

PF12)

경기도 수원지역 고농도 오존의 시계열모형 연구
Analysis of Time Series Models for High Level of
Ozone at Suwon City

이 훈 자

평택대학교 디지털융용정보학과

1. 서 론

지표오존의 고농도 현상은 농작물이나 식물들의 피해뿐 아니라 인간의 건강에도 피해를 주는 것으로 알려지고 있다. 최근 들어, 환경기준치 및 주의보 수준을 초과하는 오존농도가 수도권에 집중되어 빈도 높게 나타나고 있다(환경부, 2003). 지금까지 오존농도의 모형 적합에 관해 연구되어 왔다. 본 연구에서는, 경기 남부지역 중 수원시의 2003년부터 2005년까지의 5월 1일부터 9월 30일까지 80ppb 이상인 오존 고농도 자료를 시계열 모형에 적합하고자 한다. 본 논문에서는 오존과 연관이 있는 8종류의 기상자료와 4종류의 대기 자료를 설명변수로 포함한 다변량 분석인 ARE(Autoregressive Error) 방법으로 분석하고자 한다.

2. 오존자료 및 설명변수 자료

오존자료는 국립환경과학원의 수원시 영통동 monitoring sites의 시간별 자료(하루 24번)를 이용했고 분석을 위하여 일 최고오존농도를 사용했다. 기간은 2003년부터 2005년까지의 5월 1일부터 9월 30일까지 자료를 사용했다. 설명변수로 8종류의 기상자료와 4종류의 대기 자료를 사용하였다. 8종류의 기상 자료는 일 최고온도, 일사량, 풍속, 상대습도, 강수량, 이슬점온도, 운량, 수증기압이다. 4종류의 대기 자료로는 이산화황(SO₂), 이산화질소(NO₂), 이산화탄소(CO), 프로메튬10(PM10)를 사용했다.

3. 수원 오존 고농도의 ARE 모형 및 결과

오존의 고농도에 대한 정의는 학자마다 차이가 있으나 본 연구에서는 오존 농도가 80ppb 이상 자료를 고농도로 보았다. 경기도 수원지역 오존농도 자료 분석을 위하여, 12종류의 설명변수들 간의 다중공선성(multi-collinearity)를 분석하고, 오존농도와 영향력이 제일 높은 각 설명변수들의 time-lag를 고려한 결과 다음과 같은 설명변수를 포함한 ARE모형이 선택되었다.

$$Y_t = 0.433N_t + 0.024R_t + 0.203D_t + \epsilon_t, \\ \epsilon_t = 0.487\epsilon_{t-1} + e_t \tag{1}$$

식(1)에서 Y_t 는 t 시점의 ozone 농도, $N_t=t$ 시점 일 최고 NO₂ 농도, $R_t=t$ 시점 9시-15시까지의 일사량의 합, $D_t=t$ 시점 9시-15시의 평균 이슬점온도이다.

또한, 본 연구에서는 수원시의 오존농도를 표 1과 같이 오존 농도를 59ppb 이하, 60ppb에서 79ppb 사이, 80ppb에서 99ppb 사이, 100ppb 이상, 4 그룹으로 나누어 각 분류의 오존농도에 따라 설명변수들의 평균값들을 살펴보았다. 12개의 독립변수를 그룹별에 차이가 있는지를 ANOVA 분석한 결과 이슬점온도(Dew)와 수증기압(Waterp)을 제외한 다른 10개의 모든 독립변수는 유의 수준 5%에서 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 특히 독립변수 중 프로메튬10(PM10)과 일사량(Radiation)은 각각의 양이 증가함에 따라 오존 농도가 증가하는 것으로 나타났다.

Table 1. Results of ANOVA and Duncan's multiple range test of the explanatory variables for ozone concentrations in Suwon.

Variable (unit)	ANOVA p-value	Duncan's multiple range test		Variable (unit)	ANOVA p-value	Duncan's multiple range test	
		Grouping	mean			Grouping	mean
NO_2 (ppb)	0.000	A ¹ B ² C ² D ³	37.60 48.80 50.89 59.87	CO (0.1 ppm)	0.002	A ¹ D ^{1,2} B ^{1,2} C ²	5.78 6.47 6.57 6.98
SO_2 (ppb)	0.000	A ¹ B ² C ² D ³	5.42 7.53 8.73 11.33	PM10 (Ug/m^3)	0.000	A ¹ B ¹ C ² D ³	81.50 101.94 126.67 168.27
Temper- ature ($^{\circ}C$)	0.000	A ¹ B ² C ² D ³	25.52 27.55 28.29 30.48	Rainfull (mm)	0.000	D ¹ C ¹ B ¹ A ²	0.20 0.27 18.79 107.52
Wind (m/s)	0.001	D ¹ C ^{1,2} B ^{2,3} A ³	21.09 22.89 25.73 27.67	Humidity (%)	0.000	C ¹ D ^{1,2} B ² A ³	54.61 56.97 58.89 67.22
Dew ($^{\circ}C$)	0.133	C ¹ B ¹ A ¹ D ¹	14.75 15.39 16.34 17.23	Waterp (hPa)	0.097	C ¹ B ¹ A ¹ D ¹	178.00 185.00 196.30 205.44
Radiation (MJ/M^3)	0.000	A ¹ B ² D ^{2,3} C ³	955.01 1421.13 1635.13 1682.05	Cloud	0.000	C ¹ D ^{1,2} B ² A ³	3.57 4.18 5.39 7.47

Note: The A, B, C, D letters means ozone concentrations of [0, 59], [60, 79], [80, 99], [100, ∞] respectively. In^{1,2,3,4} letter, the same letters are not significantly different at 0.05 level.

참 고 문 헌

- 김유근, 손건태, 문윤섭, 오인보 (1999) 서울 지역의 지표오존농도 예보를 위한 전이함수 모델 개발, 한국대기환경학회지, 15(6), 779-789.
- 환경부 (2003) 대기환경연보 2003, 65pp.
- Bauer, G., M. Deistler, and W. Scherrer (2001) Time series models for short term forecasting of ozone in the eastern part of Austria, Environmetrics, 12, 117-130.