

					IV-A-2
제목	국문	일별사망자수에 미치는 오존의 영향에 있어서의 역치에 관한 연구			
	영문	Threshold effect of ozone on daily mortality: An analysis of ozone and mortality in Seoul, Korea, 1995-1999			
저자 및 소속	국문	김호 <sup>1</sup> , 이종태 <sup>2</sup> , 홍윤철 <sup>3</sup> , 김선영 <sup>1</sup> 서울대학교 보건대학원 보건학과 및 보건환경연구소 <sup>1</sup> , 한양대학교 환경 및 산업의학연구소 <sup>2</sup> , 인하대학교 의과대학 산업의학과 <sup>3</sup>			
	영문	Ho Kim <sup>1</sup> , Jong-Tae Lee <sup>2</sup> , Yun-Chul Hong <sup>3</sup> , Sun-yonug Kim <sup>1</sup> <i>Department of Epidemiology and Biostatistics and Institute of Health and Environmental Sciences, School of Public Health, Seoul National University<sup>1</sup>, Institute of Environmental and Industrial Medicine, Hanyang University<sup>2</sup>, Department of Occupational and Environmental Medicine, Inha University College of Medicine<sup>3</sup></i>			
분야	환경및산업보건 [대기오염]	발표자	김호 [일반회원]	발표형식	구연
진행상황	연구중 → 완료예정시기 : 2001년 12월 13일				
<p>1. 목적</p> <p>이제까지 많은 대기오염역학의 논문들은 대기 오염과 인간의 건강(일별 사망자수 혹은 호흡기 질환이나 심혈관계 질환으로 인한 일별 입원자수)에 유의한 양의 관계가 있음을 보여주고 있다. 시계열적 연구에서는 시간에 대한 경향, 날씨 변수 등은 그것들과 건강영향과의 비선형관계 때문에 비모수평활(예, Loess smoother) 등을 이용한 비모수적인 방법으로 모형에서 고려되고 있다. 이와는 대조적으로 대기오염 변수들은 선형관계를 가정한 방법으로 분석이 되는데 그 주요한 이유 중의 하나가 이러한 모형으로 상대위험을 구하기가 쉽다는 것이다. 이 모형에서는 로그-일별 사망자수의 기대치와 대기오염 수준과는 선형의 관계를 가지고 있다는 가정을 하고 있다. 이 연구에서는 일반적으로 많이 시행되는 이러한 가정이 올바른 것인가를 질문해 보고 올바른 것이 아니라면 좀더 현실에 가까운 방법을 연구하였다. 많은 연구들에서 오존과 건강영향 사이에 양의 관계가 있음을 보였지만 어떤 논문들에서는 유의하지 못한 관계를 보고하였고 특히 오존의 수준이 낮은 지역에서 행해진 연구의 경우에는 음의 관계를 보고한 경우도 있었다. 이러한 결과들을 오존이 사망에 미치는 영향이 단순선형 관계이기 보다는 J-자 관계임을 암시한다. 이 연구에서는 오존이 사망에 미치는 영향을 체계적인 분석을 통하여 정량화 하려고 하였다. 이를 위하여 다음의 세가지 모형을 고려하였다: 1) 역치를 고려하지 않은 일반화 부가 단순선형 포아송 회귀분석 모형, 2) 사망자수와 오존 수준에 모수적 관계를 고려하지 않은 비모수 평활 모형, 3) 역치를 중심으로 그 이상, 이하에 선형관계를 가정한 역치 모형. 위의 세 가지 모형을 이용하여서 이 연구에서는 다음의 연구목적을 이루고자 하였다: 1) 오존과 사망과의 관계에서 역치가 있는가를 결정한다. 2) 세 가지 모형에 근거한 상대위험을 구하여 그 차이를 구해보고 일반적으로 행하여지는 선형모형의 결과와 역치 모형에 근거한 결과가 얼마나 다른지를 비교해 본다.</p> <p>2. 방법</p> <p>1995년에서 1999년 사이에 서울에서 발생한 사망자료를 통계청을 통하여 입수하여서 이를 일별 사망자수 자료로 구축하였다. ICD-10에 의한 사망자 원인에 의한 호흡기질환 사망(ICD10: J00-J99), 심혈관계질환 사망 (ICD10: I00-I99)을 각각 구하였고 사고나 폭력에 의한 사망 원인을 제외한 총사망자수도 집계하였다. 동일 기간동안의 대기오염자료는 환경청을 통하여, 기상자료는 기상청을 통하여 각각 구하였다. 오존농도는 각 측정지점에서 시간별 평균을 구하여 서울시의 시간별 오존농도를 계산하고 이 중에서 최대값을 구하여 그 날의 대표값으로 사용하였다. 일반적인 선형 포아송 회귀분석에서는 역치가 없이 오존농도가 증가함에 따라 로그-사망자수가 선형적으로 증가함을 가정한다. 일반부가모형에 의한 비모수 평활 방법에서는 오존농도와 사망자수</p>					

사이에는 아무런 모수적 관계가 설정되어 있지 않다. 그 모형에 의해서 오존 농도와 사망의 위험을 그려보면 그 관계가 임의적임을 알 수 있다. 마지막으로 역치를 고려한 역치 모형은 역치를 중심으로 두 기울기를 가지고 역치값에서 두 직선이 만나는 V 자 모형이 된다. 역치모형을 적합 시키기 위해서는 역치값을 추정해야만 하는데 회귀계수를 필요한 모수, 역치값을 불필요 모수로 놓고 프로파일 우도(profile likelihood)를 최대화 시켜주는 값에서의 역치 이전, 이후에서의 기울기를 구하였다. 대기오염 물질 중 특히 오존은 기온과의 상관성이 대단히 높아서 오존과 기온과의 관계를 따로 분리하여 보기는 어렵다. 이 연구에서는 계절별로 분석을 하였고 특히 오존의 농도가 높은 여름의 결과를 주결과로 이용하였다. 또한 오존 이외의 다른 오염 물질간의 상관관계를 고려하기 위해 오존 하나만을 고려한 모형과 다른 오염물질을 동시에 고려한 모형들을 고려하여 오존의 영향이 일관되게 나오는 가를 관찰하였다.

### 3. 결과

연구 자료의 오존의 중앙값, 평균, 표준편차, IQR(Q3-Q1)는 각각 30.86, 35.16, 18.31, 21.50 (ppb)으로 얻어졌고, 5년 동안의 일일 평균 총사망자, 호흡기 질환사망자, 심혈관계질환 사망자 수는 각각 97.64, 5.35, 24.78 이었다. 여름, 겨울의 평균 오존농도는 각각 46.87, 21.26 으로 계절별 변이가 심함을 알 수 있다. 다른 오염물질과 오존과의 상관관계를 보면 겨울에는 모두 음의 관계 (-0.065~-0.532)를 보였지만 여름의 경우에는 모두 양의 관계 (0.261~0.519)를 보이므로 상관관계 자체도 계절의 영향이 심함을 알 수 있었다.

오염물질의 래그효과를 보정하기 위하여 전체 자료를 이용하여서 각각의 물질별로 일반화부가모형을 적합시킨 후 그 효과가 최대가 되는 래그 시점을 잡았는데 오존과 아황산가스의 경우에는 하루의 래그를 준 값을 이용하였고 나머지 오염물질 (미세먼지, 일산화탄소, 일산화질소)은 당일치 측정값을 이용하였다. 선형 포아송 회귀분석을 실시한 결과 4 계절 자료를 모두 이용한 결과 IQR (=21.50 ppb)에 해당하는 초과위험=2.2% (95%CI=1.5~3.0)을 오존만이 있는 모형에서 얻었고 두 오염물질 모형에서는 1.8~2.1 로 약간 작은 값을 얻었다. 여름의 경우에는 오존만 있는 모형의 경우 2.7% 초과위험 (95%CI=1.7~3.8), 두 오염물질의 경우 1.9~2.8 의 초과위험을 얻었다. 비모수 평활의 경우에는 4 계절 자료의 경우에는 V 자 모습, 여름에는 평평하게 가다가 어느 시점이 지나면 선형으로 증가하는 모양, 겨울에는 유의하지는 않지만 음의 관계, 봄, 가을에는 선형관계를 얻었다. 역치 모형을 적합한 후 역치 이후의 초과위험은 선형모형보다는 큰 값을 주었는데 4 계절의 경우 오존만의 모형에서는 2.9% (95% CI=2.1~3.8), 두 오염물질모형에서는 2.7~2.8 을 얻었다. 여름만의 경우에는 오존만의 모형에서는 3.3% (95%CI=2.2~4.5), 두 오염물질의 경우 2.7~3.6 의 값을 얻었다

### 4. 고찰

대기오염 수준과 건강영향 사이의 노출-반응 함수의 모양은 대기오염의 영향을 이해하는데 있어서 아주 중요하다. 많은 경우에 계산상의 편리함 등을 이유로 선형관계가 가정된다. 하지만 이러한 선형관계의 가정은 아주 간단한 가정이고 세심한 주의가 요구된다. 미국에서의 연구에서는 미세분진과의 경우에는 선형성 가정에 문제가 없다는 연구결과가 보고되고 있다. 만약 대기오염 연구에서 역치가 존재한다면 이는 매우 중요한 문제이고 조심스럽게 분석되어야 할 것이다. 본 연구는 오존의 경우 이러한 역치가 존재할 수 있음을 강력하게 암시하고 있다. 그리고 이 연구의 역치 모형에서 얻어진 오존의 건강영향 효과는 기존의 연구에서 얻어진 값보다는 일관되게 큰 것을 알 수 있는데 이는 이제까지 행해진 연구에서 얻어진 오존의 건강 영향효과가 과소평가되었을 수도 있음을 암시하고 있다. 본 연구의 결과는 5년 동안의 서울지방 자료에 근거하고 있다. 다른 지역에서의 자료를 사용한다면 기후, 지리여건, 대기오염 물질, 대기오염 원인, 주민들의 구성 등등의 차이로 인하여 다른 결과를 얻을 수도 있을 것이다. 오존 농도 자체가 다른 지역을 선정한다면 다른 결과를 얻을 수도 있을 것이다. 이러한 지역적 특성을 감안하기 위하여 우리나라의 여러 지역을 포함하는 연구가 필요하다.