

1C4) 서울지역 대기하층 오존 고농도에 미치는 지역규모 영향 Regional Influence on High Ozone Concentrations in the Lower Atmosphere over Seoul

오인보 · 김유근 · 황미경 · 강윤희
 부산대학교 대기과학과

1. 서 론

도시지역 대기하층에서 일어나는 다양한 화학적, 역학적 오존 생성·축적과정은 지표부근 심각한 수준의 오존오염을 유발한다. 기존의 많은 연구에서 서울지역 지표 고농도 오존 현상에 대한 고찰이 있었다. 대부분 풍부한 도시배출에 의한 국지효과를 중요한 원인으로 제시하였지만 도시규모로 한정된 연구결과를 보여주었다. 사실 지표 부근의 오존농도 상승은 대기경계층 내 일어나는 연직혼합과정과 지역규모 이상의 오존수송에 의해서도 나타날 수 있다. 즉 지표부근 고농도 오존 현상의 메카니즘을 보다 정확히 이해하기 위해서는 지표를 포함한 대기하층의 오존거동에 대한 공간적인 이해가 필요하다. 특히 최근 파악되고 있는 중국으로부터의 대기오염물질 장거리 수송을 고려해 본다면 더욱 그러하다. 본 연구에서는 2003년 6월 서울지역 상공에서 관측된 오존분포를 바탕으로 대기하층에 나타난 지역규모의 영향을 기상학적 관점에서 분석하였다. 아울러 지역규모의 영향이 지표부근 고농도 현상에 기여할 수 있음을 제시하였다.

2. 연구 방법

2003년 6월에 4일간(6~9일) 서울 올림픽 공원에서 수행된 연직 오존 및 기상 관측자료(김유근 등, 2003)를 중심으로 대기하층에 나타난 지역규모의 영향과 지표 고농도 현상과의 관계를 분석하였다. 일기도, 유선도, 후방궤적 분석을 통해 종관 기류특성을 조사하였고, 지상의 대기질 및 주요 기상인자의 변화를 아울러 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

4일간의 관측결과, 대기하층의 오존분포는 상당한 폭의 일변화를 나타내었고 상층풍 및 혼합층 높이와 크게 관련함을 김유근 등(2003)의 연구에서 보여주었다. 그림 1은 지역규모의 영향을 단적으로 보여주는 것으로 6일과 7일에 수행된 오존관측 결과이다.

6일 새벽 0423 LST의 경우, 지표부근에는 0에 가까운 매우 낮은 농도가 분포하였으나 고도에 따라 급격히 농도가 증가하여 고도 1~3 km 부근에 100 ppb 이상의 고농도를 볼 수 있다. 이는 전날 오후 지표부근에서 나타난 농도수준을 고려해 볼 때 그 기원이 외부에 있음을 추정할 수 있었다. 6일 오후 1455 LST에 관측된 오존농도 분포는 동일 새벽과 비교해 고도 1~3 km 부근의 농도감소가 뚜렷하다. 이는 기압골의 영향으로 인한 좋지 못한 기상조건과 상층풍의 변화로 설명할 수 있다. 무엇보다 7일 새벽 0403 LST에 나타난 대기하층의 오존농도 상승이 주목할 만하다. 전날 오후의 오존분포와 관측시기가 새벽임을 고려해 볼 때 외부로의 오존수송

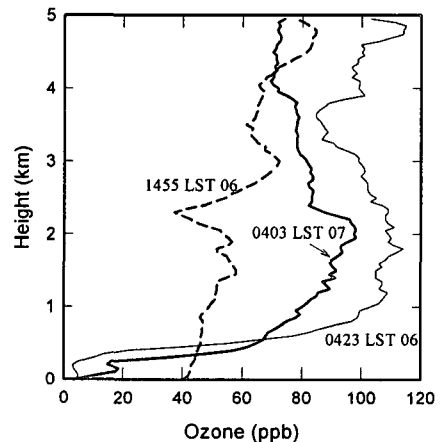


Fig. 1. Vertical ozone distributions observed at Bangyi in Seoul for 6-7 June, 2003.

이 있음을 증명해주는 결과이다. 상층풍과 종관기류 분석을 통해 6, 7일 야간에 나타난 대기하층의 오존층 (ozone layer)은 지역규모의 오존수송이 나타났음을 확인시켜 주었다.

7일 서울상공에 관측된 이러한 지역규모의 오존수송 영향은 당일 오후와 8일 나타난 지표부근의 고농도 현상과 관련함을 알 수 있다. 그림 2는 4일간 오존존데로 8회 관측된 오존과 온위의 연직분포 변화를 나타낸 것으로, 7일 새벽 1~3 km 부근 높은 농도를 나타내는 오염 공기파의 움직임을 고찰할 수 있다. 7일 오후 혼합층이 약 1.8 km 부근까지 발달하면서 여기에 존재하던 높은 농도수준의 오존이 대기혼합층으로 유입되었음을 판단할 수 있다. 6일 강수현상 이후 비교적 깨끗해진 도시공기를 고려해 본다면, 7일 혼합층 내의 높은 오존농도는 연직혼합에 의한 기여가 상당부분으로 해석된다. 8일의 경우 역시 등온위선의 변화를 고려해 볼 때, 전날 잔류층에 존재하던 오존의 영향이 지표부근 고농도오존 현상과 관련함을 가늠할 수 있다. 물론 비교적 낮은 혼합층과 지상에 나타난 높은 기온은 지표부근 고농도 현상이 상당부분 국지적 오존생성에 의한 결과임을 시사하는 것이다. 하지만 대기하층에 외부로부터 수송된 오존이 수일간 지표부근 오존농도 상승에 기여할 수 있음을 보여주는 결과이다.

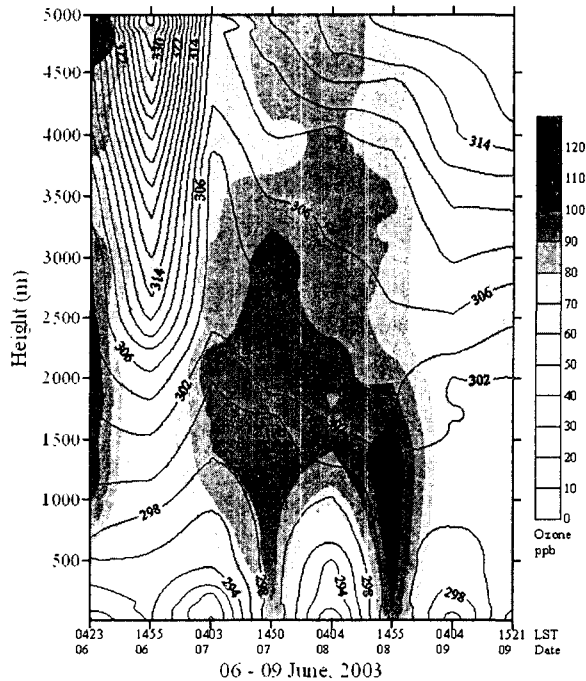


Fig. 2. Time-height plots showing isopleths of ozone concentration and potential temperature based on ozonesonde profiles from Olympic Park in Seoul for 6-9 June, 2003.

사 사

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

참 고 문 헌

김유근, 이화운, 오인보, 정우석, 송상근, 임윤규, 황미경 (2003) 서울지역 6월 오존의 연직분포, 한국대기환경학회 2003 가을 학술대회 발표논문집, 113-114.