

## 4B5) 울산 지역 대기오염 포텐셜 예측

### Development of Air Pollution Potential Prediction System in Ulsan Metropolitan Area

김유근 · 이소영 · 임윤규  
부산대학교 대기과학과

#### 1. 서 론

산업사회의 발전에 따른 각종 오염 물질의 배출량의 증대로 세계 도처에서 대기 오염이 심각한 사회 문제로 대두되고 있다. 대기질의 악화는 오염 배출원 지역에만 국한된 것이 아니라 전 지구에 걸쳐 널리 영향을 끼칠 수 있다는데 더 큰 문제가 있다. 대기질을 보존하기 위해서는 대기 오염 정도를 예측하여 사전 대책을 수립해야 한다. 선진국에서는 오래 전부터 대기 오염 예보 체계를 확립하여 대기질 보존에 많은 노력을 기울여 왔다(Malet, 1978). 그러나 우리나라에서는 아직 체계적인 예보 체계가 확립되어 있지 않아 적절한 대기질 보존대책이 어려운 실정이다.

특정 지점의 대기질은 그 지점을 포함한 주변 지역의 오염 배출 특성과 지형, 그리고 국지 기상 현상 및 종관 기상 상태에 따라 다르게 나타나게 된다. 그러나 개발 및 인구집중이 활발히 일어나지 않는 지역에서는 오염 배출 특성이 시·공간적으로 큰 변화를 보이지 않으며, 지형 또한 그 변화가 작으므로 단기간의 대기질은 주로 기상조건에 따라 변화하게 된다(Wilkins, 1954; 박일수 등, 1991; 신찬기 등, 1992). 따라서 특정지역에서의 대기 오염을 예측하기 위해서는 지역의 지리적 특성에 의해 나타나는 기상 상태를 예측하는 일이 우선적으로 이루어 져야 한다.

본 연구에서는 울산지역의 주요 대기오염물질인 오존과 SO<sub>2</sub>에 대해 농도와 기상요소와의 관계를 살펴보고 의미있는 요소를 선택하여 다중회귀식을 이용해 대기오염 포텐셜을 예측해 보았다.

#### 2. 연구 방법

2000년부터 2004년까지 최근 5년간 울산지역 내 오존과 SO<sub>2</sub>의 고농도 현상이 빈번하게 나타나는 4월에서 6월을 연구기간으로 선정하여 기상요소와 각 대기오염 농도와와의 관계를 파악하였다. 기온, 운량, 일사, 풍향과 풍속 등 기본적인 기상요소에 대해 기준 농도를 초과한 고농도일과 그렇지 않은 경우로 나누어 평균값과 편차값 등을 구해 전반적인 특성을 분석하였다. 또한 해당 기간에 대해 종관패턴 분류를 실시해 보다 객관적인 농도와와의 관계 분석이 가능하도록 하였다. 그 외 울산 지역 내 해풍의 발생유무와 발생시 유입 시간, MIM5 output으로부터 얻어지는 PBL height, 울산의 인접 지역이며 고층기상관측이 이루어지고 있는 포항의 연직 기상요소와 농도의 관계를 분석하여 농도에 영향을 미치는 포텐셜 인자를 선정하였다. 선정된 포텐셜 인자를 입력자료로 하는 다중회귀식을 물질별로 구해 익일의 대기오염 수준을 예측하는 시스템을 설계하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

포텐셜 예측은 익일의 대기오염 농도 수준을 가늠하는 것이 목적으로 기상과 깊은 관련이 있다. 따라서 국지기상에 영향을 주는 종관장 분석을 통해 고농도 가능성을 우선적으로 판단하였다. 선정된 연구기간동안 종관패턴에 영향을 미치는 1000 hPa 지오폠펌셜 자료와 울산지역의 운량 자료 등을 이용해 군집분석을 수행하였다. 군집분석을 위해 SAS 프로그램을 사용하였고 계층적 군집분석을 통해 결정된 초기군집수로 K-means 군집분석을 수행하였다. 군집분석 결과 6개의 종관패턴이 분류되었고, 각 패턴별로 농도 수준이 다르게 나타났다.

분류된 종관패턴 중에서 농도 수준이 높게 나타나는 3가지 패턴에 대해 농도와 선정된 포텐셜 인자와의 관계를 파악해 다중회귀식을 설계했다. 다중회귀식에 사용되는 입력 자료는 실제 기상청 예보 자료

에서 얻을 수 있는 익일 일최고기온과 운량, 기상예보를 위해 수행된 MM5 output을 nest down하여 얻을 수 있을 것으로 예상되는 PBL height, 해풍의 발생 유무, 해풍의 유입 시간 등이 있다. 분류된 종관 패턴에 따라 회귀식을 설계하므로 정확도가 높으며, 현업에서의 활용이 가능하다.

표 1은 종관패턴별 빈도와 각 패턴 별 오존 농도 분포를 나타낸 것이다. P1 ~ P3는 평균 일최대농도가 50 ppb 이상으로 다른 패턴에 비해 상당히 높은 것으로 나타났다. 또한 본 연구에서 선정한 고농도 기준인 80 ppb를 초과하는 빈도도 세 가지 패턴에서 가장 높게 나타나 오존은 이러한 종관패턴 하에서 고농도의 가능성이 높아짐을 알 수 있다. 이렇게 고농도 가능성이 높은 종관패턴을 기준으로 다중회귀식을 산출하여 울산지역의 대기오염 포텐셜을 예측하는 시스템을 설계하였다.

Table 1. Summary statistics of daily maximum 1-h O<sub>3</sub> (ppb) in Ulsan associated with different synoptic patterns.

Cluster	No. of days (%)	Daily max. concentrations average (ppb)	Frequency (%) of exceeding 80 ppb
P1	95 (21.4)	54.5	31 (32.6)
P2	34 (7.7)	54.3	7 (20.6)
P3	37 (8.3)	53.4	6 (16.2)
P4	118 (26.6)	44.0	11 (9.3)
P5	41 (9.2)	42.8	2 (4.9)
P6	117 (26.4)	39.1	4 (3.4)

## 사 사

본 연구는 환경부에서 주관하는 “지역대기환경용량평가 및 배출허용기준의 효율적인 적용방안” 과제 연구비로 이루어졌습니다.

## 참 고 문 헌

- 박일수, 이덕길, 강인구 (1991), 서울지역 겨울철 SO<sub>2</sub> 농도를 지배하는 기상인자, 한국대기보전학회지, 7(2), 96-104.
- 신찬기, 한진석, 김윤신 (1992), 대기오염농도와 기상인자의 관련성 연구, 한국대기보전학회지, 5(2), 113-130.
- Malet, L. M., and A. Joukoff (1978), Meteorological factors and air pollution index. WMP Rept. 510, 135-142.
- Wilkins E.T. (1954), Aire pollution in a London smog, Mechanical Engineering, May, 426-429.