

PF11) CALPUFF 모델을 이용한 울산지역의 고농도 SO₂ 수치모의 Numerical Simulation of High SO₂ Concentration Using CALPUFF in Ulsan Metropolitan City

김유근 · 임윤규 · 이평근 · 이영미
 부산대학교 대기과학과

1. 서 론

우리나라의 대표적인 대기오염물질의 하나인 SO₂는 국가정책의 일환으로 지속적인 단속과 규제로 인해 꾸준히 감소하는 추세이다. 하지만, 연안공업도시인 울산지역의 경우 SO₂의 농도가 다른 지역에 비해 상대적으로 높게 나타나 여전히 문제가 되고 있는 실정이다. 울산지역에서 SO₂ 고농도 현상이 빈번히 발생하는 이유로, 도시를 감싸고 있는 산들과 많은 산업시설 및 도시빌딩으로 인해 복잡 지형의 형태를 가지고 있으며 특히, 인근 해양의 영향과 함께 나타나는 뚜렷한 국지기후 특성 등을 들 수 있다 (Kondo et al., 1979; Entwistle, 1997). 이러한 울산지역의 도시환경은 이 지역에서 다량 방출되는 대기오염물질의 거동과 관련하여 중요한 영향을 제공한다고 할 수 있다. 결과적으로 내륙의 도심과 연안에 위치한 대규모 배출원, 복잡지형으로 유발되는 특징 있는 국지기상조건은 울산지역 오염물질의 공간적 분포를 결정하게 된다.

따라서, 본 연구에서는 울산지역의 국지기상조건과 대기오염물질의 고농도 발생과의 관련성을 알기 위해 SO₂ 고농도 발생시 기상조건을 분석하고 이러한 결과를 수치모의결과에서 확인하고자 하였다. 이는 향후 SO₂ 고농도 발생과 국지기상과의 상호관계를 분석하는데 있어서 좋은 선행연구가 될 것으로 기대한다.

2. 자료 및 연구방법

본 연구에서는 최근 3년간(2000-2002년) 울산시의 12개 대기질 측정망에서 관측한 SO₂농도 자료와 울산지방기상대 및 AWS의 시간별 기상자료를 이용하여 울산시의 SO₂ 농도의 월별·지역별 특성과 기상인자와의 관련성 그리고 SO₂ 고농도 발생시 기상 특성 등을 고찰하였다. 울산지역 SO₂ 고농도 사례일의 선정에 있어서 보다 포괄적인 많은 사례일을 포함시키기 위해 SO₂ 고농도를 130 ppb로 정의하였고 신뢰성 있는 분석을 위해 측정률이 75%이하인 날과 강수일은 제거하였으며, 울산지역의 12개 측정지점 중 한 지점 이상에서 고농도 기준인 130 ppb를 초과한 경우를 고농도 발생일로 선정하였다. 또한 EPA에서 권고하고, chemical removal, wet and dry deposition, complex terrain algorithms, building downwash, plume fumigation 등 여러 가지 효과를 고려할 수 있는 CALPUFF 모델 (Gaussian puff dispersion model)을 이용하여 SO₂ 고농도 사례일의 수치모의 결과와 실측농도 비교를 통하여 모델의 적용 가능성을 검토하였으며, 울산 연안공업지역의 오염원에서 배출되는 오염물질이 주변지역에 미치는 기여도를 파악하였다.

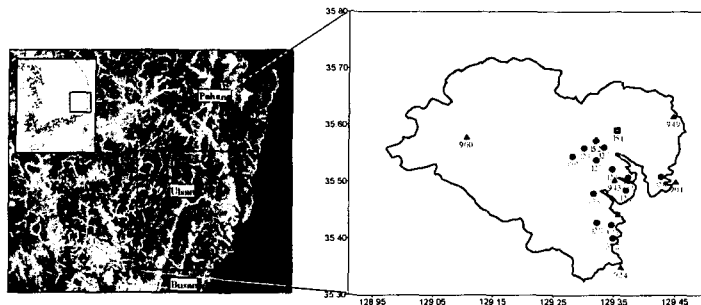


Fig. 1. Air pollution monitoring site (shaded circles) and AWS (shaded triangle). Ulsan weather station, Airport weather station are denoted by open rectangle and cross, respectively.

3. 결과 및 고찰

최근 10년간 울산 지역의 SO₂ 농도 관측자료에 의하면 90년대 초 증가하는 추세를 보이다가 그 이후부터 90년대 말까지 감소하였다가 다시 일정수준을 유지하는 추세를 보이고 있다. 이러한 울산지역의 SO₂ 농도는 꾸준히 감소한 추세이나 다른 도시에 비해 상당히 높은 값을 유지하기 때문에 이 지역 중요한 대기오염물질로 자리잡고 있다. 그림 1은 최근 3년간(2000~2002) SO₂의 수평분포를 나타낸 것인데, 개운동, 화산리, 원산리와 같은 공업지역은 유성화학단지과 온산국가산업단지 등 배출원의 영향으로 울산 지역환경기준치(15 ppb)를 초과하여 주거지역보다 2배 이상의 농도를 나타내었다. 월별 SO₂ 고농도 발생 빈도현황을 그림 2에 나타내었다. 고농도 발생빈도는 9월에 31회로 가장 많고 8월과 5월 순으로 나타나 여름과 가을에 고농도가 많이 발생함을 알 수 있다. 본 연구에서는 최근 3년간 발생한 총 180일의 고농도 발생일중 SO₂ 평균 고농도장과 실제 고농도 발생일의 농도장이 비슷한 모습을 보인 날 중 가장 일반적인 2001년 5월 31일을 전형적인 고농도 발생일로 선정하여 수치모의를 실시하였다.

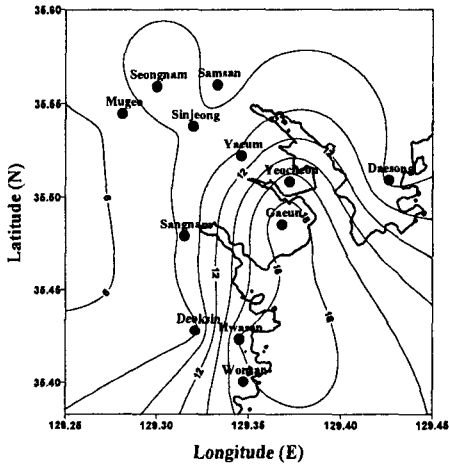


Fig. 2. Horizontal distribution of SO₂ concentration in Ulsan, 2000~2002.

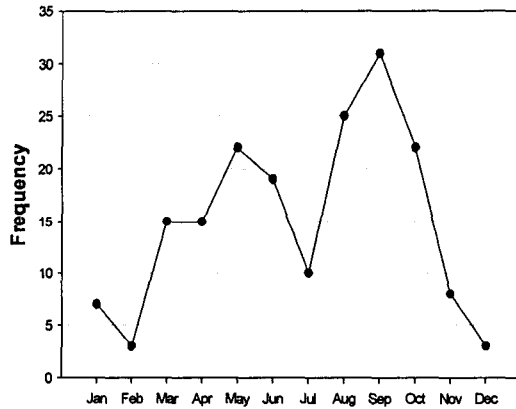


Fig. 3. Monthly distributions of high SO₂ concentration in Ulsan, 2000~2002.

사 사

본 연구는 환경부 지정 울산지역 환경기술개발센터의 연구비로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고 문헌

- Entwistle J., K. Weston, R. Singles and R. Burgess(1997) The magnitude and extent of elevated ozone concentrations around the coasts of the British isles, Atmos. Environ., Vol.31(13).
- Kondo, H. and K. Gambo, 1070, The effect of the mixing layer on the sea breeze circulation and the diffusion of pollutants associated with land-sea breezes, J. Meteor. Soc. Japan, 57(6), 360~575.