

3B1) 대기오염물질 재순환현상이 수도권 오존오염에 미치는 영향: 2004년 6월 사례분석

The Effect of Recirculation of Air Pollutants on Ozone Pollution over Great Seoul Area in June 2004

김유근 · 강윤희 · 오인보 · 황미경
부산대학교 대기과학과

1. 서론

연안도시지역의 경우 해륙풍 순환에 의한 대기오염물질의 재순환현상은 고농도 오존농도의 시·공간적인 분포에 중요한 영향을 미친다 (Alper-Siman Tov *et al.*, 1997; 오인보 등, 2004). 다시 말해 약한 offshore flow와 해풍 지연으로 인해 오존 및 전구물질이 해양으로 이동·축적된 후, 다시 늦은 해풍 발달과 함께 내륙으로 재수송됨으로써 지역적 오존오염을 가중시킨다. 특히 고농도 오존오염이 서울·수도권지역에 광범위하게 나타남을 고려해본다면 지역 내 오염물질의 수송에 기여하는 기상 역학적 효과가 오존농도 분포에 미치는 영향이 큼을 예상할 수 있다.

본 연구에서는 2004년 6월 수도권에서 발생한 두 번의 고농도 오존오염사례를 대상으로 대기오염물질 재순환현상이 수도권 오존오염에 미치는 영향을 상세히 비교·분석하였다. 이를 위해 오존 및 바람장의 시·공간적 변화와 함께 후방궤적 분석, 연안도시지역의 대기질 분석을 통해 그 영향을 진단하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 심각한 오존오염 현상이 나타난 2004년 6월 3일(사례 1)과 6월 11일(사례 2)을 대상으로 오존 분포특성을 살펴보았다. 이를 위해 서울·수도권지역 내 85개의 대기질 측정망에서 산출된 시간별 오존농도자료를 사용하여 분석하였다. 아울러 수치일기도와 경기도 오산에서 관측된 상층풍 자료를 통해 종관 규모의 기상조건을 파악하였으며, 서울 기상청 및 수도권지역에 설치된 AWS의 시간별 주요 기상인자를 사용하여 상세한 기상조건을 조사하였다. 마지막으로 MM5 모델링 결과를 바탕으로 지역 내 바람장을 산출하고 오존고농도가 나타났던 지점을 중심으로 후방궤적분석을 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

먼저 고농도 오염사례일로 선정된 두 사례일을 대상으로 오존농도분포를 살펴보고, 일최고 오존농도의 수평분포를 그림 1에 제시하였다. 사례 1은 일최고 오존농도가 109.9 ± 32.2 ppb로 6월 중 최고치를 기록하였고, 수도권의 남서지역에서 고농도를 보여 특징 있는 농도분포를 보여주었다. 특히 안산 본오동에서 기록된 195 ppb의 높은 오존농도는 남서지역에서 나타난 오존오염의 심각성을 부각시켜 준다. 반면 사례 2는 일최고 오존농도가 105.8 ± 22.6 ppb로 사례 1과 농도수준은 유사하나, 수도권의 동쪽지역인 구리(일최고 오존농도, 162 ppb)에서 높은 농도를 보여 상이한 농도분포를 나타내었다.

두 사례의 전반적인 기상조건을 살펴보면 30 °C 이상의 일최고 기온과 비교적 맑은 기상조건을 나타내어 오존의 광화학적 생성에 유리한 기상조건이 형성되었음을 확인할 수 있었다. 즉 두 사례의 특징 있는 오존오염 분포는 기상 역학적 효과가 중요하게 작용했음을 예상할 수 있었다 (국립환경연구원, 2004). 따라서 사례일 동안의 종관류 및 지표바람장을 집중적으로 분석하였다. 특징적으로 사례 1일은 약한 북동기류가 유입됨으로써 해풍발달이 지연된 반면, 사례 2의 경우는 북서풍 (onshore flow)의 영향으로 수도권 동쪽지역까지 빠른 시간내에 해풍 침투가 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

그림 2는 사례 1과 2의 최고 오존농도를 보였던 안산과 구리를 각각의 시작지점으로 설정하고, 1500 LST를 출발시각으로 계산된 후방궤적 결과이다. 사례 1의 경우 0600 - 1100 LST 동안 대상지역 북쪽에 위치했던 공기괴가 북서풍발달의 영향으로 남서해안으로 이동하였으며, 1200 LST 경 풍향 전환과

함께 발달한 해풍은 공기괴를 내륙으로 이동시켰다. 이로써 인천을 지나면서 오염된 기괴는 해양에서 축적되고, 이후 내륙으로 재순환되어 안산에서 나타난 오존고농도 현상에 기여할 수 있음을 보여주었다. 한편 사례 2는 인천에서 출발한 공기괴가 남동풍의 영향으로 수도권 북서지역으로 이동하였고, 1000 LST 이후 나타난 북서기류와 해풍의 상호작용으로 구리까지 도달하였음을 보여준다.

결과적으로 종관기류 및 해풍발달 등 복합적인 기류 효과가 수도권 오존오염의 공간적 분포를 결정하는 중요한 인자임을 확인할 수 있었으며, 특히 지역규모의 오존 및 전구물질의 수송이 지역 고농도현상에 중요한 영향을 미침을 알 수 있었다.

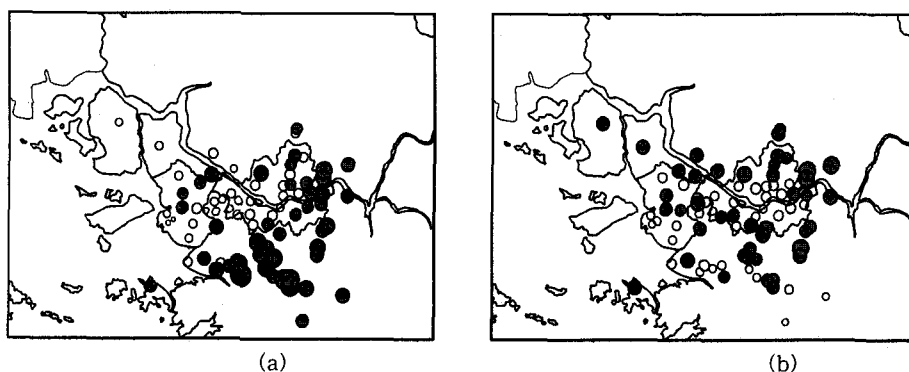


Fig. 1. Horizontal distributions of daily maximum 1-h O_3 concentrations on (a) 3 June, (b) 11 June in 2004, varying from 18 to 195 ppb.

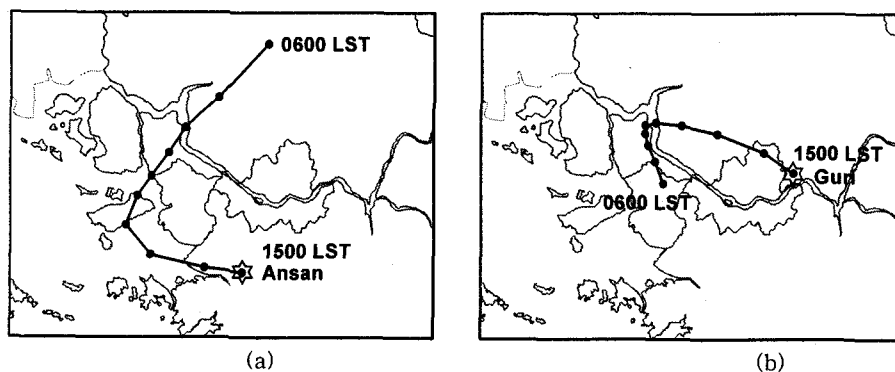


Fig. 2. Backward trajectories for 1500 LST at 1-h interval on (a) 3 June arriving at Ansan, (b) 11 June arriving at Guri. The dots on the trajectories indicate hourly locations.

사 사

본 연구는 환경부에서 주관하는 “대도시 대기질 관리방안 조사연구” 과제의 연구비 지원으로 이루어졌습니다.

참 고 문 헌

국립환경과학원 (2004) 대도시 대기질 관리방안연구-광화학대기오염 생성과정 규명과 저감대책 수립.

오인보, 김유근, 황미경 (2004) 연안도시지역 해풍지연이 오존분포에 미치는 영향, 한국대기환경과학회, 20, 345-360.

환경부 (2004) 대기환경월보 (2004년 6월).

Alper-Siman Tov, D., M. Peleg, V. Matveev, Y. Mahrer, I. Seter, and M. Luria (1997) Recirculation of polluted air masses over the east Mediterranean coast. Atmos. Environ., 31, 1441-1448.