

a Critical Review of Current Ambient Air Pollution Indices in Korea from the Viewpoint of Exposure Assessment.

조수현, 강대회, 설주현,

서울대학교 의과대학 예방의학교실

I. 배경/서론

본 연구자들은 '환경성질환의 감시체계 구축'이라는 연구과제를 수행 중이다. 진행 과정에서 환경성질을 유발시키는 폭로원으로서의 대기오염문제에 특별한 관심을 기울이게 되었고, 특히, 대기오염수준을 포괄적으로 나타내는 지표로서 현행 AEI에 대해서 고찰하게 되었다. 우리나라의 대기질 허용기준치들은 대부분 NAAQS 등의 값을 그대로 혹은 일부 변형되어 사용되고 있다. NAAQS의 기준들은 주로 급성 독성작용을 토대로 정해졌거나, 기준설정의 근거가 명시되어 있지 않다.

최근의 국제적인 연구성과들은 환경오염에 의한 새로운 건강영향의 가능성을 시사한다. 1)저농도의 만성폭로에 의한 건강영향, 2)발암성 물질의 영향 3)물질들간의 상호작용에 의한 건강영향 평가 등등이 그것이다(EPA ORD, 1992). 즉, 역학적으로 검증된 기준점(cutoff value)을 산출하고, 환경경제분석, 정책적인 접근과 병행하여 새로운 허용기준을 설정해야할 필요성이 대두되고 있다.

허용기준농도의 설정은 종합적인 지표의 산출로 연결된다. 행정적으로는 복잡한 대기오염 자료들을 하나의 설명변수로 환원시킴으로써, 대중적인 설명구조와 행정규제의 논리적 근거를 마련할 필요성이 있다. 학문적으로는 개개 물질별 폭로량이 아닌 인체유해물질의 총폭로량을 대표해 줄 수 있는 종합지표의 필요성이 제기된다. 본 연구는 건강장해에 대한 우리나라의 실제 건강·상병자료를 토대로 한 지표의 산출이라는 궁극적인 과제를 전제로, 우선 기존 지표체계의 유용성을 분석해보고자 한다.

II. 내용/방법

1. 전국 대기질자동측정망의 2년간 종합, 개별물질별 지표 산출

94년부터는 측정방법이 각 항목마다 명시되기 시작해서 측정지점 간의 비교성이 높다고 생각하였다. 2년간의 대기질자동측정망의 자료로 2년간 전국 88개 측정지점별 일별 지표를 산출하였다. 지표의 산출방식은 일정기간의 평균값들 중에서 최대값을 대표값으로 취하고 지표로 환산한 후, 물질별 대표값들 중의 또 최대값을 그날의 지표값, 최대값을 낸 물질을 그날의 critical pollutant로 하는 방식을 취하고 평균산정을 위한 시간간격은 1시간으로 하였다.

2. AEI와 PSI(Pollutant Standards Index)의 결과 비교검토

우리나라의 환경기준에 의해 산출되는 AEI와 미국의 NAAQS에 의해 산출되는 PSI로 각각 측정자료를 변환하였다. 주요오염원(critical pollutant)의 구성내용과 지표값의 차이를 토대로 몇 개의 오염 유형을 선정하여 AEI와 PSI에서 구해지는 오염유형의 차이를 비교하였다.

3. 오염유형별의 오염양상 분석

각각의 오염유형별로, 대표적인 지역을 선정하여 오염물질의 시간별 변화양상 등을 분석하고, 건강영향을 평가하기 위한 자료로서의 유용성을 검토하였다.

모든 자료의 변환과 처리는 PC-SAS for WINDOWS 6.11을 사용하였다.

III. 결과.

AEI로 분석된 94-5년 지표에서 최저값은 9.1 (태안시) 최대값은 45.3 (대구 중리동)이었고, 태안, 신탄동 등이 허용기준 초과일이 거의 없는 반면 (2일/2년간), 대구 중리동은 364/711일의 허용기준초과일수를 보였다. 측정소의 위치구분 (녹지, 주거지, 상업지, 준공업지, 공업지)별의 전체 오염도 지표는, 주거지, 상업, 준공업 지역은 차이가 없었으나, 공업지역과 녹지는 다른 양상을 보여서 크게 3개의 구분

만이 의미가 있었다.

오염 유형을 허용기준을 초과하는 주요오염원(critical pollutant)의 구성을 토대로 나누어 보았을 때, AEI에서는 분진이 최다빈도 주요오염원인 '분진형'이 35, 분진과 이산화황의 혼합형(interaction term of Particle×SO₂ 이하 '혼합형')에 의한 경우가 14, 이산화황이 주요오염원인 경우가 12, 특별한 주 오염물질이 없거나, 비교적 청정한 지역이 27이었다. PSI에 의한 오염유형분류에서는 전체적으로는 AEI에 의한 유형분류와 상당히 높은 일치율 ($\kappa=0.68$, $p<0.001$)을 보였으나, 10군데에서, AEI에서는 나타나지 않았던 '분진형'에 오존이 동시에 문제가 되는 '분진 및 오존형'을 볼 수 있었다.

각 오염유형별로 대표적인 오염지역을 선정하여 주요오염의 시간별 변동양상을 분석하였다. 월별의 변동양상에서, '혼합형'과 '이산화황형'은 동절기에 특히 높고 하절기에 가장 낮은 오염 양상을 보였다. '분진형'의 전체 오염양상은 동절기가 높고 하절기가 낮으나, 춘절기에 동절기와 같은 정도의 높은 오염정도를 보였다. 이는 같은 지역의 이산화황, 분진의 변동양상과 동일하였다. '분진 및 오존형'의 전체오염은 계절별의 변화양상이 적고, 2월에 두드러진 오염의 증가를 보였다. 오존의 계절별 양상은 6월을 정점으로 4-7월이 가장 높고 동절기가 낮은 양상을 보이고 있다.

요일별의 오염양상의 변화는 분진과 이산화황, 혼합형은 일요일이 월-토에 비해 유의미하게 낮은 오염정도를 보인 반면, 오존은 요일별의 차이를 볼 수 없었다.

시간별의 변동에서는 알려진 바와 같이, 아황산가스와 분진이 오전10시와 오후 8시를 정점으로 하는 두 번의 전형적인 peak를 보이는 반면, 오존은 한 낮에 크게 높아지는 변동을 보이고 있었다.

IV. 결론/고찰

포괄적인 오염도의 지표들은 전반적인 지역의 오염 수준과 오염유형을 파악하는 목적으로는 유용성을 가지고 있으나 폭로지표로서 사용하는 데에는 몇 가지의 문제점을 가지고 있다고 생각된다. 즉, AEI 값 중 오존의 오염도는 NAAQS의 기준에 의한 PSI와 많은 차이를 보이고 있어, AEI 지표를 사용할 경우 검토가 요구된다. 지표가 산출되는 과정이 최대값을 대표값으로 취하는 방식을 취하고 있어서, 폭로지표로 사용할 때에는 계절, 요일, 시간별 변동의 특성에 대한 면밀한 고려가 필요하다.

특정 질환에 대한 영향을 파악하기 위해서는 가능한 원인오염물질별의 변동양상에 대한 파악을 전제로 하지 않으면 개별 혹은 종합지표값이 사용이 경우에 따라 부정확할 수도 있다. 특히 아직도 주요한 환경문제가 되고 있는 오염원인 분진과 이산화황, 오존은 그 변동양상이 지표값에서는 정확히 반영되지 않는다. 예를들어, 직장과 거주지역이 다른 주민들의 연구에서 한낮의 오존농도로 결정되는 지표값은 부정확할 수 있다. 보다 정확한 연구를 위해서는 오염물질과 폭로대상자들의 활동시간, 활동지역 등에 대한 정확한 파악을 전제로, 일괄 적인 지표값보다는, 해당 지역의 해당 기간, 시간대의 오염자료가 사용될 필요가 있다고 생각된다.

궁극적으로는 지표체계가 환경오염물질과 건강장해간의 용량-반응곡선 (Dose-Response Curve)의 개념에 기초하여 만들어져야 한다고 생각한다. 이를 위해서는 우선 정확한 폭로지표가 산출되어야 한다. 본 연구는 현재 우리나라의 대기질자동측정망이 가지고 있는 물리적 기술적 제한점들을 그 한계로 한다. 측정소의 위치문제, missing data의 신뢰성 문제 등등은 해결되어야 할 과제이다. 또한 microenvironment나 기상조건 등에 대한 고려는 하지 못했다. 전문가들의 합의에 의해서 건강장해의 파악을 위한 폭로평가가 이루어질 수 있는 계기가 되기를 희망한다.