PF5) 울산지역 고농도 대기오염 발생에 미치는 기상인자 특성

Effects of meteorological conditions on high level air pollution in Ulsan metropollitan area

김유근, 임윤규, 오인보, 이평근
부산대학교 대기과학과

1. 서 론

18세기 산업혁명 이후 지속적인 산업화, 도시화 과정에서 대기 중에 방출된 오염물질은 지구대기의 조성변화를 초래하여 환경 파괴의 주범이 되고 있으며, 오늘날 매우 심각한 수준에 도달하였다. 이러한 대기오염현상은 이제 현대사회의 생활환경에서 매우 중대한 문제로 부각되고 있으며 공단과 대도시를 중심으로 더욱 두드러지게 나타나고 있다. 특히 최근에는 TSP, SO_2와 같은 1차 오염물질의 감소에 반해 자동차의 급증과 도시 기온상승으로 인해 광화학오염이 더욱 가속화되고 있는 실정으로 이에 대한 정확한 실태와 원인 및 규제방안에 대한 연구 필요성이 크게 요구되고 있다. 따라서 대기오염에 영향을 주는 다양한 인자들에 대한 구체적이고 과학적인 조사와 분석이 우선 기초연구로서 선행되어야 하며, 이를 바탕으로 한 효율적인 대기질 개선책이 마련되어야 할 것이다.

지역 대기오염의 변동에 가장 큰 영향을 주는 인자는 그 지역 특유의 기상조건이다. 정영선 등 (1996)은 한반도 각 지역의 대기질 특징과 이와 관련된 기상 조건에 관한 연구에서 각 지역별 대기질의 현황을 파악하고, 대기 오염도와 기상과의 상관성을 밝혔다. 그 결과 우리나라의 대도시에서는 SO_2의 오염도가 감소하고 있는 반면에 O_3, NO_2의 농도가 급증하고 있는 추세에 있음을 보였으며, 대기오염 잠재지수와 가장 큰 상관을 갖는 국지적 기상요소는 오염물질의 수송과 관련한 풍속과 대기 혼합층의 성장과 관련한 기온으로 보았다. Mckendry *et al.* (1997)는 Pacific '93동안 Lower Fraser Valley (LFV)에서 대기경계층의 연직구조에 따라 대기오염의 정도를 분석하였는데, Aircraft, Balloon 및 Tethersonde 측정을 통한 대기 상·하층의 온위의 연직구조를 분석하여 그 지역의 역전층과 대기혼합고를 산정하였고, 이들의 변화에 따라 오존 및 질소산화물의 농도가 달라짐을 관찰하였다. 또한 최근 Chen *et al.* (2002)은 tethered balloon을 사용하여 1999-2001년 겨울동안 타이완의 Tsaoton에서 대기오염물질 (CO, SO_2, NO, O_3) 농도의 연직 분포를 측정하였다. 최대 1700m까지 오염농도와 바람장, 상대습도, 온도를 측정한 결과, 대기혼합고의 높이와 기상조건에 따라 오염물질의 농도분포가 달라짐을 밝혔다.

이러한 기상조건에 따라 대기오염물질의 확산·이류가 결정되며, 장·단기적 고농도 현상을 유발시키기도 한다. 즉, 같은 양의 오염 물질이 오염원으로부터 배출된다 할지라도 기온과 풍향·풍속 등의 차이로 인한 바람의 수렴·발산 여부 그리고 대기혼합고 및 역전층의 특성에 따라 지역의 오염농도가 크게 달라지게 된다.

본 연구의 대상지역인 울산지역의 경우, 인접해 있는 바다와 집중된 배출원 환경으로 인해 해풍의 유입과 하층대기의 연직구조 (역전층, 혼합층)의 변화에 따라 오염물질의 수송 및 공간적 분포변화가 시·공간적으로 뚜렷이 나타날 것이다. 따라서 울산지역의 대기오염 실태조사와 그 농도의 상승 메카니즘을 파악하기 위해서 지역 기상조건에 대한 특성을 파악하고 고농도 현상이 발생한 날을 대상으로 고농도 대기오염에 기여한 기상인자들의 특징에 대해 분석하고자 한다.

2. 연구 방법

울산지역 고농도 대기오염 사건과 관련된 기상인자의 특성파악을 위해 울산지역 자동기상관측 (Automatic Weather System, AWS)자료와 낙동강환경관리청 대기오염자료를 사용하여 실제 고농도 현상이 나타난 날을 대상으로 기상인자의 특징에 따른 대기오염농도 특성을 분석하였다. 또한 울산지역의 2000~2001년 대기오염 민원 발생일 자료를 사용하여 고농도 대기오염과 민원발생과의 관계를 분석하여 지역환경에 영향을 미치는 국지기상현상의 특성을 고찰하였다. 보다 효과적인 분석을 위해 고농도 발생 사례일의 기상장에 따른 또한 종관 및 국지규모 대기운동 특성파악을 위해 MM5 수치모델 결과자료를 이용하였다.

3. 결 과

울산지역 고농도 대기오염 발생일을 대상으로 기상인자의 영향을 분석하였다. 그림 1은 울산지역에 실제 민

원이 발생한 고농도 대기오염현상이 발생한 날 (2002년 5월 21일)로써 대기오염 발생원에서 다소 떨어진 각 대기오염 측정소의 관측자료를 나타낸 것이다. 삼산동 (B) 지역의 경우 바로 발생원과 가장 가까운 곳에 위치한 지점으로 NO_2와 O_3이 21일 낮 시간동안 고농도를 보인다. 특이할만한 사실은 21일 14시경 오존농도의 감소경향이다. 이와 반대로 발생원으로부터 다소 떨어진 무거동 (A) 지역에서는 NO_2는 삼산동 지역보다 낮지만 14시경의 O_3농도는 삼산동 지역보다 높은 것을 알 수 있다. 그리고 대송동(C) 지역은 무거동 지역과 대조적으로 각 대기오염물질이 낮게 나타나고 있다. 이날의 종관 기상상태는 거의 무풍에 가깝게 작용하고 있지만, 국지적인 해륙풍순환의 발달에 따른 낮 시간의 남동풍계열 바람이 발원지의 대기오염물질을 무거동 쪽으로 이류시켰다고 유추할 수 있다. 하지만, 국지적 고농도 대기오염현상에 영향을 미치는 요소는 수평적인 수송뿐만 아니라 광화학 반응, 혼합층의 변화 등 여러 가지 요인들이 복합적으로 나타나기 때문에 정확한 현상규명을 위해서는 다각적인 방법의 접근이 이루어져야 할 것이다.

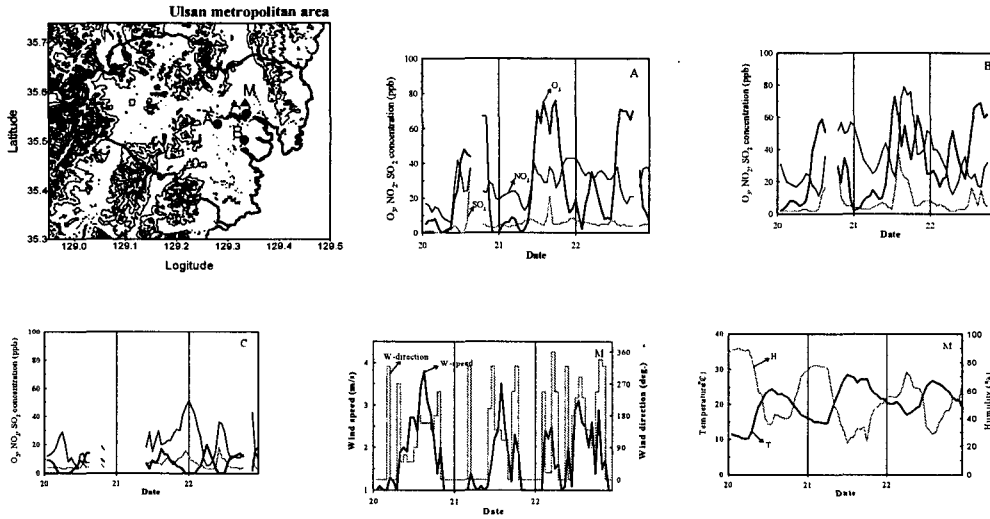

Fig. 1. Air quality monitoring sites (A: Mugeo-dong, B: Samsan-dong, C: Daesong-dong) and Ulsan regional meteorological agency (M), including topography features. Variations of O_3, NO_2, SO_2 concentrations and meteorological parameters during the episode period.

감사의 글

본 연구는 울산지역환경기술개발센타 연구사업비의 일환으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

전병일, 김유근 (1998) 부산연안에서 관측된 저층대기의 특성에 관한 연구, *한국환경과학회지*, 7(2), 195-201.

정영선, 박순웅, 윤일희 (1996) 한반도 각 지역의 대기질 특징과 이와 관련된 기상 조건, *한국기상학회지*, 36(2), 271-290.

Chen, C. L., B. J., Tsuang, C. Y., Tu, W. L., Cheng, and M. D., Lin (2002) Wintertime vertical profiles of air pollutants over a suburban in central Taiwan, *Atmos. Environ.*, in Press.

Mckendry I. G., D. G. Steyn, J. Lundgren, R.M. Hoff, W. Strapp, K. Anlauf, F. Froude, J. B. Martin, R. M. Banta and L. D. Olivier (1997) Elevated ozone layers and vertical down-mixing over the lower Fraser valley, BC, *Atmos. Environ.*, 2135-2146.