

OA9) 내륙산지지형 내 위치한 양산 산업단지 주변의 지표 대기질 변화와 국지기상조건과의 관계 분석

김유근, 박상현*, 강제은, 송상근, 조정구¹, 송복주¹, 도우곤¹
부산대학교 대기과학과, ¹부산광역시 보건환경연구원

1. 서 론

일반적으로, 분지 및 계곡지형 내 도시에서는 바람이 심하게 불 때를 제외하고 오염물질이 주위의 산과 계곡 축을 따라 갇히게 되며(Anquetin et al., 1999), 또한 대기정체조건(낮은 풍속과 야간의 역전층 발달)이 있을 경우, 고농도 현상이 빈번해져 지역 대기질 문제는 더욱 악화된다. 따라서 이러한 도시에서는 특유의 지형특성에 따른 대기의 움직임을 파악하기 위하여 다양한 기상 관측과 실험들이 수행되어져 왔다(Whiteman 1989; Doran et al., 1990).

본 연구의 대상지역인 양산은 한반도의 동남부 내륙에 위치한 내륙산지 지역으로, 크고 작은 계곡을 따라 산업단지, 주거지, 상업지, 도로가 함께 산재되어 발달되어 있으며, 이로 인해 많은 대기오염물질의 배출원 영향지역이라고 할 수 있다. 한편 양산은 고농도 대기오염이 예상되는 지역임에도 불구하고, 이를 위한 대기질 실태 파악 및 원인 분석 등에 대한 연구가 거의 전무하며, 대기질 측정 및 기상 관측지점 또한 각각 한 곳 뿐으로 매우 빈약한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 대상지역의 대기질 실태를 보다 정확하게 파악하기 위하여 산업단지 주변 4개 지점을 선정하여 계절별 이동관측을 실시하고 그 결과를 분석하였다. 대기질 측정 결과 나타난 주요 오염물질의 농도 변화 특성을 산지지형 내 기온 및 풍향·풍속 변화를 통해 나타나는 국지적 기상조건과의 비교를 통해 살펴보았다.

2. 자료 및 방법

대기질은 계절별(2006년 2월, 4~5월, 8월, 10월) 이동측정차량을 통해 도심인근(B), 공단인근(C), 계곡 풍상·하측(A, D)의 4개 지점(Fig. 1)을 순차적 이동하여 측정되었으며, 각 지점에서는 대체로 3~4일 연속측정되었다. 대상물질은 SO₂, CO, NO, NO₂, O₃, PM₁₀(총 6개)으로, SO₂는 자외선 형광법, CO는 비분산적외선법, NO_x는 화학발광법, O₃은 자외선광도법, PM₁₀은 베타선법을 이용하여 측정되었다. 각 지점에서의 풍향, 풍속은 이동측정차량을 통해 대기오염물질 측정과 동시 관측되었다. 한편, 양산시의 대기질 및 기상조건을 대표하여 설치된 환경부 산하 대기질 모니터링 지점(ME)과 기상청 산하 AWS로부터 얻어진 자료를 함께 비교 분석하였다.

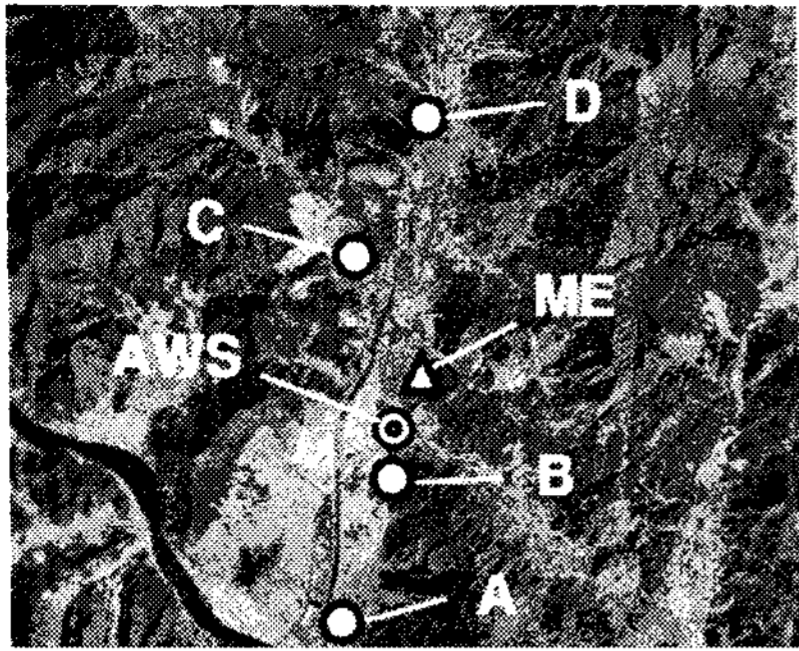
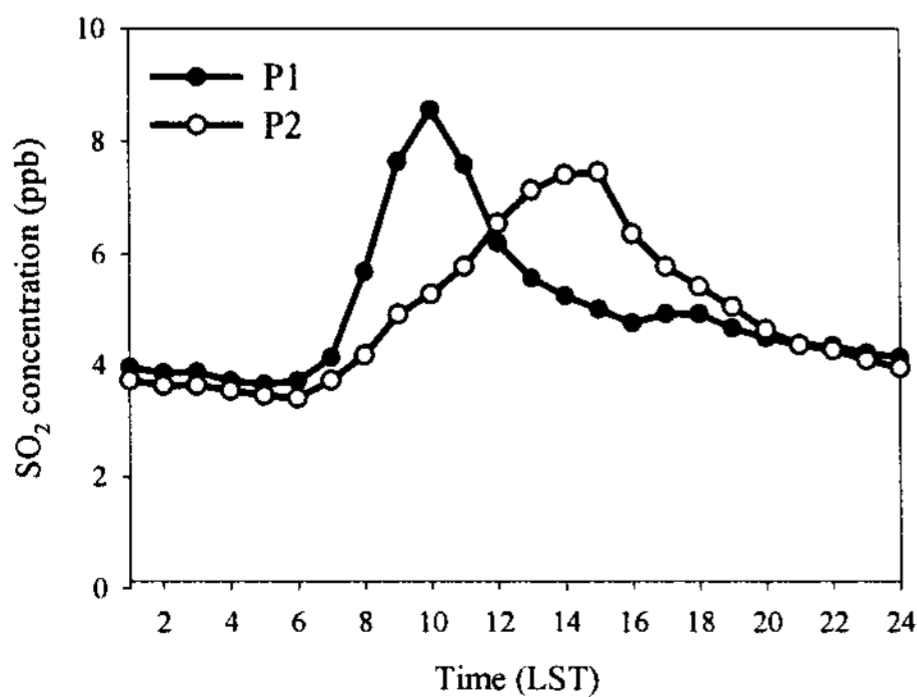


Fig. 1. Topographical features and the locations of monitoring sites of air pollution (Δ), mobile measurements (A-D) and Automatic Weather System (AWS) in Yangsan.

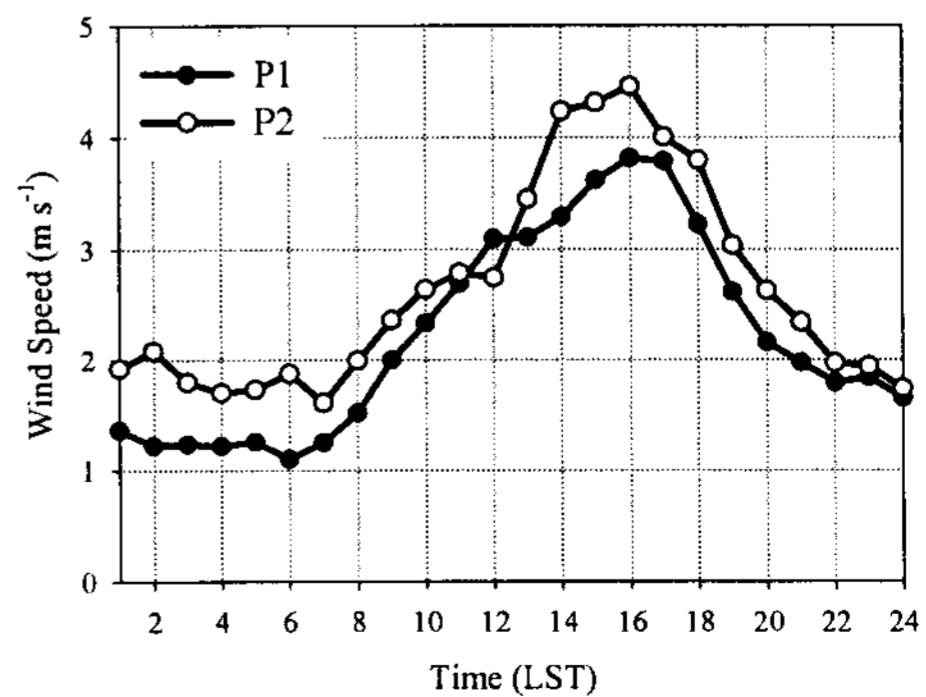
3. 결과 및 고찰

산업단지에서 주로 배출되는 오염물질인 SO_2 와 양산지역 내 주요 오염물질로 밝혀진(김유근 등, 2007) O_3 농도를 통해 산업단지 주변의 대기질 변화 특성을 살펴보았다. SO_2 의 경우, 2006년 1~10월(현, 11, 12월 비공개)의 ME지점 자료 분석 결과 서울, 부산 등과 유사한 수준의 평균 농도값을 보였다(평균 4.0 ppb). 이러한 대표지점에서의 농도를 바탕으로 양산지역 내에서의 공간적인 농도 상태를 파악하기 위해 4지점에서 측정된 농도 분석결과, 산업단지와 가장 인접한 C지점에서 가장 높은 농도 수준을 보였다. 또한 특징적으로 C지점의 농도 일변화는 오후시간대에 최고농도를 나타내는 다른 지점과 달리 오전시간대(0800~1100 LST)에 일중 최고농도를 나타냈다.

따라서, 이러한 농도변화에 영향에 미치는 기상조건의 특성을 살펴보고자, ME지점에서의 일중 SO_2 최고농도가 오전시간대(0800~1100 LST)에 나타난 사례일(P1 : 총 50일)들과 오후시간대에 나타난 사례일(P2 : 총 22일)들의 기상조건을 비교하였다. 그 결과(Fig. 2), 풍속 변화에 있어 오전시간대에 최고농도를 가진 사례의 경우 오후에 최고농도를 가진 사례에 비해, 일중 지속적으로 보다 약한 풍속 분포를 보였으며, 일출이후까지 무풍 발생빈도가 높은 수준을 유지하고 있었다. 즉, 인근에서 배출된 SO_2 가 일출이후에도 지속되는 안정적인 대기조건으로 인해 크게 확산되지 못하고, 배출원 인근 지표부근에 정체 및 축적되어 나타나는 농도 변화 특성으로 볼 수 있다.



(a)



(b)

Fig. 2. Diurnal variation of hourly averaged (a) SO_2 concentrations(ppb) and (b) wind speed(m s^{-1}) for P1 and P2 cases from January to October, 2006 on ME sites in Yangsan.

O₃의 경우, 2006년 한 해 동안 ME지점에서 대기환경기준치(60 ppb/8hr)를 초과한 날은 총 13회였으며, 4~8월 중 발생되었다. 양산지역 내 4지점에서의 측정 농도값은 측정기간 중 하계인 8월에 A, B, C 지점에서 기준치를 초과한 농도 수준을 보였다. 따라서 이러한 고농도의 오존이 발생하는 날의 국지적 기상조건을 이해하기 위해, 2006년 4~8월 중 ME지점의 고농도 오존일(60 ppb/8hr 기준치 초과일: 총 13일)과 일 최고농도가 40 ppb 이하인 저농도 오존일(총 21일)의 기상요소 일변화를 비교 분석하였다. 오존의 경우 SO₂와 달리 풍속의 일변화 차이는 크지 않았으며, 다만 기온의 일변화에 있어 고농도 오존일이 저농도 오존일에 비해 높은 일 최고기온을 가지는 것으로 조사되어, 광화학 오염물질의 특성을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- 김유근 등 (2007) 양산시 대기오염 특성분석 및 대기환경 개선방안 수립 최종보고서, 499p.
- Anquetin, S., Guilbaud, C., Chollet, J.P. (1999) Thermal valley inversion impact on the dispersion of a passive pollutant in a complex mountainous area, *Atmospheric Environment* 33, 3953-3959.
- Whiteman, C.D. (1989) Morning transition tracer experiments in a deep narrow valley, *Journal of Applied Meteorology* 28, 626-635.
- Doran, J.C., Horst, T.W., Whiteman, C.D. (1990) The development and structure of nocturnal slope winds in a simple valley, *Boundary Layer Meteorology* 52, 41-68.