

PB14) **마산과 전주지역의 대기오염농도와 기상인자의 통계분석** **Statistical Analysis of Air Pollutants Concentrations** **and Meteorological Parameters in Masan and Jeonju** **Area**

박 옥 윤¹⁾ · 권 오 열

¹⁾동부엔지니어링 환경자원부, 서울산업대학교 환경공학과

1. 서 론

대기오염은 지역의 배출원 및 기상인자, 그리고 지역의 지형적인 특징에 따라 달라지므로 배출원 종류 이외에도 계절에 따른 연료사용량의 변화, 기상학적인 변동, 일일 주기로 일어나는 오염원 및 기상학적인 관련성이 대기오염 농도에 큰 영향을 미친다. 그러므로 대기질 관리를 위해서는 지역별 오염 특성에 대한 이해 뿐만이 아니라 기상이 대기오염에 미치는 영향을 이해하여야 한다(정영선 외, 1995). 더욱이 한반도는 삼면이 바다로 둘러 싸여 있으며, 또한 내륙지방에 산이 많아 아주 복잡한 지형을 이루고 있으므로 해륙풍과 산곡풍 그리고 도시 열섬 효과와 같은 국지 순환과 관련한 현상들이 다양하게 나타나고 있다.

기상인자와 대기오염도와의 상관성을 통계적 기법으로 접근하거나(오광중 외, 1998; 손건태, 1998) 대기오염농도에 관한 확률모델을 통하여 기상상태가 대기오염에 미치는 영향을 분석한 연구사례가 국내에서도 다수 나타나고 있다. 그러나 대부분의 연구가 오존과 아황산가스에 국한되고 지역적으로 어느 한 지역에 국한되어 있어서 다양한 대기오염물질과 기상 사이의 상관성, 또는 지역적 특성에 따른 기상인자와 대기오염의 상관성 등에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 지역적으로 내륙에 속한 전주지역과 연안에 위치한 마산지역을 대상으로 기상특성과 대기오염의 상관성을 통계적인 방법으로 비교분석하였다.

2. 연구 방법

본 연구에 사용한 대기오염 자료는 2001년 12월 28일부터 2002년 12월 27일까지 1년간 환경부의 자동관측 장비가 설치된 마산과 전주지역의 4개 지점(마산시 봉암동, 마산시 회원동, 전주시 효자동, 전주시 팔복동)에서 측정된 아황산가스(SO₂), 이산화질소(NO₂), 일산화탄소(CO), 미세먼지(PM10), 오존(O₃) 5개 항목의 시간별 자료를 이용하였다.

또한 본 연구에 사용된 기상자료는 마산시 진동면과 전주시 상림동(전주기상대)에서 무인자동기상관측장비(AWS)를 이용하여 측정된 2001년 12월 28일부터 2002년 12월 27일까지의 시간별 풍향, 풍속, 기온, 상대습도, 일사량, 기압, 안정도 자료이다.

기상인자와 대기오염물질의 상관성 분석을 위하여 통계 소프트웨어인 SPSS를 이용하여 대기오염물질의 빈도분석과 기상인자와 대기오염물질들 사이의 단순상관성 분석, 그리고 다변량분석인 인자분석을 실시하였으며, 이 결과들을 토대로 각 대기오염물질을 종속변수로 하고 나머지 대기오염물질과 기상인자들을 독립변수로 중회귀분석을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

마산과 전주지역에 대한 기초적인 자료를 분석하여 보면 공단지역에 위치한 마산이 전주지역보다 월평균 대기오염농도는 높게 나타나고 있으며, 특히 마산지역의 겨울철 PM10의 높은 농도는 공단지역의 높은 배출량과 해륙풍의 영향으로 미세먼지의 확산이동이 제한되는 것으로 보인다. 두 지역의 월별 기상특성에 있어서는 내륙지역인 전주가 연안지역인 마산에 비하여 기온, 풍속, 일사량이 조금 높게 나타났으나 상대습도는 해풍의 영향을 받는 마산이 높게 나타났다. 두 지역은 한반도의 계절별 풍향 특징과

비슷하여 여름의 남풍과 겨울 북서풍 패턴을 보이거나 발생빈도에 있어서는 마산지역은 남풍, 전주지역은 북서풍이 우세하여 두 지역간의 기상 특성 차이가 뚜렷하다.

대기오염도에 대한 빈도분석을 실시한 결과 전체적으로 넓은 범위의 낮은 농도에 치우친 비대칭형 대수정규분포를 보였으며, 분포의 첨도, 왜도 등을 고려할 때 마산지역의 경우 SO₂와 PM10이 상호관련성을 나타내며, NO₂, CO, O₃이 상호관련성을 보여주고 있다. 전주지역의 경우는 SO₂, NO₂, CO간의 상호관련성을 나타내고 있으나 PM10과 O₃은 관련성을 보이지 않는 독립적인 분포형태를 보이고 있다.

인자별 단순상관분석을 실시한 결과, 마산지역보다는 전주지역에서 겨울철 난방연료의 배출원에 기인하는 1차오염물질(SO₂, PM10, CO, NO₂)의 상관성이 기온의 관계와 잘 부합되는 것으로 나타났다. 또한 O₃ 생성기작에 관여하는 요소들인 NO₂, O₃, 일사량의 상관관계는 내륙지역인 전주가 상관성 정도가 높게 나타났다.

대기오염농도와 기상인자의 관련성에 대하여 인자분석을 행한 결과 고유치(Eigen Value) 1.0 이상을 선정하여 각 인자별 인자부하량을 산출한 결과 마산지역의 경우는 3개의 인자에 의해 총 분산의 61.6%, 전주지역의 경우에는 4개의 인자가 총 분산의 73.6%를 설명하고 있다.

마산지역의 인자1은 O₃과 풍속, 일사량 및 습도에 의해 설명되는 인자로서 이는 O₃이 온도가 높고 일사량이 많은 날에 농도가 높아지며, 습도는 일사량을 감소시키는 요인이 되는 것으로 판단된다. 인자2는 상대습도 변화에 따른 기온의 변동현상을 보이며, 인자3에서는 풍속의 증가에 따른 1차오염물질(SO₂, PM10, CO, NO₂)의 대기중 확산에 의한 감소현상을 설명하고 있다.

전주지역의 경우 인자1에서는 O₃의 광화학반응을 설명하며, 마산지역과는 다르게 풍속에 의한 영향과는 상관성이 낮은 것으로 나타났다. 인자2는 1차오염물질(SO₂, PM10, CO, NO₂)과 2차오염물질인 O₃ 사이의 역상관관계를 나타내며, 인자3에서는 기온에 따른 오염물질의 관계로서 CO는 기온이 낮을수록 증가하며 기온의 증가에 따른 높은 일사량에 의해 O₃이 증가함을 나타내고 있다. 인자4는 풍속의 증가에 따른 NO₂의 감소를 설명하는 부분으로서 배출된 NO₂가 대기 중 확산 시에 풍속의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

기상인자 중 풍향을 동·서·남·북풍의 4개로 더미변수(dummy variable)화 하여 중회귀분석한 결과, PM10의 경우 마산에서는 기온과 CO, 전주는 기온과 풍향 및 SO₂가 관련성을 보였으며, 특히 전주가 마산보다 풍향에 대한 영향정도가 크며 동풍계열에서는 PM10농도와 강한 상관관계를 보여주었다. SO₂의 경우 마산에서는 기온의 증가, 전주에서는 기타 1차오염물질의 증가와 상관성을 나타내었다. NO₂의 경우 마산, 전주 모두 1차오염물질과는 양의 상관성을, O₃ 및 풍속과는 음의 상관성을 보이는 것으로 나타났다. CO의 경우는 마산, 전주 모두 관련성이 큰 인자는 기온과 풍향이었으며 다음으로 1차오염물질로 나타났다. O₃의 경우도 마산, 전주 모두 NO₂와는 음의 상관관계, 온도 및 일사량과는 양의 상관관계를 보여주고 있다.

통계분석 결과를 종합해 보면 연안지역인 마산과 내륙지역인 전주지역에서의 대기오염도와 기상인자들 사이의 상관성은 다른 것으로 나타나서, 대기오염도 예측시 기상인자를 이용한 통계적 접근은 지역적으로 다를 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 정영선 등 (1995) 한반도 각 지역의 대기질 특징과 이와 관련된 기상 조건, Vol.32, 한국기상학회지.
오광중, 광진, 정덕영, 손건태 (1998) 부산지역의 대기오염물질농도와 기상인자간의 통계분석(광안리 지역을 중심으로) Vol. 34, 대기환경공학회지.
손건태 (1998) 기상 및 환경자료 분석을 위한 통계적 기법, 한국기상학회지.