

2A2) OPC(광학적 입자 계자수기)로 측정된 2001년도 서울지역 대기분진과 일일 사망수간의 상관성 연구

Relationship between Particle Matters from Optical Particle Counter and Daily Death Counter in Seoul of Korea, 2001

조용설 · 이종태¹⁾ · 정창훈²⁾ · 전영신³⁾ · 홍승철 · 김윤신

한양대학교 환경 및 산업의학연구소, ¹⁾한양대학교 보건관리학과,

²⁾경인여자대학 산업·환경공학부, ³⁾기상연구소 응용기상연구소

1. 서 론

최근 대기오염과 사망간의 관련성을 조사한 다양한 역학연구 결과, 대기분진과 오존이 사망에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 규명되었으며, 특히 대기분진의 경우 입자 크기가 작은 미세먼지가 특히 주목을 받고 있다. 대기분진 표면에는 황산염, 질산염, 산, 각종 중금속 등 다양한 유해물질이 표면에 붙어 있어 동일한 농도일 경우 전체 체표면적이 상대적으로 큰 미세먼지가 건강에 더 큰 영향을 줄 것으로 판단되며, 이러한 이론을 바탕으로 현재 대기분진의 지표 농도로 가장 널리 사용되고 있는 질량 농도보다는 개수 농도가 생리학적 기전 상 상대적으로 더 중요한 지표농도로 여겨지고 있는 추세임에도 불구하고, 개수 농도 자료의 부재로 인해 이를 이용한 역학연구 결과는 발표되고 있지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 2001년 1월 1일부터 12월 31일까지의 1년간 자료를 토대로 서울시의 사망 자료와 광학적 입자계수기를 이용한 대기분진자료를 이용하여 시계열 분석방법으로 대기분진의 개수 농도가 사망에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

2. 연구 방법

2001년도 서울시의 모든 사망자에 대한 자료를 통계청으로부터 입수하여 일별로 사망자 수를 파악하였으며, 대기분진 자료는 기상청에서 광학적 입자계수기를 이용하여 측정된 일경별 입자개수 자료와 환경부의 대기자동 측정소에서 측정된 PM₁₀ 자료 및 서울시 보건환경연구원에서 측정된 PM_{2.5} 자료에 대한 일 평균값을 각각 이용하였고, 기상자료는 서울시 기상청에서 측정된 일일상대습도와 일일평균온도 자료를 이용하였다. 사망자 수는 전체인구집단에 비해 매우 드물게 일어나므로 하루 동안 발생한 사망자수에 대한 확률모형은 포아송분포가 사용되었다. 그리고 각 대기오염물질 노출과 사망과의 상관성을 추정하는데 있어서 소위 'lead-lag' 효과에 대한 적절한 추정을 위해 lag time을 제시하였다. 또한, 대기분진 농도 및 기상요인 등에 의해 서로 연계되어진 사망발생간의 자기상관관계를 보정하고 계절적 변동을 보정하기 위해 사용된 기존의 일반화 부가 모형의 수렴요류를 보정한 모형을 이용하여 분석하였다. 또한, 적절한 통계모형을 선정하기 위하여 각 데이터의 적합도를 평가하기 위하여 모수의 수를 보정한 모델의 편차치를 나타내는 Akaike's Information Criterion(AIC)를 이용하여 산정된 모델의 타당도를 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1은 2001년도 서울의 대기분진 일경별 농도와 일별 사망자수 및 기상자료에 대한 결과를 나타낸 것으로서 현재 대기환경기준으로 산정된 PM₁₀의 경우 기준치를 초과하지 않았고, 사망자 수의 경우에는 호흡기계 사망과 심혈관계 사망이 각각 하루평균 5.50명과 25.03명으로 나타났다. 시계열 분석을 통한 표 2의 결과는 질량농도가 OPC 자료를 이용한 개수 농도보다 사분위수 범위(IQR) 증가에 따른 사망 증가율이 더 큰 것으로 나타났으며, 민감집단인 노인집단이 전체 인구집단보다 대기분진에 더 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 또한, 사망원인별로는 호흡기계 사망이 가장 큰 영향을 받은 것으로 나타나 기존의 연구결과와 일치되는 결과를 나타내었다.

4. 결 론

시계열 분석방법을 이용하여 2001년도 서울시의 대기분진 질량농도와 개수농도가 사망에 미치는 영향을 비교한 결과, 질량농도의 경우 입경이 작은 PM_{2.5}가 PM₁₀보다 사망에 더 큰 영향을 준 것으로 나타나 기존의 연구결과와 일치되었다. 또한, 개수농도의 경우에는 OPC 자료 생성에 있어서 검출한계의 문제를 들어낸 0.3~0.5 μm 범위의 개수농도를 제외한 결과, 입경범위가 작을수록, 민감집단인 노인에서, 그리고 전체사망원인보다는 호흡기 및 심혈관계 사망원인에서 더 큰 사망 위험도를 나타내 본 연구가설과 일치되는 결과를 나타내었다.

Table 1. Summary statistics for daily deaths, particle matters, and weather in Seoul, 2001

Variable	No. ^a of days	Mean±S.D. ^b	Min. ^c	10%	25%	50%	75%	90%	Max. ^d	
Death counts (person)	All-causes									
	All aged	365	102.48±11.24	70	87	95	102	110	117	146
	Elderly	365	60.53±8.79	36	50	55	60	66	72	85
	Respiratory-causes									
	All aged	365	5.50±2.49	0	3	4	5	7	9	15
	Elderly	365	4.44±2.21	0	2	3	4	6	7	12
	Cardiovascular-causes									
All aged	365	25.03±5.68	11	18	21	24	29	33	42	
Elderly	365	17.59±4.57	6	12	14	17	20	24	32	
Particle matters	OPC ^e data (number/cm ³)									
	0.50 ~ 0.82 μm	337	10.71±6.12	1.12	3.59	5.97	9.43	14.47	19.96	28.23
	0.82 ~ 1.35 μm	337	1.29±1.27	0.09	0.30	0.47	0.81	1.71	3.04	8.72
	1.35 ~ 2.23 μm	337	0.57±0.67	0.04	0.13	0.20	0.35	0.68	1.24	5.63
	2.23 ~ 3.67 μm	337	0.13±0.16	0.01	0.03	0.05	0.09	0.14	0.22	1.55
	0.50 ~ 2.23 μm	337	12.58±7.73	1.32	4.16	6.66	10.60	16.87	24.24	40.25
	2.23 ~ 10.00 μm	337	0.14±0.17	0.01	0.04	0.06	0.10	0.16	0.24	1.84
	0.50 ~ 10.00 μm	337	12.72±7.81	1.34	4.21	6.73	10.72	17.10	24.45	41.22
	Mass data (μg/m ³)									
	PM _{2.5} (less than 2.5 μm)	278	34.79±25.66	2.29	8.83	15.90	29.40	45.25	67.29	159.38
PM ₁₀ (less than 10 μm)	365	72.47±44.79	13.99	30.84	43.96	62.85	84.40	127.12	374.20	
Weather	Temperature (°C)	365	12.86±10.99	-15.5 0	-2.60	2.50	15.50	22.60	26.00	30.00
	Humidity (%)	365	60.91±13.97	26.10	42.00	51.30	60.10	71.30	79.60	92.10

a. Number of day; b. Standard deviation; c. Minimum; d. Maximum; e. Optical Particle Counter

Table 2. Estimated percentage increases in the risk of death and 95% confidence intervals associated with IQR^a increases in the daily average particle matters using OPC^b, PM_{2.5} measured at individual monitoring site and PM₁₀ from national monitoring stations in Seoul, 2001

Particle matters	All-causes death		Respiratory-causes death		Cardiovascular-causes death	
	All aged	Elderly	All aged	Elderly	All aged	Elderly
OPC data (number/cm ³)						
Ch 2 0.50 ~ 0.82 μ m	0.76(0.59-0.93) AIC=329.0622	1.03(0.82-1.25) AIC=340.1908	2.25(1.49-3.01) AIC=328.4370	5.02(4.13-5.92) AIC=344.0231	1.84(1.48-2.21) AIC=371.5185	5.45(5.03-5.87) AIC=346.3587
Ch 3 0.82 ~ 1.35 μ m	0.72(-0.00-1.51)* AIC=326.6642	0.86(-0.00-1.90)* AIC=342.0107	1.96(-0.01-5.50)* AIC=328.8645	4.00(0.03-8.12) AIC=342.9889	1.67(-0.00-3.37)* AIC=369.1805	3.84(1.98-5.72) AIC=343.9279
Ch 4 1.35 ~ 2.23 μ m	0.51(-0.01-1.96)* AIC=326.4137	0.83(-0.01-2.74)* AIC=342.7843	1.83(-0.04-8.33)* AIC=327.8995	2.70(-0.04-0.16)* AIC=342.3043	1.38(-0.02-4.60)* AIC=368.3741	2.61(-0.00-6.10)* AIC=346.1442
Ch 5 2.23 ~ 3.67 μ m	0.54(-0.05-6.75)* AIC=324.9284	0.79(-0.07-9.02)* AIC=341.8018	1.41(-0.22-31.2)* AIC=328.7292	1.89(0.24-35.97) AIC=342.6794	1.17(-0.11-15.42) AIC=367.0690	2.16(-0.11-17.67)* AIC=350.6350
Fine 0.50 ~ 2.23 μ m	0.81(0.68-0.95) AIC=328.7914	1.05(0.88-1.22) AIC=340.6331	2.54(1.94-3.14) AIC=327.6988	5.73(5.03-6.45) AIC=343.6376	1.97(1.68-2.25) AIC=371.3352	5.39(5.06-5.72) AIC=347.6580
Coarse 2.23 ~ 10.00 μ m	0.56(-0.05-6.11)* AIC=324.6246	0.84(-0.06-8.16)* AIC=341.7272	1.54(-0.19-28.07) AIC=323.8793	1.85(-0.21-31.95) AIC=343.0106	1.22(-0.10-13.84) AIC=366.9094	2.26(-0.10-15.97)* AIC=349.3157
PM ₁₀ 0.50 ~ 10.00 μ m	0.82(0.69-0.95) AIC=328.7385	1.06(0.89-1.22) AIC=340.6106	2.59(2.00-3.19) AIC=327.9581	5.82(5.13-6.53) AIC=343.5079	2.03(1.75-2.31) AIC=371.3765	5.46(5.13-5.78) AIC=347.9376
Mass data (μ g/m ³)						
PM _{2.5}	0.89(0.84-0.94) AIC=277.0350	1.51(1.44-1.58) AIC=272.4796	6.59(6.38-6.80) AIC=262.3365	8.14(7.90-8.38) AIC=265.7215	1.94(1.83-2.05) AIC=304.6627	4.24(4.11-4.37) AIC=277.3682
PM ₁₀	1.07(1.04-1.09) AIC=360.4349	1.07(1.04-1.10) AIC=369.5346	2.56(2.46-2.65) AIC=346.9552	5.14(5.03-5.25) AIC=360.7592	1.87(1.82-1.91) AIC=395.0087	3.83(3.78-3.89) AIC=369.3055

a. Interquartile range; b. Optical Particle Counter; c. Akaike's Information Criterion; *, statistically not significant (p-value > 0.05)

사 사

“ 이 연구는 환경부 차세대핵심환경기술개발사업 지원(과제번호 : Eco-technopia 2001, 16-018)에 의해 수행하는 연구결과의 일부임 ”