

4C5) OZIPR을 이용한 수도권 오존 저감대책 연구

A Study on The Ozone Control Strategy using The OZIPR in The Seoul Metropolitan Area

이 선 화 · 김 용 표

이화여자대학교 환경학과

1. 서 론

수도권 지역 대기환경개선을 위해 2005년 1월부터 '수도권 대기환경개선 특별대책'이 시행되고 있다. 서울시 및 인천시 전역과 경기 24개시를 관리권역으로 하고 NO_x, SO_x, VOCs, 먼지(미세먼지 포함)의 4가지 물질을 관리하는 이 대책은 10년 이내에 맑은 날 남산에서 인천 앞바다를 볼 수 있도록 한다는 목표를 설정하고 있다. 그러나 NO_x와 VOCs의 배출량 비에 따라 NO_x 또는 VOCs 배출량 저감이 오존 농도를 증가시킬 수 있다. 따라서 이러한 문제 고찰의 시작 단계로서 본 연구에서는 오존 농도 예측 프로그램인 OZIPR(Ozone Isopleth Plotting Package for Research) 을 이용하여 수도권 각 지방자치단체 별로 오존 저감을 위해서 NO_x와 VOCs 가운데 어떤 것을 저감하는 것이 효과적인지를 계산하였다.

2. 연구 방법

미국 환경 보호청에서 제공하고 있는 OZIPR은 라그랑지안 방식의 1차원 상자모델로(Gery, M.W. and R.R. Corouse, 2002), NO_x와 VOCs 농도에 따라 결정되는 오존의 일 최고농도곡선을 분석하는 EKMA(Empirical Kinetics Modeling Approach)방식을 사용한다(박주연과 김용표, 2002). 입력 자료로는 NO_x와 VOCs, CO 초기농도 및 수송농도, 반응 VOCs 분율과 NO₂/NO_x비, 혼합고 및 기온과 상대습도, 기압 등의 기상자료, 시간별 오염물질의 배출량 등을 필요로 한다.

본 연구에서는 서울을 북서, 북동, 남서, 남동의 4개 지역으로, 인천도 중남부, 서부, 동부 그리고 강화도와 석모도를 의미하는 섬까지 4개로 구분하고, 경기도의 경우 지방자치단체별, 즉 24개의 시와 도로 나누어 총 32개 지역 각각을 대상지역으로 하여 2000년도 오존월(4-9월) 월별 모사를 하였다. 입력자료 작성 시 시간별 오염물질의 배출량은 2000년 국립환경과학원 배출량 자료(국립환경연구원, 2004)를, 반응 VOCs 분율은 경기개발연구원 배출량 자료(경기개발연구원, 2004)를 이용하였다. VOCs 초기 농도는 나광삼과 김용표(2001)가 제시한 추정치를 사용하였고, NO_x와 CO 초기농도는 환경부 대기환경 월보(환경부, 2001)를 이용하였다. 기상자료는 기상청 기상월보(기상청, 2000)를 활용하여 입력하였고, 모사 과정 중 NO₂/NO_x 배출 비의 경우 90%는 NO, 10%는 NO₂로 배출된다(Finlayson-Pitts and Pitts, 1999)고 가정하여 0.1로 하였다. 혼합고는 최진수와 백성욱(1998)이 분석한 오산지역의 혼합고를 사용하였으며, 상공 수송농도는 홍유덕 외(2005)에서 제시된 자료를 활용하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 서울(남동부), 인천(서부), 경기(평택시)의 2000년 6월 오존 최고농도 곡선이며, 표 1은 같은 시기, 수도권 지방자치단체별로 오존 저감을 위해 NO_x와 VOCs 가운데 어떤 것을 저감하는 것이 효과적인지를 나타낸 것이다.

그림 1 에 제시된 것 같이 수도권 각 지역은 모두 VOCs limited인 것으로 확인 되었으나, NO_x, VOCs 배출량 및 기온, 습도 등 기상 자료의 차이로 인해 오존 농도 양상이 다르게 나타났다. 수도권 오존 저감을 위해 서울과 인천, 그리고 경기 몇몇 시는 NO_x와 VOCs의 배출 절대량을 줄여야 하지만 정도의 차이가 있어야 하며, 인천 섬 지역과 경기 일부 시의 경우 NO_x와 VOCs의 저감이 오존제어에 영향을 미치지 않을 것으로 보인다.

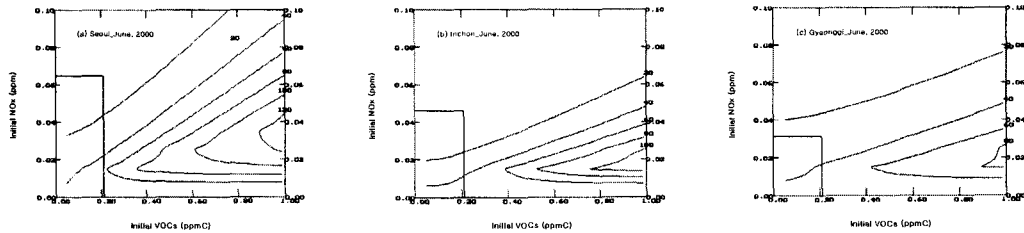


Fig. 1. Ozone isopleths for three cases of June, 2000 using OZIPR.

Table 1. The optimum reduction of NOx&VOCs for ozone control in Seoul Metropolitan Area (June, 2000)

지역	NOx	VOCs	지역	NOx	VOCs	지역	NOx	VOCs	지역	NOx	VOCs
1 서울-북서	↓	□□	9 수원시	↓	↓	17 안산시	↓	↓	25 의왕시	-	-
2 서울-북동	↓	□□	10 성남시	↓	↓	18 고양시	↓	↓	26 하남시	-	-
3 서울-남서	↓	□□	11 의정부시	↓	↓	19 과천시	-	-	27 용인시	□□	↓
4 서울-남동	↓	□□	12 안양시	↓	↓	20 구리시	-	-	28 파주시	↓	↓
5 인천-중남	↓	□□	13 부천시	↓	↓	21 남양주시	↓	↓	29 이천시	↓	↓
6 인천-서	□□	↓	14 광명시	-	-	22 오산시	-	-	30 김포시	↓	↓
7 인천-동	↓	↓	15 평택시	□□	↓	23 시흥시	↓	↓	31 화성시	↓	↓
8 인천-섬	-	-	16 동두천시	-	-	24 군포시	↓	↓	32 양주군	↓	↓

(Relative reduction rate : ↓ < ↓ < ↓ < □□, '-' : No effect area)

이와 같은 연구 결과를 바탕으로 지역간 물질 이동, 지역 고유 특성 등의 정보를 활용하여 보다 구체적이고 과학적인 오존 저감 대책을 수립해야 하며, 효과적인 수도권 대기질 개선을 위해서는 지방자치단체별 측정망 확보와 대기 정보의 질적, 양적 향상을 위한 노력이 병행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

국립환경연구원 (2004) 대도시 대기질 관리방안 조사연구 : 광화학 대기오염 생성과정 규명과 저감대책 수립.

경기개발연구원 (2004) 정책연구 2004-09 : 수도권 대기오염물질 배출목록 2002.

기상청 (2000) 기상월보, 기상청 홈페이지(<http://www.kma.go.kr>) 기후통계정보.

박주연, 김용표 (2002) 서울시에서의 최적 오존 저감 대책 : OZIPR을 이용한 사례연구, 한국대기환경학회지, 18(5), 427~433.

최진수, 백성욱 (1998) 포항, 오산, 광주지역의 일최대 혼합고 추정 - 1983~1992년의 10년간 자료의 분석 -, 한국대기보존학회지, 4(4), 379~385.

홍유덕, 이상욱, 한진석, 이석조, 김신도, 김윤신 (2005) OZIPR을 이용한 서울지역 광화학오존농도 저감 방안에 관한 연구, 한국환경영향평가학회, 14(3), 117~126.

환경부 (2001) 대기환경 월보 2000, 환경부 홈페이지(<http://www.me.go.kr>) 환경통계자료실 정기간행물.

Finlayson-Pitts and Pitts, J. N. (1999) Chemistry of the Upper and Lower Atmosphere : Theory, Experiments, and Applications, Academic Press, New York, USA.

Gery, M.W. and R.R. Corouse (2002) User's Guide for Executing OZIPR, US EPA.

Na, K. and Kim, Y. P. (2001) Seasonal characteristics of ambient volatile organic compounds in Seoul, Korea, Atmospheric Environment 35, 2603~2614.