Lee, Synopsis, transport, and physical characteristics of Asian dust in Korea, Journal of geophysical research, 106(16) 18461-18469 August 27, 2001
5. Ki-Hyun Kim, Gyoo-Hoon Choi, Chang-Hee Kang, Jin-Hong Lee, J.Y. Kim, Y.H. Youn, S.R. Lee, The chemical composition of fine and coarse particles in relation with the Asian Dust events, Atmospheric Environment 37 (2003), 753-765