

## D-1

# Wavelet Transform을 이용한 오존특성분석 및 다원 ARMA모형을 통한 예측 Prediction of Ozone concentration through Multiple ARMA Model Based on The Analysis of ozone characteristics Using Wavelet Transform

박진수, 김신도, 조용준\*

서울시립대학교 환경공학과, 서울시립대학교 토목공학과\*

### I. 서론

최근 발표된 환경부 자료에 의하면 대기오염물질중 오존은 계절 및 지역에 따라 단기환경기준치를 자주 초과하고 있는 것으로 보고 되고 있다(환경부, 1996). 오존은 강한 반응성으로 고농도 현상이 발생할 경우 광범위한 지역에 인체 및 생체의 피해를 초래할 수 있다. 이러한 피해를 예방하기 위한 장기적인 저감대책을 추진하는 것은 물론 단기고농도 발생과 인체노출을 줄이기 위한 대책도 필요하다. 다행히 정부가 1997년부터 고농도현상 발생시 오존피해를 최소화하기 위해 오존경보제를 실시하고 있으나, 이 경보제의 경우 오존농도가 경보치(120ppb)를 초과한 후에 경보를 내리므로 노출에 대한 대책을 세울 시간이 부족하여 경보효과가 그리 크지 않을 것으로 생각된다. 본 연구에서는 광화학 대기오염물질 측정소를 대상으로 95, 96년의 일사량 측정자료와 오존측정자료를 시계열로 구성하여 시계열 자료의 분해능력이 뛰어난 wavelet 해석기법을 사용하여 장기간에 걸친 변화거동 및 주기성을 파악하고 이를 바탕으로 대류권 오존의 동적특성이 반영된 다원 ARMA모형을 구성하여 오존예보모델로서의 적용성을 검토하고자 하였다.

### II. Wavelet Transform을 이용한 오존특성분석

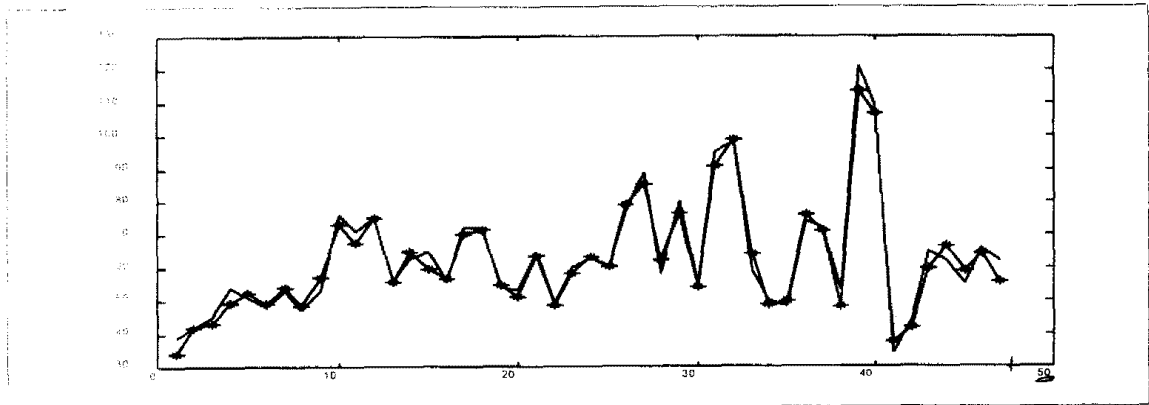
Fourier 변환의 단점을 보완하고자 Wavelet 변환방법이 사용되고 있다. Wavelet 변환은 주파수영역에서의 정보뿐만 아니라 장기간에 걸친 변화추이와 같은 실시간 영역에서의 변동도 분리(Decomposition)해낼 수 있는 장점을 가지고 있다. Wavelet transform은 다음과 같이 정의되며,

$$c = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)\psi(t) dt \quad (1)$$

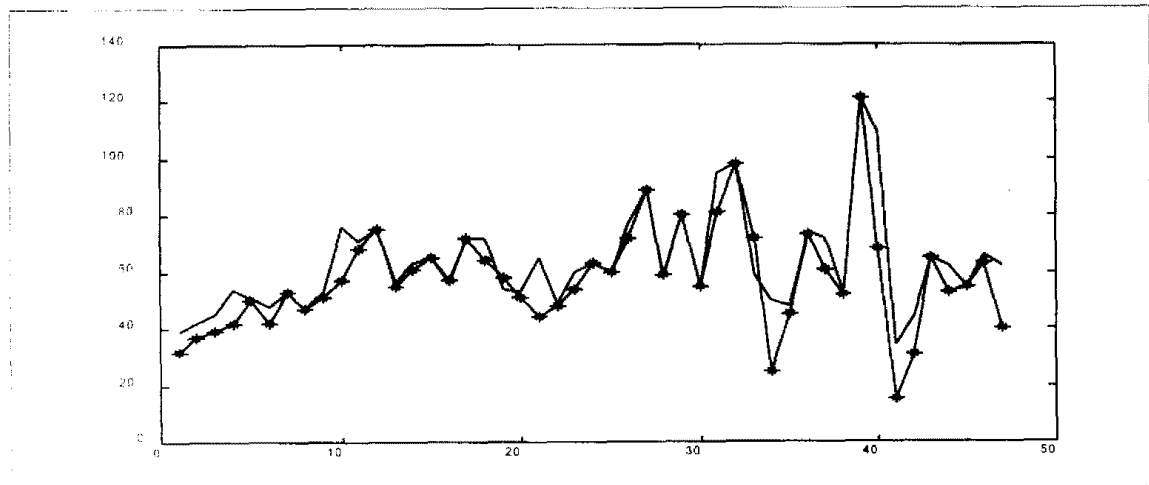
여기서  $\psi(t)$  와  $s(t)$  는 wavelet 함수, 시계열 자료를 나타내며 wavelet 변환계수  $c$  는 wavelet 함수가 유한한 support를 갖기 때문에 기존의 Fourier 변환에서의 주기에 해당되는 scale과 시간  $t$  의 함수가 된다. Low band와 high band filtering을 연속해서 실시한 결과  $2^{12}$  scale에서 장기간에 걸친 변화추이를 원시계열 자료에서 분리해 낼 수 있었다. 전반적으로 여름철에 고농도현상이 나타나고 있으며 이는 1년을 주기로 반복되고 있으나 96년이 95년보다 다소 낮은 농도를 보여주고 있다. 이는 같은 기간에 발생한 강수 및 기상요소와 관련이 있을 것으로 생각되나 기타의 요인도 배제할 수 없어 예측모형의 개발을 위해서는 이에 대한 보다 정밀한 원인분석과 감소인자에 대한 향후예측도 병행되어야 할 것으로 판단된다. 또한  $2^j$  [ $j=3,4,5,6,7,8$ ] scale에서 관측된 주기성분을 전시계열 구간에서 발생한 波峰數로 분석한 결과 주기가 각각, 12.04, 21.85, 41.72, 99.28, 149.40, 408.25 hr인 것으로 분석되었으며, 예상대로 전폭은 주기가 21.85 hr인 성분이 가장 크게 나타나고 있었다. 또한 일반적인 추계학적 모형에서 주기성분을 결정론적인 인자로 취급하여 모델링을 실시하고 있으나 Wavelet 변환을 이용하여 해석한 결과 spectral analysis를 통해서도 주기적으로 보이는 성분도 실시간 영역에서 관찰할 경우 사인파형태로 반복되는 것이 아니라는 사실을 알수 있어 결정론적 인자로 취급하여 모델링할 경우 오차를 유발할 수 있으므로 이에 대한 고려가 필요할 것으로 판단된다. 또한  $2^{12}$  scale에서 나타나는 단주기성분들이 Gaussian 확률분포를 이룬다는 점을 살펴보면 향후 보다 실제에 근접한 예측모형 개발도 가능하리라 생각된다.

### III. 예측모형 및 평가

예측모형중 다윈 ARMA모형을 통한 오존예보계의 가능성을 규명하고자 95년 96년 자료로부터 모형의 계면수를 산출하여 1996년 8월 1일 부터 8월 30일 까지의 자료를 이용하여 산정된 모형의 검증률 수렴치이다. 여러 기상자료중 비교적 정확한 예측정보의 취득이 용이하고 오존에 대한 영향이 가장 클것으로 예상되는 일사량 자료를 다윈 ARMA모형의 입력자료로 결정하였다. 잔차성분의 상호독립성, 白色 干渉부의 FPE [Akaike의 final prediction error]의 최소화를 기준으로 최적 다윈 ARMA모형의 차수를 산정한 결과 다윈 ARMA[13,13,8,16] 모형이 가장 적합한 모형으로 판단되었다. 또한 1996년 5월 1일부터 9월 30일까지 서울북서부지역의 5개측정점의 일 최고오존 농도자료를 출력한 결과를 다음 그림에 plotting 하였으며, 저농도와 고농도영역에서 더 좋은 예측치를 얻을수 있었다.



a) wavelet 적용모델



b) 회귀모델

그림 1. wavelet 적용모델(a)과 회귀모델의 비교(b)

### 참고문헌

1. Box, G. E. P. and Jenkins, G. M. (1976) Time series analysis-forecasting and control. Holden Day, pp. 174-175.
2. Ruskai, M. B., Beylkin, G., Coifman, R., Daubechies, I., Mallat, S., Meyer, Y. and Raphael, I. (1992). Wavelets and their applications. Jones and Barlett Publishers International.
3. Johnson, R (1993). system modeling & Identification. Prentice Hall International. Kottegoda, N. T. (1980). Stochastic water resources technology. The Macmillan press LTD.