

3C1) 웹기반 실시간 대기질 모니터링 및 모델링 시스템 개발

Web-based Real-Time Air Quality Monitoring and Modeling System

이헌창 · 정재철 · Kurt Fedra¹⁾ · 김동영²⁾ · 김태진³⁾

(주) 바이오텔, ¹⁾ESS GmbH, ²⁾경기개발연구원, ³⁾수원대학교 화공생명공학과

1. 서 론

최근 수도권 지역의 대기질 실천계획 수립 연구에서 반응성 모형을 이용한 정책 효과에 대한 평가가 있었지만, 일회성 적용에 그치고 말아 자료 축적이나 지역 특성에 따른 조율(tuning)이 중요한 모델링 연구의 특성을 제대로 반영하지 못하여 피상적인 활용 수준에서 머무르고 있다. 특히 수도권과 같이 대기오염에 영향을 미치는 요인이 복잡 다양할 경우에는 배출 및 기상모델과 함께 현업(routine work) 수준의 일상적인 모델링 시스템의 구축이 필요하지만 이와 관련한 연구는 매우 제한되어 있는 실정이다(김동영, 2003).

따라서 본 기술개발에서는 EUREKA PROJECT E!3266-EUROENVIRON WEBAIR System을 이용하여 수도권 일대 대도시를 중심으로 대기질의 모니터링 및 예측 모델링을 수행하고 이를 평가할 뿐 아니라 오존에 대하여는 확산특성을 규명하고 기초적인 모델링을 정립함으로써 EUREKA PROJECT E!3266-EUROENVIRON WEBAIR System을 이용한 대기질의 실시간 모니터링 및 예측 경보시스템을 구현하고자 한다.

2. 연구 방법

사용이 원활한 모형을 선택하여 입출력자료의 신뢰성이 일정 정도 보장되고 통상적인 운영이 가능한 모형체계로 구성하였다. 먼저 기상모형으로는 관측 자료에 기반하여 통상적인 운영으로도 쉽게 3차원 기상장을 도출하고, 등지격자체계를 사용하고 보다 진보된 방법으로 다양하게 미래를 예측할 수 있는 MM5(Georg Grell et al., 1995) 모형을 채택하여 활용할 수 있도록 구축하였다. 대기질 모형은 도시지역의 반응성, 비반응성 물질을 같이 다룰 수 있고, 특히 광화학 반응에 의한 오존농도의 예측 및 저감대책 수립에 가장 많이 사용되는 미국 EPA의 AERMOD(AMS/EPA Regulatory Model)(EPA, 2008), CAMx, PMB 모델을 사용하였다.

특히 AERMOD 모형의 경우 정상상태 플럼(steady-state plume) 모델로서, SBL에서 농도분포는 수직과 수평적으로 가우시안 분포를 따른다고 가정한다. 또한 AERMOD는 복잡지형에서 흐름과 확산에 현재 개념에 새로운 간단한 방법을 삽입하였다. 즉 연기는 지형을 넘거나 우회하고, 또한 우회하면서 넘는 모델이 되었다. AERMOD는 현재 정규모델에서 요구하는 단순, 중간, 복잡 지형의 구분을 요하지 않고 물리적으로 사실적이고 간단하게 설계되었다. 결과적으로 AERMOD는 복잡지형 정의를 불필요하게 하였으며, 모든 지형은 일괄되게 연속적인 방법으로 처리된다.

그리고 CAMx 모형은 미국 EPA의 규제모형(regulatory model) 중의 하나로서, 미국 남캘리포니아 대기질 관리지역(SCAQMD)에서 상용(routine) 모형으로 이용되고 있다. 또한 현재 가장 활발하게 이용되고 있는 도시 대기질 모형일 뿐 아니라 첨단 과학기술적 성과가 구현되고 있는 모형 중의 하나이다. 또 기존 UAM 모형기반의 전산시스템을 보다 효율적으로 사용할 수 있는 장점을 가지고 있다(김동영, 2003).

AERMOD 및 CAMx의 대기질 모형을 기반으로 하고, 웹기반 실시간 대기질 모니터링 및 예보가 가능한 AirWare 시스템에 수도권의 데이터의 설정 및 모델 적용을 위해 지형, 대기질 관측 데이터, 기상 측정 데이터, 배출 데이터 등에 대하여 2001년을 기준으로 데이터베이스를 구축하였다.

지형 데이터를 구축하기 위하여 행정도시 구역, 인구 정보, 항공, 항만, 철도, 도로망, 도시지역구분 등

에 대한 DB를 구축하였다. 그리고 대기질 관측 데이터를 구축하기 위하여 O_3 , CO, NO_2 , PM_{10} , SO_2 에 대한 관측정보를 DB로 구축하였다. 이때 대기질 관측소를 기준으로 각 관측소별 2001년 1월 1일 0시부터 2001년 12월 31일 24시까지의 데이터를 사용하였다.

기상측정 데이터 구축을 위해 80개소의 기상관측소에 대한 정보를 구축하고, 관측소 ID, 관측소명, 영문명, 위도, 경도, 설치 일자에 대한 데이터를 입력하였다. 기상자료는 관측지 이름, 년, 월, 일, 기온, 강수량, 적설량, 풍향, 풍속 등 총 320개의 항목에 대하여 DB로 구축하였다.

배출원 자료는 2001년 '대기오염물질 배출목록 시스템'에서 산정한 배출목록자료를 배출목록의 입력 자료 사용하였다. 이 시스템의 배출원 분류체계는 유럽 EEA의 CORINAIR분류체계를 근간으로 하고 미국 EPA의 체계를 참고하여 구성한 것으로 현재 환경부의 대기정책 지원시스템(CAPSS)에서 사용되고 있는 분류코드를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

웹기반 실시간 대기질 모니터링 시스템은 AERMOD와 CAMx의 대기질 모형을 이용하여 MM5의 기상 모델에 의해 실시간으로 현재의 대기질 상태를 나타내고, 예측이 가능한 시스템이다. 시스템은 (주) 바이오텍에서 기상자료, 배출원 자료, 대기 오염 관측자료, 영역 지도 등을 제공하고, 유럽(ESS)에서 모델링한 후 서버를 운영하고 있다. 그림 1(좌)은 웹기반 대기질 모니터링 시스템의 접속화면을 나타낸 것이다. 그림 1(좌)에서 "On Line Demo Development System"의 하이퍼텍스트 또는 옆의 아이콘을 누르면 그림 1(우)와 같이 시스템으로 연결된다. 그림 1(우)는 웹기반 실시간 대기질 모니터링 시스템의 메인 화면으로 우측에 위성사진을 배경으로 오염물질의 농도 분포를 나타내고 좌측의 상단에 선택메뉴와 단축아이콘으로 구성되어 있다.

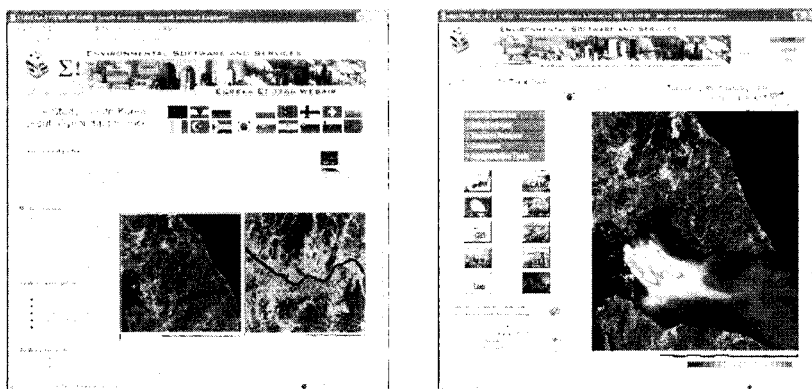


Fig. 1. 웹기반 대기질 모니터링 시스템 구축 화면.

웹기반 대기질 모니터링 시스템은 시간별 현재의 상태를 나타내는 오염물질과 일자별 예보가 가능한 오염물질로 구분되어 있다. NO_x 에 대해서는 AERMOD 모형과 CAMx 모형에 의해, 그리고 SO_2 에 대해서는 AERMOD 모형에 의해 현재 시간별 오염정도를 모델링하였으며, 일자별 예보를 위해서 MM5 모형에 의한 기상 상태, CAMx 모형에 의한 NO_x , PBM 모형에 의한 O_3 에 대해 모델링하였다.

따라서 본 기술개발 사업에서 사용된 EUREKA PROJECT E13266-EUROENVIRON WEBAIR System은 지역의 기상조건, 지형, 오염물질의 농도에 근거하여 실시간 통신 및 분석 보고가 가능하고 인터넷을 통하여 대기질의 정보를 제공함으로써 대기환경평가나 대기환경 기본계획 등의 정책 자료로서 활용할 수 있을 것으로 사료된다. 뿐만 아니라 EUREKA PROJECT E13266-EUROENVIRON WEBAIR System을 사용함으로써 OECD 국가 중 최하위를 기록하고 있는 수도권 일대의 대기질 관리를 효율적

으로 이루어지며 나아가 대기질 예측 경보시스템을 이용하여 예상되는 대기질의 오염에 대한 대비책도 마련하여 보다 쾌적한 대기질을 이룩하는데 있어서 효과적인 방법일 것이다.

참 고 문 헌

- 김동영 (2003) 수도권 대기질 모델링체계 구축방안, 경기개발연구원 연구보고서 2003-24, 수원.
- EPA (2008) http://www.epa.gov/ttn/scram/dispersion_prefrec.htm, AERMOD.
- Georg Grell, Jimy Dudhia, and David Stauffer (1995) A description of the Fifth-Generation Penn Stat/NCAR Mesoscale Model(MM5), National Center for Atmospheric Research, <http://www.mmm.ucar.edu/mm5/mm5-home.html>.