

1D4) 지리적 요인에 의한 부산광역시 오존농도의 특성

The Characteristics of Ozone Concentration in Busan Metropolitan City by the Geographical Features

정장표·조효정¹⁾

경성대학교 환경공학과, ¹⁾부산광역시 동구청

1. 서론

우리나라 주요 대도시는 1990대 이후 경제성장과 도시화로 인해 오존농도가 지속적으로 증가하고 있으나 각 도시별 오염물질 배출원 분포와 지리지형적인 차이 등에 의해 오존농도는 다양한 형태의 시·공간적 변화특성을 보이고 있다. 부산광역시의 경우 오존 연평균 농도추이는 2001년도 25 ppb, 2002년도 24 ppb, 2003년도에는 23 ppb로 약간씩 감소하고 있으나, 서울특별시를 포함하여 국내 7개 대도시 중에 부산광역시가 가장 높은 오존 농도 수준을 나타내고 있다. 이는 부산광역시의 지리·지형상의 특성과 해양에서 기인하는 자연발생적인 오존에 의한 영향에 의해 오존농도가 높을 수 있음을 선행연구에서 지적하고 있으나 정량적이고 체계적인 분석사례는 없는 실정이다. 오존농도의 시·공간적인 특성과 오존 오염원에 대한 영향배출원의 분포특성을 파악하는 일은 오존 오염도 평가 및 저감대책 수립에 핵심적인 정보를 제공하는 등 오존 오염관리에 있어서 필수적으로 수행되어야 하는 과정이다.

따라서 본 연구에서는 연안지역인 부산광역시 소재 자동측정망의 자료를 중심으로 국내·외의 다양한 지역에서 선정된 자동측정망 자료와 가덕등대에서 실측된 자료를 토대로 하여 부산광역시의 오존 농도에 대한 시·공간적 특성을 상관분석, 요인분석, 빈도(누적빈도) 분포분석 등 통계적 접근방법과 함께 PSCF 모형적용 등 다양한 방법에 의해 도출된 결과를 종합적으로 분석하여 부산광역시의 오존 농도가 지리지형적인 요인(바다의 영향 등)에 의해 상당부분 영향을 받고 있음을 규명하고자 하였다.

2. 연구 및 방법

지리지형적인 요인에 따른 부산광역시의 오존 농도특성을 규명하기 위한 구체적인 연구 내용 및 방법은 다음과 같다. 먼저 본 연구 자료는 본 부산 13개소, 서울 27개소, 타도시 15개소, 국가배경농도 5개소의 2001~2003년까지 3년간 대기질자동측정소에서 측정된 오존의 1시간 평균자료와 미국내 9개소 대기질자동측정소의 2003년 1년간 오존의 1시간 평균자료를 활용하였으며 또한 부산 가덕도에서 2004년 7월~2004년 10월까지 오존농도를 실측하여 자동측정망 자료와 비교하였다. 자료의 분석은 부산광역시 소재 자동측정망의 최근 3년간(2001~2003)의 오존자료를 이용하여, 공간적으로 용도지역 및 지리적 특성별로 구분하고 시간적으로는 계절별, 월별, 시간대별로 구분하여 부산광역시의 오존 농도 변화에 대한 시·공간적 특성을 파악하였다. 이 때, 지리적 위치에 따른 측정소의 특성은 상관분석과 요인분석 등의 통계적 분석 결과 및 각 측정소의 지리적 위치 정보를 토대로 분류하였다. 아울러 해안과 내륙지역 측정소 구분에 따른 농도변화 특성을 보다 상세히 규명하기 위해 이들 측정소간의 빈도분포 특성의 차이를 비교·분석하였다. 그리고, 해양의 영향으로 인한 기준치 초과 현황을 정량적으로 분석하기 위해 부산광역시의 자동측정망 13개소, 서울시의 27개소 및 국가배경농도 5개 측정소에 대해 최근 3년(2001~2003)동안의 오존 농도에 대해 1시간 및 8시간 단기환경기준 초과횟수를 정리하였다. 또한 PSCF 모형을 활용하여 각 측정소의 용도지역별, 지리적 특성별(해안/내륙)로 해륙풍 및 계절풍의 변화조건에 대한 영향 배출원의 분포특성 차이를 종합적으로 비교·고찰하였다.

3. 결론

부산광역시의 지리지형적 요인에 의한 오존농도의 시·공간적 변화특성에 대해 본 연구를 통해서 도출된 주요 연구 결과와 PSCF 모형을 통해 얻어진 영향배출원의 분포특성 결과를 종합적으로 연계하여

얻어진 주요 결론은 다음과 같다.

우선 본 연구를 통해 부산지역의 뚜렷한 오존농도의 시·공간적 특성 차이를 알 수 있었다. 부산지역 오존농도의 월평균 및 연평균 등의 장기평균치가 타 대도시에 비해 높은 것으로 나타났으며, 국가 배경농도 측정소와 미국 해안가에 위치한 측정소에서 얻어진 오존 농도자료의 비교를 통해 부산의 오존농도는 해양에서 기인되는 오존의 영향으로 오존의 평균농도가 높은 특징을 보이고 있었다. 또한 부산의 자동측정망을 측정위치별로 동삼동측정소와 나머지 12개소와 비교하였고, 해양의 영향을 상대적으로 크게 받는 지역인 동삼동, 광안동, 기장군 측정소를 해안지역으로 분류하고 그 외 10개소를 내륙지역 측정소로 구분하여 특성평가를 수행한 결과에서도 해안지역 측정소의 오존 오염도가 높게 나타났다.

오존 농도의 시간대별 특성을 살펴보면, 내륙지역 측정소의 경우, 12시~14시에 최고 농도치를 보이며, 이후 급격히 감소하였다가 야간에 2차 피크가 나타나고 있다. 이에 반해 해안지역 측정소의 경우, 14~16시에 최고 농도치를 보이며, 이후 완만히 감소하는 특징을 보이고 있으며, 내륙지역과 해안지역의 경우 모두 8시경이 최저 농도 수준을 나타내고 있었다. 해안지역의 오존 농도가 내륙지역 측정소보다 일종 모든 시간대에 걸쳐 항상 높게 나타나고는 있으나 전체적인 농도변화 경향은 유사하게 나타나는 점으로 판단할 때, 부산광역시 모든 측정소의 오존 농도는 지리적 위치특성에 따라 해양의 영향을 차등적으로 받고 있음과 동시에 그 영향 정도가 전 측정소에 걸쳐 상당히 지배적임을 알 수 있었다. 측정소의 지리적 위치특성에 따른 오존농도의 구간별 빈도분포 특성을 파악하기 위해 각 측정소의 지리적 위치 특성별로, 해안지역과 내륙지역으로 크게 구분하여 해안지역과 내륙지역의 빈도분포 특성을 확인하였다. 해안지역의 빈도분포 형태는 종 모양을 나타내고 있는 반면, 내륙지역은 반비례 곡선 형태를 보이고 있었다.(그림 2) 또한 해안지역의 경우 중간농도 구간의 출현빈도가 월등히 높은 반면, 내륙의 지역은 저농도 구간의 출현빈도가 높았다. 연안지역과 내륙지역 구분에 따른 빈도 분포특성의 차이를 보다 구체적으로 확인하기 위해 연안지역과 내륙지역을 각각 일반지역 및 공업지역으로 세분하고, 각각의 분류군에 대해 빈도(누적빈도)분포 특성을 분석한 결과 오존농도의 빈도(누적빈도)분포 특성은 용도지역별 차이보다는 측정소의 지리적 위치 특성차이에 의해 크게 좌우됨을 알 수 있었다.

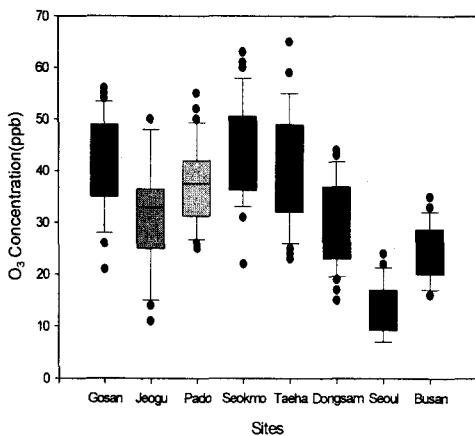


Fig. 1. The comparison of monthly averaged O₃ conc. at national background monitoring stations.

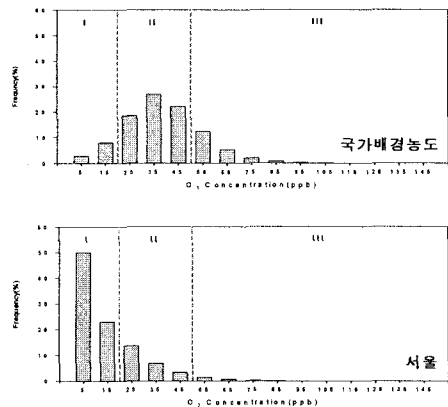


Fig. 2. Frequency distribution of O₃ conc. data measured at auto continuous monitoring stations.

또한 부산광역시 및 서울특별시의 최근 3년간(2001~2003) 오존 측정자료에 대해 1시간 및 8시간 오존 단기 기준치 초과현황을 분석한 결과, 해양의 영향을 받는 부산광역시 자동측정소의 8시간 단기기준치를 초과하는 횟수는 서울특별시의 초과횟수에 비해 약 2배 정도 많이 발생하는 것으로 분석되었으며, 8시간 환경기준치에 영향을 줄 수 있는 농도구간인 50~150 ppb 구간의 발생 빈도 역시 서울특별시의 경

우에 비해 약 2.4배 정도 높게 산정되었다.

또한 PSCF 모형을 활용하여, 계절풍 및 국지풍 등의 기상학적인 요인을 고려한 부산광역시의 오존 농도에 대한 영향 배출원이 인근 해양으로 나타남을 확인할 수 있었으며, 계절풍과 국지풍의 영향으로 인해 계절별, 시간대별로 영향 배출원의 공간 분포가 상이하게 나타났다. J-PSCF 결과 부산광역시 자동 측정망에 영향을 주는 영향 배출원은 기장 동쪽의 바다, 남해 바다 등으로 나타나는 등 해양의 영향이 뚜렷이 나타났다.

참 고 문 헌

- 이승훈, 대기오염 위치확인을 위한 PSCF 모형의 적용, 경성대학교 대학원 박사학위논문, PP. 7-37, 2002.
- 조효정, 정장표, 이승훈, 장영환, 이승목, 대기 오염원 위치 확인을 위한 PSCF 모형의 적용, 대한환경 공학회 춘계학술발표대회, p. 119, 2004.
- 정장표, 주암호 유역의 건식대기오염물질의 배출원 특성규명 및 할당, 2001.
- Aneja, V. P., Li, Z. and Das, M., Ozone case studies at high elevation in the Eastern United States. *Atmosphere*, 29(8), pp. 1711-1733, 1994.
- Costa, D. L., Hatch, G. E. and Crapo, J. D., Dose chronic ozone exposure lead to lung disease?, A&WMA Conference on Tropospheric Ozone and Environ., III, pp. 120-126, 1991.