

## 5C1) 울산지역 대기오염물질 고농도 발생에 기여하는 기상조건 Meteorological Effects on High Level Air Pollutions in Ulsan

임윤규 · 김유근 · 오인보  
부산대학교 대기과학과

### 1. 서 론

대기오염현상과 직관되어 있는 기상조건은 대기오염물질의 시·공간적 거동에 직접적인 영향을 미치며 국지적 고농도현상을 일으키는 중요한 역할을 하게 되므로, 이에 대한 집중적인 연구는 배출제어의 한계를 고려해 볼 때 대기오염현상 이해에 무엇보다도 중요하다.

1. 사실 기상조건과 대기오염, 특히 오존으로 인한 광화학오염과의 관계를 이해하고 오염현상의 기상효과를 관측자료와 수치모델링을 통해 분석한 다수의 연구가 국내외에서 수행되었으며(김유근 등, 2003; Cheng, 2002), 연구결과 그 중요성이 확인되었다. 특히, 연안지역의 대기오염현상에 관한 연구가 심도 깊게 다루어져 왔는데, 대부분의 연구에서 해륙풍 순환과 관련한 다양한 역학적 효과가 대기오염을 심화시키는 중요한 역할을 수행하고 있음을 제시하였다.
2. 본 연구의 대상지역인 울산의 경우 주위에 산과 바다가 인접하고 있어, 뚜렷한 국지풍과 특징적인 도시기후를 가지고 있음에도 불구하고 이러한 특성과 연계한 대기오염현상의 구체적인 연구는 사실 매우 미흡하다. 특히 오염물질 배출원이 연안지역에 집중되어 있는 배출환경은 지역 고유의 바람특성을 중심으로 한 연구가 필연적이라 할 수 있다. 결과적으로 울산지역 대기오염 현상의 정확한 이해와 제어를 위한 접근은 주요 기상조건과의 면밀한 파악이 우선되어야 하며 상호간의 관계가 명확히 분석되어야 가능할 것이다. 이는 다양한 관측자료의 분석과 신뢰성 있는 수치모델링 연구를 통해 이루어 질 수 있으며 향후 지역 대기질 개선에 크게 기여하리라 사료된다.

### 2. 연구 방법

본 연구에서는 울산지역의 주요대기오염물질을 파악하기 위해 환경부에서 제공하는 대기오염물질 농도자료를 바탕으로 10년간 각 대기오염물질의 추세변동과 전국 주요대도시와의 비교를 통해서 가장 관심이 되는 물질을 선정하였다. 지역 내 충분한 자료가 확보된 2000년부터 2002년을 대상으로 울산지역 대기오염현상과 관련한 기상조건을 파악하였고 이에 따른 고농도 발생특성을 분석하였다. 주요 연구로는 종관기상조건에 따른 오존 및 SO<sub>2</sub>의 농도변화의 특성을 분석하여 종관패턴별 농도 유의성을 제시하였고, 기온, 운량, 풍향, 풍속 등의 지상기상인자와 오존 및 SO<sub>2</sub>농도와와의 관계를 분석하였다. 특히, 국지순환의 형태로 나타나는 해풍효과에 따른 영향을 심도 있게 분석하였다. 아울러 대표적인 사례분석을 통해 본 연구에서 제시한 고농도 발생에 기여하는 주요한 기상조건을 보다 상세히 연구하였다.

### 3. 결 과

#### 3. 1 종관기상조건

울산지역 고농도 발생과 관련한 종관기상패턴을 분류하였으며, 패턴별 오존농도 분석결과 PIII(울산지역에 약한 북서기류를 장출하게 하는 종관기상조건)의 경우 75% 고농도 발생 확율을 보였다. 즉, 국지풍의 발달을 종관류가 억제함으로써 나타나는 대기정체현상의 기여가 상당함을 보여주는 것으로 해석된다. SO<sub>2</sub>의 경우 PII(한반도 남서쪽 약한 고기압)의 종관패턴일때, 고농도SO<sub>2</sub> 발생확율이 25%로 가장 크게 나타났지만, 오존과는 달리 종관기상장의 영향이 뚜렷하지는 않다.

### 3. 2 지상기상조건

기온과 일사의 경우 고농도오존 현상에 주요한 기상인자로 분석되었으나, SO<sub>2</sub>의 경우는 큰 상관성이 없는 것으로 분석되었다. 전반적으로 기온구간에 따른 오존농도는 일정한 수준이나, 기온이 29~31℃ 부근에서 고농도오존발생 빈도가 높은 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 기존의 여러 연구에서 기온의 증가에 따라 오존의 생성량이 증가한다는 결과와 잘 일치하는 부분이다(Olszyna et al., 1997). 또한 적은 운량이 고농도오존 형성에 유리한 것으로 조사되었다. 도심지역 고농도 SO<sub>2</sub> 현상과 관련해서는 풍향조건이 주요한 인자로 파악되었다. 그림 1은 도시를 대변하는 신정동 지점의 풍향조건에 따른 SO<sub>2</sub>농도 변화를 나타낸 것으로, 남풍 및 남동풍일 때 농도가 가장 높게 나타남을 알 수 있으며, 발생빈도 또한 높은 것으로 분석되었다. 따라서 고농도 SO<sub>2</sub> 현상은 해풍 방향으로 볼 수 있는 남동풍 계열의 바람과 깊은 관련이 있음을 알 수 있다.

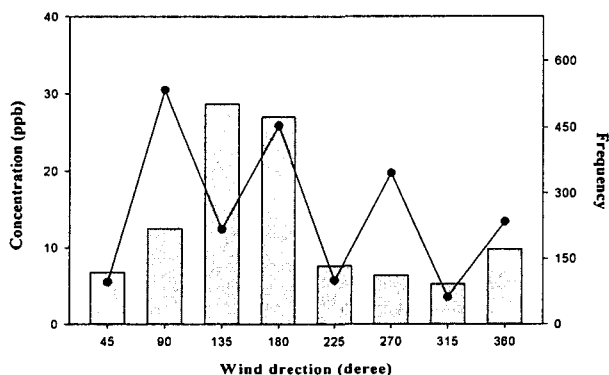


Fig. 1. SO<sub>2</sub> concentrations in different wind direction at Sinjeong.

### 3. 3 해풍효과

울산지역 오존에 의한 대기오염이 주로 5~8월 사이에 빈번히 발생하므로 연구기간 동안 해풍 발생에 따른 오존의 농도변화와 해풍시작시간과의 관계를 분석하였다. 해풍일은 총 109일로 약 4일 중 하루는 해풍일인 것으로 조사되었다. 또한 2지점 이상 오존 고농도 발생일 37일 중 해풍 발생일이 27일로 전체 고농도 발생일의 72.9%에 속한다. 울산지역은 해풍일이 비해풍일 보다 고농도오존발생에 있어서 더욱 유리하게 작용하며, 해풍지연에 의한 해풍시작 시간이 1200 LST 이후로 나타날 경우, 고농도오존 발생과 더욱 밀접한 관계를 보였다.

## 사 사

본 연구는 환경부 지정 울산지역 환경기술개발센터의 연구비로 수행되었으며 이에 감사 드립니다.

## 참 고 문 헌

- 김유근, 오인보, 황미경 (2003) UAM-V를 이용한 부산지역 고농도 오존사례 수치모의, 한국대기환경학회, 19(1), 1-11.
- Cheng, W. L. (2002) Ozone distribution in coastal central Taiwan under sea-breeze conditions, Atmos. Environ., 36, 3445-3459.
- Olszyna, K. J., M. Luria, and J.F. Meagher (1997) The correlation of temperature and rural ozone levels in southeastern U.S.A., Atmos. Environ., 31, 3011-3022.