

PA27) 경기도 의정부 오존 농도의 자기회귀오차모형 연구

Analysis of Autoregressive Error Model for Ozone at Uijeongbu City of Gyeonggi-Do in Korea

이 훈 자

평택대학교 디지털응용정보학과

1. 서 론

지표오존의 고농도 현상은 농작물이나 식물들의 피해뿐 아니라 인간의 건강에도 피해를 주는 것으로 알려져 있다. 최근 들어, 환경기준치 및 주의보 수준을 초과하는 오존농도가 수도권에 집중되어 빈도 높게 나타나고 있다(환경부, 2003). 지금까지 오존농도의 모형 적합에 관한 통계모형이 연구되어 왔다. 본 연구에서는 경기 북부지역 중 의정부시의 2003년부터 2007년까지 5년간의 5월 1일부터 9월 30일까지의 오존 농도 자료를 시계열 모형을 이용해 모델링하고자 한다. 본 논문에서는 오존에 영향을 주는 7종류의 기상자료와 4종류의 대기자료를 설명변수로 포함한 다변량 분석인 자기회귀오차모형(Autoregressive Error) 방법으로 분석하고자 한다. 자기회귀오차모형은 설명변수를 분석에 사용할 수 있는 모형으로 오존과 같은 시계열 자료를 회귀모형에 적합할 때 적절한 모형이다.

2. 오존자료 및 설명변수 자료

오존자료는 국립환경과학원의 의정부시 의정부동 관측소의 시간별 자료(하루 24번)를 이용했고, 분석을 위하여 일 최고 1시간 오존농도를 사용했다. 기간은 2003년부터 2007년까지의 5월 1일부터 9월 30일 까지 자료를 사용했다. 설명변수로 7종류의 기상자료와 4종류의 대기 자료를 사용하였다. 7종류의 기상자료는 일 최고온도, 풍속, 상대습도, 강수량, 이슬점온도, 운량, 수증기압이다. 4종류의 대기자료는 이산화황(SO₂), 이산화질소(NO₂), 이산화탄소(CO), 미세먼지(PM₁₀)를 사용했다.

3. 오존 농도의 ARE 모형 및 결과

의정부 지역의 오존농도를 연도별, 월별로 상자그림(box plot) 그림 1을 통해 살펴보았다. 먼저, 연도별로 살펴보면, 중앙값은 2004년도가 제일 낮고, 2007년도가 제일 높은 것으로 나타났다. 2003년도를 제외한 각 년도마다 오존 농도 100ppb보다 넘는 이상치가 1일~4일 정도씩 나타났다. 월별로 살펴보면, 5월, 6월이 7, 8, 9월에 비해 오존농도가 높게 나타났다.

월별(5월, 6월, 7월, 8월, 9월) 오존 분석은 2003년~2005년의 3개월 자료를 모형구축기간으로, 2006년~2007년의 2개월 자료를 검증기간으로 사용하였다. 월별 오존농도 자료 분석을 위하여, 11종류의 설명변수들 간의 다중공선성(multi-collinearity)을 분석하고, 오존 농도와 영향력이 제일 높은 각 설명변수들의 time-lag를 고려한 결과 표 1과 같은 ARE모형 들이 선택되었다. 표 1에서 Y_t 는 t 시점의 일 최고오존 농도, Y_{t-1} 는 t-1 시점의 일 최고오존 농도, T_t =일 최고 온도, C_t =9시-15시 평균 운량이다. 월별로 모형식은 조금씩 차이가 있지만, 오존을 가장 잘 설명하는 변수로 일 최고온도와 운량이 선택되었다.

모형의 적합성을 보기위해 결정계수 R^2 과 RMSE(root mean square error)을 사용했다. 결정계수는 오존이 설명변수들에 의한 설명력으로 값이 1에 가까울수록 설명력이 높은 좋은 모형이다. 반면에 추정값과 추정값의 분산정도를 나타내는 RMSE는 값이 적을수록 좋은 모형이다. 각 월별의 모형이 대부분 잘 적합되었고, 예를 들어 6월 모형구축기간에는 오존 Y_t 는 T_t , C_t 에 의해 94% 설명되며 RMSE도 14.62로 모형이 잘 적합되었고, 검증기간도 오존은 T_t , C_t 에 의해 89% 설명되고 RMSE도 14.69로 잘 적합되어 모형이 적절한 것으로 분석되었다.

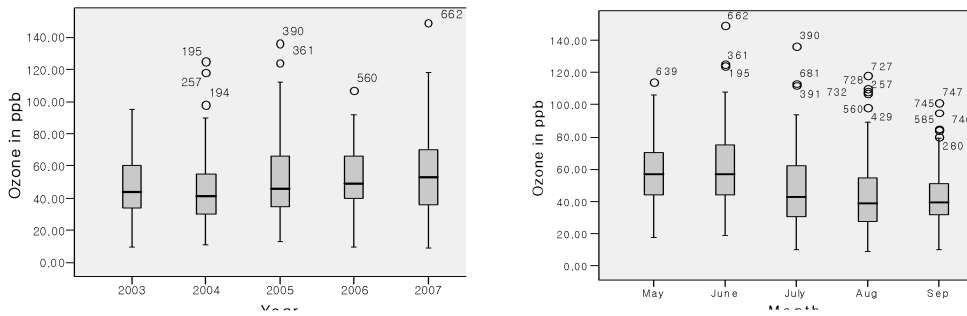


Fig. 1 The box plots of (yearly and monthly) ozone concentrations in Uijeongbu City. The circle indicates outlier of the ozone concentration.

Table 1. The monthly ARE models for ozone concentration at Uijeongbu City.

Month	Period	ARE Model	R^2	RMSE
May	Modeling (n=93 days)	$Y_t = 1.055 Y_{t-1} - 0.682 C_t + \epsilon_t,$ $\epsilon_t = -0.254 \epsilon_{t-1} - 0.3342 \epsilon_{t-2} - 0.294 \epsilon_{t-4} +$ $0.157 \epsilon_{t-10} + 0.201 \epsilon_{t-13} + \epsilon_t$	0.98	14.68
	Verification (n=62 days)	$Y_t = 1.047 Y_{t-1} - 1.169 C_t + \epsilon_t,$ $\epsilon_t = -0.333 \epsilon_{t-1} + 0.316 \epsilon_{t-5} + \epsilon_t$	0.92	18.94
June	Modeling (n=90 days)	$Y_t = 2.709 T_t - 2.098 C_t + \epsilon_t,$ $\epsilon_t = 0.260 \epsilon_{t-2} - 0.277 \epsilon_{t-24} + \epsilon_t$	0.94	14.62
	Verification (n=60 days)	$Y_t = 2.775 T_t - 2.402 C_t + \epsilon_t,$ $\epsilon_t = 0.366 \epsilon_{t-1} + \epsilon_t$	0.89	14.69
July	Modeling (n=93 days)	$Y_t = 2.343 T_t - 2.061 C_t + \epsilon_t,$ $\epsilon_t = 0.420 \epsilon_{t-1} + 0.287 \epsilon_{t-16} + \epsilon_t$	0.66	15.02
	Verification (n=62 days)	$Y_t = 2.922 T_t - 3.565 C_t + \epsilon_t,$ $\epsilon_t = 0.331 \epsilon_{t-1} + \epsilon_t$	0.84	16.32
August	Modeling (n=93 days)	$Y_t = 1.669 T_t - 1.494 C_t + \epsilon_t,$ $\epsilon_t = 0.372 \epsilon_{t-1} - 0.314 \epsilon_{t-13} + \epsilon_t$	0.85	14.88
	Verification (n=62 days)	$Y_t = 2.494 T_t - 3.281 C_t + \epsilon_t,$ $\epsilon_t = 0.315 \epsilon_{t-1} + \epsilon_t$	0.79	20.17
September	Modeling (n=90 days)	$Y_t = 1.849 T_t - 1.412 C_t + \epsilon_t,$ $\epsilon_t = 0.255 \epsilon_{t-1} + \epsilon_t$	0.90	10.39
	Verification (n=60 days)	$Y_t = 2.117 T_t - 0.954 C_t + \epsilon_t,$ $\epsilon_t = 0.367 \epsilon_{t-1} - 0.288 \epsilon_{t-7} + \epsilon_t$	0.93	11.99

참 고 문 헌

- 김유근, 손건태, 문윤섭, 오인보 (1999) 서울 지역의 지표오존농도 예보를 위한 전이함수 모델 개발, 한국 대기환경학회지, 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.
- Jorquera, H., R. Perez, A. Cipriano, A. Espejo, M.V. Letelier, and G. Acuna (1998) Forecasting ozone daily maximum levels at Santiago, Chile, Atmospheric Environment, 32(20), 3415-3424.