

## PF7) 단일상자모델을 이용한 오존의 기후변화 영향평가

### Assessment of Climate Change Impact on Ozone, Using Single Box Model

장임석 · 최진영 · 김정수 · 송형도

국립환경과학원 지구환경연구소

#### 1. 서 론

지구 온난화로 인한 기후변화 및 생태환경의 변화는 전 세계적인 문제이자 관심을 받고 있는 동시에 많은 연구들이 진행되고 있다. 기후 변화로 유발된 대기질의 특성 변화는 대기질 보전 정책이나 식생 및 타 부문으로 영향 전파를 줄 수 있다. IPCC WG1에 따르면 20세기 중반 이후 상승한 전 세계 평균 기온이 인간의 산업 활동에 의한 온실 가스나 에어로솔의 농도 증가 때문일 가능성을 99%로 보고 있으며, 이러한 온난화는 한반도가 위치한 북반구에서 더욱 가속화 될 것이라 전망하고 있다. 또한 기후변화로 인한 온도, 습도, 자외선 강도 증가는 오존생성화학에 영향을 주어 오존 수치가 높은 날이 빈번해 질 것이라 언급하고 있다. 최근 들어, 환경 기준치 및 주의보 수준을 초과하는 오존 농도가 수도권에 집중되며, 빈도가 증가한 것으로 나타나고 있다(환경부, 2003). 고농도 오존 발생일의 경우 기온, 일사량, 운량, 풍속의 기상인자에 민감하고, 비슷한 기상조건일 경우 VOC, NO<sub>x</sub>의 농도가 높을수록 고농도 오존생성에 유리한 것으로 조사되어졌다(한진석 등, 2006). 이러한 선행 연구들은 한반도 기후변화에 의한 온도 증가가 오존농도 및 대기질에 중요한 영향을 미칠 수 있음을 경고하고 있다.

미래 대기질 변화는 두 가지 측면으로 생각할 수 있다. 첫째는 기후변화로 인한 기상인자의 변화로 대기질 특성과 조성이 변화되는 것이며, 둘째로는 기후변화를 대처하기 위한 배출량 변화를 통해 유발된다고 볼 수 있다. 적응 및 감축 대책으로 대기 정책, 온실가스정책 등의 조절을 통해 미래 대기질의 변화에 영향을 줄 수 있는 것이다. 그러나 이러한 대기질 부문에 관한 기후변화 영향평가 연구는 국내에서 거의 미비한 실정이다. 조승현 등(2002)의 연구에서는 두 번째 측면으로 접근하여 기후변화 영향평가를 수행하였다. 대기 및 온실가스정책을 고려하여 미래의 배출량을 상자모델 및 통계모델을 사용하여 전망하고, 온실가스 저감을 고려하여 예측된 배출량의 경제적 가치를 화폐단위로 제시하였다. 본 연구에서는 조승현 등의 연구와는 다른 측면인 기후변화로 인한 기상인자의 변화에 초점을 두어 대기질의 기후변화 영향평가를 실시하였다. 지난 기간의 오존 농도자료와 기상자료 및 단일상자모델을 이용하여 오존의 전구물질 및 기상 인자, 광화학 및 화학반응과의 여러 민감도 실험을 수행한 후 오존 농도의 민감도를 평가하여 기후변화가 오존에 미치는 영향을 정량적으로 분석하고자 하였다. 그리고 한반도 미래 기후에 적용하여 미래의 오존에 관해 전망해보고자 한다.

#### 2. 연구 방법

본 연구에서는 서울과 배경농도지역의 과거 자료를 이용하여 기상요소와 오존 농도와와의 관계를 분석하였다. NAMIS(국가대기오염정보관리시스템)에서 제공하는 전체 자료 기간 2000년~2007년을 분석 기간으로 설정하였다. 기상요소로는 기온, 습도, 풍향, 풍속이 사용되었으며, NO<sub>x</sub>, PM10, VOC의 농도자료도 사용되었다.

대기확산모델은 오염물질 배출량으로부터 대기오염 농도를 정량적으로 계산할 수 있는 수학적인 도구이다. 연구에 사용된 단일상자모델은 가장 단순한 형태의 대기확산모델이며 기상장과 배출량자료를 기초로 화학반응 및 광화학반응 등을 계산하여 오염물질의 농도 및 민감도를 실험할 수 있다. 이 단일상자모델과 과거 배출량자료, 기상자료를 이용하여 과거 기간에 대한 오존 농도의 민감도를 검증하고 한반도 미래 기후 전망자료의 온도 및 예측 자료를 이용하여 미래 상황의 오존에 대하여 시뮬레이션 하고자 한다.

### 3. 결과 및 고찰

Anderson et al.(2001)은 기온과 오존과의 상관관계가 높으며, 임계점을 지나면 상관관계가 급격히 높아짐을 제시하였다. 그림 1은 분석 기간동안 서울지역의 일 최고 오존과 온도, 풍속과의 관계를 나타낸 것으로 (a) 그림에서 Anderson의 연구 결과와 유사한 결과를 보이고 있다. 약 23℃를 기준으로 상관성의 기울기가 급격히 높아짐을 보이고 있다. (b)의 그림에서는 풍속과 일 최고 오존 농도와의 관계가 무풍 영역에서 최고 오존 농도를 보이는 것이 아니라, 풍속이 유지되는 조건에서도 오존의 농도가 낮지 않게 나타남을 볼 수 있다. 이는 바람에 의해 오존농도가 희석되는 영향보다 바람을 통해 장거리 수송되어오는 오존의 양을 고려해야 한다는 것을 보여준다. 일반적으로 풍속이 약한 고기 영향권에서 고농도 사례가 많이 발생하지만 이류 되어지는 효과도 무시할 수 없음을 제시하고 있다. 그러나 습도는 오존과 특별한 상관성이 나타나지 않았다. 이 밖에 여러 기상 요소들과 최고 오존농도 및 시간별, 계절별 농도들을 비교하여 오존의 민감도를 제시할 것이다. 또한 분석기간의 오존자료와 단일상자모델의 결과를 비교 및 검증한 후 미래 예측 온도 및 기상장을 이용하여 미래의 기상이 적용된 오존 농도 전망과 그 영향을 토의할 예정이다.

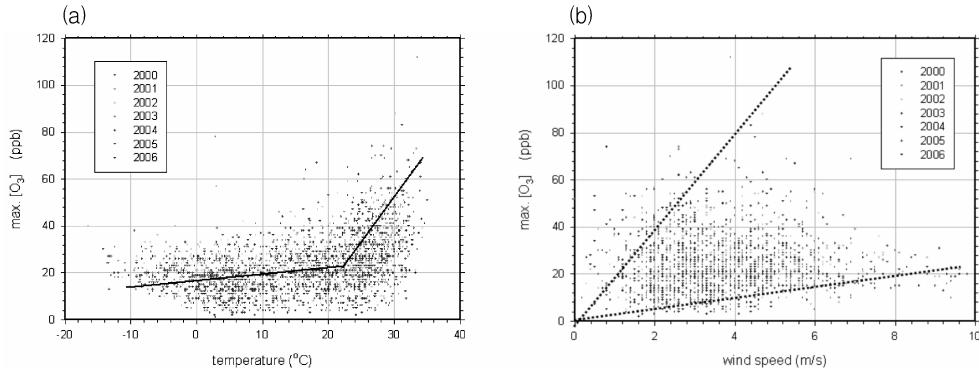


Fig. 1. Relationship between maximum ozone concentration and temperature and wind-speed.

### 참고 문헌

- 조승현, 김석철, Rob Dellink, 장현정, 전해원 (2002) 기후변화영향분석모델(III), 한국환경정책·평가연구원 연구보고서, 94pp.
- 한화진, 홍유덕, 이영재, 김록호, 이종현 (2006) 고농도 오존 발생시 오존전구물질 및 기상인자 연구, 국립환경과학원 연구보고서, 94pp.
- 환경부 (2003) 대기환경연보 2003, 65pp.
- Anderson, H.R, S.A. Bremner, R.W. Atkinson, R.M. Harrison, and S. Walters (2001) Particulate matter and daily mortality and hospital admissions in the West Midlands conurbation of the United Kingdom, *Occup Environ Med*, 58, 504-510.
- IPCC (2007b) Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Summary for Policymakers(SPM).