

OA9) 부산지역 먼지 고농도일의 종관 및 미기상 특성

김철희*, 고은영, 손혜영, 김지아
부산대학교 대기과학과

1. 서 론

대도시의 에어로졸, 즉 대도시 PM₁₀은 발생원에서 직접 방출한 1차 오염물질 (Primary air pollutant)이며 동시에 가스상 물질이 대기 중에서 물리 화학적 반응을 통하여 입자로 생성, 변환되는 2 차 오염물질 (Secondary air pollutant)이기도 하다. 일반적으로 대기 중에서 생성되는 2 차 미세 먼지 입자는 대도시의 경우 약 40~50%를 차지하며 특히 가스상 오염물질 농도가 높은 대도시의 경우는 가스상 물질로부터 변환되는 2 차 입자의 구성 비율은 더욱 큰 것으로 보고되고 있다(Wexler et al., 1994; Meng et al., 1998). 1 차 오염물질의 경우 다른 1차 오염물질과 마찬가지로 배출원 특성 및 그 확산 강도에 영향을 주는 혼합고, 평균 풍속 등과 같은 대기 경계층 기상 인자가 중요하다. 반면 2 차 생성되는 입자는 화학 반응이나 흡수, 흡착 등을 포함한 복잡한 반응 과정을 통해 이루어지는데 크게 나누어 가스상 물질이 상변화하여 입자로 생성되는 균일 핵성장(homogeneous nucleation)과 기존의 미세먼지 입자에 화학적 흡착, 흡수 반응에 의해 미세 입자에 응축(condensation)되는 불균일(heterogeneous) 반응으로 구분할 수 있다(Hidy and Brock, 1971). 균일 핵성장의 경우 상대적으로 청정한 대기 혹은 시골 지역에서 주로 우세한 반면 대도시의 경우 기존의 입자 물질에 응축하여 에어로졸 질량 농도가 증가하는 작용이 우세하다고 보고되고 있다(Fuzzi, 1978; Ibusuki and Barness, 1984). 이 경우 그 구성 성분이 다양하므로 그 물리적 특성 뿐만 아니라 화학 성분 분석 역시 매우 중요한 연구라고 할 수 있다.

본 연구에서는 부산에서의 관측된 기상 인자를 이용하여 미세 먼지 생성 특성을 살펴 보기 위해서 최근 부산에서 측정된 미세 먼지가 높은 날의 기상 조건을 살펴보았다. 즉 과거 측정된 자료에서 고농도가 나타났던 날들을 선택하고 당일의 기상 특성을 살펴봄으로써 미세 먼지의 생성 과정과 연관된 종관 기상 및 미기상 상태를 설명하였다. 이는 2 차 생성된 미세 먼지의 화학적 성장과 연관된 기상 조건을 보다 세부적으로 해석할 수 있는 기반이 될 것으로 판단된다.

2. 자료 및 방법

부산지역의 측정된 자료로부터 미세 먼지 생성 특성을 알아보기 위해서 과거 5년간(2000~2004년) 부산 지역에서 측정된 미세 먼지 농도 자료를 사용하였다. 먼저 Fig. 1에 나타난 대기오염 측정소에서 측정된 자료를 모두 공간 평균한 때 시간 자료를 평균하여 부산지역의 일평균 농도를 산출하였다. 이 때 일평균 고농도 미세먼지 생성 당시의 기상 조건을 살펴보기 위하여 황사 발생일로 공식 분류된 날들을 모두 제거한 다음 순전히 대도시 오염원

으로부터 농도가 상승하였다고 판단되는 고농도 날들을 최고 농도부터 일평균 농도 순서대로 선택하고 선택된 당일의 상층 및 지상 기상 특성을 살펴보았다.

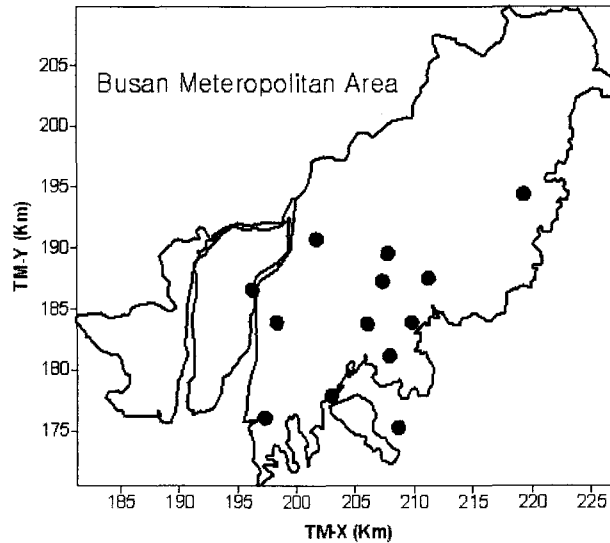


Fig. 1. Locations of monitoring sites of PM₁₀ concentrations in Busan.

3. 결과 및 고찰

2000년 이후 5년간 부산지역에서 측정된 미세먼지 일평균 농도가 가장 높게 나타난 날은 2002년 10월 4일이었다. 당일 오존 농도 역시 매우 높게 나타났는데 10월 1일과 4일에 걸쳐 매우 높은 오존 농도를 보였고, 10월임에도 불구하고 오존 주의보(1일 광안동)가 발령되는 등 광화학 반응이 매우 활발하게 나타난 것으로 나타났다. 이것은 높은 일사량과 기온으로 광화학 반응이 발생할 수 있는 좋은 조건을 갖추고 있어 활발한 광화학 반응으로 핵화(nucleation) 반응이 깊이 관여하여 2차 입자상 오염물질의 생성에 매우 중요하게 작용한 것으로 보인다. 선택된 약 20일의 미세먼지 고농도 발생일의 기상특징은 기상 요소 중 일평균 운량이 평균 약 3/10 ~ 4/10 정도로 매우 맑은 날이었으나 상대습도는 20일 가운데 5일을 제외하고 모두 상대습도 70%를 상회하였다. 또 850hPa 기상장에서는 먼지 농도가 높은 날 지균폭향이 남서풍 또는 남풍 계열의 바람이 우세하게 나타나 해양에서의 습윤한 공기를 이류시켜 기존 입자의 흡습에 의한 입자 성장에 필요한 조건을 제공하는 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 부산지역 먼지 고농도는 광화학 반응 뿐만 아니라 높은 상대 습도 상태에서 기존의 입자에 흡습 및 응축되거나 불균일 반응에 의해 입자 질량이 증가하는 현상이 모두 깊게 관여하고 있음을 잘 시사해 준다.

참 고 문 헌

Hidy, G. M. and J. R. Brock, 1971, An assessment of the Global sources of aerosol, Academic press Inc., New York, N.Y., pp.1088-1097.

- Fuzzi, S., 1978, Study of Iron catalyzed Sulphur dioxide oxidation in aqueous solution over a wide range of pH, *Atmos. Envir.*, 12, 1439-1442.
- Ibusuki, T. and H. M. Barness, 1984, Manganeses(II) catalyzed Sulfur Dioxide Oxidation in aqueous solution at environmental concentrations, *Atmos. Envir.*, 18, 145-151.
- Meng, Z., D. Dabdub and J. H. Seinfeld, 1998, Size-resolved and chemically resolved model of atmospheric aerosol dynamics, *J. Geophysical Research*, 103(D3), 3419-3435.
- Wexler A. S., F. W. Lurmann and J. H. Seinfeld, 1994. Modeling urban and regional aerosols-I. Model development, *Atmos. Envir.*, 28(3), 531-546.