

BB3) 서울시 일부 대기오염물질의 시계열적 변화에 관한 연구

Time variation of air pollutants in Seoul metropolitan area, 1997~2000

박원석, 이종태, 김윤신
 한양대학교 환경 및 산업의학 연구소

1. 서론

도시지역에서 배출되는 주요 대기오염물질은 분진, 질소산화물, 황산화물, 탄화수소, 일산화탄소 등으로, 불과 수년 전까지만 하여도 우리나라 도시지역의 대기오염연구는 주로 황산화물과 분진에 대한 연구가 주를 이루고 있었다. 그러나 최근 급격한 자동차의 증가로 인해 인체에 큰 영향을 미치는 오존의 오염도가 갈수록 심화되어 심각한 환경문제로 부각되고 있는 실정이다.

도시의 경우에 일산화탄소와 질소산화물의 총 배출량 중 50% 이상이 교통수단에 의한 것으로 나타난 바 있다. 일산화탄소의 경우에는 우리나라에서 연료의 연소로부터 추정되는 총 배출량의 60%를 수송이 차지하고 있는데, 이것의 대부분은 자동차에 기인하며, 질소산화물의 경우도 추정 배출량의 약 50%를 자동차가 차지하고 있는 것으로 나타나고 있다.

따라서 본 연구에서는 서울시 오존 및 기타 오염물질의 농도변화를 알아보기 위해 서울시 대기오염 자동 측정망 자료를 이용하여 연도별, 계절별로 오염물질의 농도를 비교·분석하여 서울시 대기 중 오존농도의 특성을 파악해 보는데 있다.

2. 연구방법

본 연구의 대상지역은 우리나라의 수도이며, 우리나라 전체 인구의 1/4을 차지하고 있는 서울지역을 대상으로 하였으며, 대기오염물질의 농도분포 특성을 알아보기 위하여 사용한 자료는 1997년부터 2000년까지 1시간별로 관측된 대기오염 자동 측정망 자료 중 오존, 질소산화물, 일산화탄소를 이용하여 각 불질별 월 단위로 하루의 시간대별 평균을 산출하여 일변화를 조사하였다. 또 각 오염물질간의 연도별, 시간별, 계절별 변화 추이를 관찰하고, 상관관계를 분석하였다. 통계분석에는 The SAS System for windows V8을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

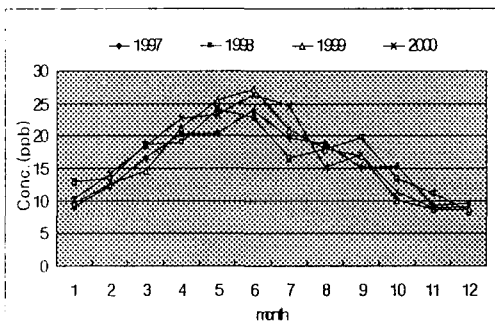


Fig.1 Monthly and yearly variations of O₃ concentration

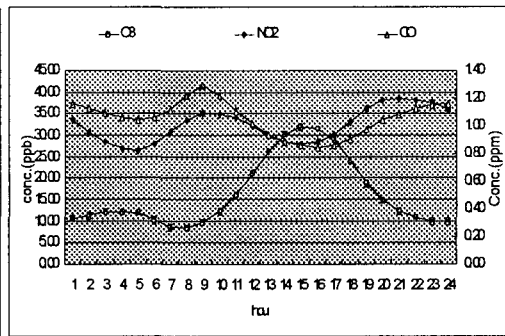


Fig.2 hourly variations of O₃, NO₂, and CO

1997년부터 2000년까지의 오존농도 변화를 보면 대체로 유사한 경향을 보이는 것을 알 수 있다. Fig.1

에서 가장 특이한 사실의 하나는 7월과 8월의 오존농도가 5월과 6월에 비해 높지 않다는 점이다. 장마철인 7월에 오존의 농도가 낮은 것은 강우에 의한 오염물질의 세정효과 때문으로 볼 수 있다. 그러나 8월은 강우량이 많기는 하나 일시적인 호우가 많아 일사량이 비교적 풍부하고 기온도 높으므로 광화학 반응에 유리하다. 김진영(1995)은 7월과 8월 우리나라 상공을 지나가는 바람이 북태평양으로부터 남해안과 서해안으로 유입되어 일본 동부나 혹은 일본 북부 쪽으로 돌아가고 있어 상층부의 깨끗한 공기의 지상의 오존농도가 낮아지는 것으로 분석하였다.

Fig.2 은 1997년부터 2000년까지 O₃과 CO, NO₂의 일변화를 보여주고 있다. NO₂의 경우에는 오전 9시와 10시 사이에 최고농도를 기록하고 있으며, 오존은 NO₂가 최고 농도를 기록하는 시점부터 상승하기 시작하여 오후 3시와 4시 사이에서 최고농도를 나타내고 있다. 이는 오염물질의 특성상 자동차와 밀접한 관계를 갖게 되는데 교통량이 많은 아침 출근시간대에 오존의 전구물질인 NO₂가 대량으로 배출된 후, 일사량이 풍부한 오후시간대에 대기 중에서 화학반응에 의해 오존으로 광화학 반응이 일어남을 알 수 있다(김영성, 1996).

계절분석에서 봄철은 3월부터 5월까지, 여름철은 6월부터 8월까지, 가을철은 9월부터 11월까지, 겨울철은 12월부터 2월까지의 평균을 의미한다.

오존의 각 계절별 시간평균 오염도는 모두 8시를 기해 증가하기 시작하여 오후 3시에서 4시 사이에 최고농도를 기록하고 있으며, 일몰 후에서 일출 전까지는 저농도를 보이고 있다. 오존의 농도는 여름이 풍부한 일사량을 바탕으로 가장 높은 농도를 나타내고 있으며 그 다음이 봄, 가을, 겨울의 순서로 나타났는데 겨울철은 적은 일사량, 한랭한 대기조건으로 2차 오염물질인 오존의 생성을 저해하기 때문인 것으로 사료된다.

NO₂의 계절별 농도는 오전 8시와 10시 사이에 고농도가 나타났고, 낮 시간 동안 감소하다가 오후 5시 이후 다시 천천히 상승하다가 이른 새벽에 다시 감소하는 경향을 보이고 있다. 대부분 자동차의 오염에 기인하는 도시에서 나타나는 bimodal한 분포를 보이고 있으며(Helmut Mayer, 1999), 이는 출퇴근으로 인한 교통량 증가가 그 원인으로 사료된다. 이렇게 증가한 오전시간의 NO₂는 오후의 오존농도증가에 영향을 미칠 것으로 보인다.

CO의 계절적 분포의 경우에는 차량의 통행이 많은 이른 오전 중에 고농도를 나타내고 있으며, 오후 4시에서 5시 사이에 최저 농도를 나타내고 있다. CO 농도의 계절별 차이를 살펴보면 겨울철이 가장 농도가 높았으며, 봄과 가을철은 거의 비슷한 수준으로 나타났고, 여름철이 가장 낮은 수준의 농도를 보이고 있다.

각 오염물질간의 상관성 분석에서는 다음과 같은 결과를 얻었다. 먼저 오존과 일산화탄소의 경우에는 $r=-0.488$ 로 음의 상관관계를 나타냈으며, 오존과 질소산화물의 경우에도 $r=-0.158$ 로 나타났다. 질소산화물과 일산화탄소의 경우에는 $r=0.681$ 의 상관관계를 나타내고 있는데 질소산화물과 일산화탄소의 상관관계는 이 두 물질이 같은 오염원에서 발생되었을 가능성을 뒷받침 해주고 있으며(W.S. Bouhamra,1999), 그 오염원은 자동차에 의한 것이라고 판단된다. 향후 연구에서는 오염물질의 요일별 분포와 자동차에 대한 영향을 좀더 명확히 하기 위해 도로변 자료에 관한 연구가 수행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 정용승, 정재섭 (1991) 서울 수도권 지역의 광화학 오존에 관한 연구. 한국대기보전학회지, 7(3), 169-179
- 김진영 (1995) 여천 동광양 지역 지상 오존농도와 기상인자와의 상관성분석. 석사학위논문, 서울대학교 대기과학과.
- 김영성 (1996) 1991~1993년 사이 우리나라의 오존 농도 변화. 한국대기보전학회지, 12(1), 55-66
- Helmut Mayer (1999) Air pollution in cities. Atmospheric Environment 33 (1999) 4029-4037
- W.S. Bouhamra, S.A. Abdul-Wahab (1999) Description of outdoor air quality in a typical residential area in Kuwait. Environmental Pollution 105 (1999) 221-229