

GIS를 활용한 대기오염분포도 작성에 관한 연구 Study of the Air Quality Mapping Using GIS

최병길¹⁾, Byoung-Gil Choi · 라영우²⁾, Young-Woo Ra

¹⁾ 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수, Professor, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Univ. of Incheon.

²⁾ 인천대학교 토목환경시스템공학과 박사과정, Graduate Student, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Univ. of Incheon.

SYNOPSIS : GIS technique was applied to the analysis of ambient air quality information. For this study, the air quality information was imported with the geographical information in Capital Area. This study well proves that GIS technique has a great deal of potential to analyze those air quality information, to produce useful information, and to ease the efforts for air quality improvement. Concerning about the data interpolation, the discrepancy caused by applying different method was ignorable, although Kriging method is further developed.

Key Words : GIS, Interpolation, Air Quality.

1. 서론

현재 대기오염현황의 분석방법으로는 Oracle, MSSQL등과 같은 데이터베이스 관리시스템이 활용되고 있다. 최근 컴퓨터 기술의 발달과 시민들의 환경의식 고취로 인해 지역의 지형적 특성과 같은 공간정보와 오염농도 등의 속성정보를 시각화하고 공간분석 가능한 지리정보시스템 (Geographic Information System : GIS)의 활용성이 부각되고 있다. 본 연구는 GIS 기법을 활용한 대기오염분포도 작성 및 분석을 연구하는데 그 목적이 있다.

환경부에서는 1989년부터 해마다 CO, NO₂, SO₂, PM₁₀, O₃ 등에 대해 지역별로 배출량을 발표하고 있다. 그러나 오염물질조사와 더불어 GIS와 같은 공간 분석 tool을 이용한 대기오염 현황의 공간분석 및 확산 모델링 등 과학적인 대기질 평가 방안, 대기오염저감대책연구등 대기보전정책수립지원시스템은 아직 부족한 실정이다.

2. GIS에 의한 대기오염분포도 작성

2.1 대기오염자료의 수집 및 분석

환경부 및 지방자치단체에서는 대기오염 실태를 파악하고 대기질 개선대책 수립에 필요한 기초자료를 확보하기 위해 총 8개 종류의 측정망(지역대기, 도로변, 산성 강하물, 국가배경, 지역배경, 중금속, 시정거리 및 지구대기 측정망)을 설치·운영하고 있다. 2002년 8월 기준 전국 68개 시·군에 총 279개소의 측정소가 설치되어 있다. 인천광역시에서는 1997년 7월에 오염 우려지역에 대하여 측정기기를 설치하고

각 측정망을 LAN으로 연결하여 환경자동감시정보센터(Telemetry Monitoring System : TMS)를 운영하고 있다. 전산화된 환경정보가 오염물질 배출상태를 감시하고 시민들의 건강증진과 환경보전 참여의식 고취, 환경정책수립에 필요한 기초자료 제공, 총량규제, 배출부과금, 합리적인 지도단속, 환경영향평가 등의 환경문제 해결에 활용하고 있다.

전국에 분포되어 있는 측정소에서 측정목적에 따라 측정된 결과들은 측정소를 관할하는 환경관리청으로 보내지며, 환경관리청은 동 자료에 대한 1차 검색을 실시한 후 환경부내에 설치된 주전산기로 전송한다. 환경부 주전산기에 저장된 자료들은 통계처리를 위하여 국립환경연구원의 전산시스템으로 다시 전송되어 데이터베이스의 형태로 저장된다. 신뢰성 제고를 위하여 통계처리시 대상기간 중 75%이상의 측정자료가 확보된 경우에만 유효한 통계자료를 산출하는 방법을 2001년 1월부터 적용하고 있다.

본 연구에서는 인천지역을 중심으로한 수도권지역의 68개 측정망중 측정소간의 거리가 멀고 데이터의 신뢰도가 만족하는 58개 측정소에서 2001년 여름철에 해당하는 8월의 O₃에 대한 오염측정자료를 수집하고 분석하였다.

2.2 공간데이터베이스 구축

GIS는 정보시스템의 일종으로 자료로부터 정보를 이끌어내는 도구이다. 정보시스템을 이용하여 정보를 획득하기 위해서는 일반적으로 자료수집, 자료처리, 자료관리, 자료분석 및 정보출력 등 5가지의 기본과정을 거쳐야 한다. 광범위한 관점에서 이들 기능은 본래의 자료원에서 최종적으로 지도나 다른 형태의 결과로 자료의 흐름을 설명하는 논리적인 일련의 작업으로 보여질 수 있다. 전체 자료의 흐름은 확실히 길고 복잡하다. 데이터취득, 관리, 통합과 같은 처리과정상의 초기단계는 특히 시간적으로 소모가 크다. 전형적으로 이들 자료구축에 전체 소요 시간의 70%이상 소모되며, 특정 어플리케이션을 위해 GIS의 개발과 구성에 요구되어지는 중요한 자료원이다. 그러나 일단 자료가 GIS내에 합쳐지면, 낮은 비용으로 광범위한 공간분석을 수행하는 것이 가능해진다.

수집된 대기오염 측정자료는 통계적 처리과정^{3,4)}을 거친후에 공간데이터베이스로 입력하게 되는데 공간데이터베이스의 입력은 크게 공간자료의 입력과 속성자료의 입력으로 나뉜다.

2.2.1 공간정보 입력

공간정보에는 기본도와 측정소 위치정보가 있으며 기본도로는 국립지리원에서 발행하는 1/25,000 수치지도에서 구군경계도를 추출하였다. 측정소 위치정보는 환경부에서 제공하는 TM좌표값을 이용하여 데이터베이스구축과정을 거쳐 테이블형태로 저장하였다. 입력된 공간정보는 위치와 형상에 관한 관계구조를 부여한 후에 몇 가지 수정과정을 거쳐 본 연구에서 분석을 위한 공간데이터베이스로서 구축하였다. 다음 그림 1은 TM좌표값을 ArcGIS상의 공간정보로 표시하고 있는 상태와 공간 기준좌표계를 설정하고 있는 화면을 나타내고 있다.

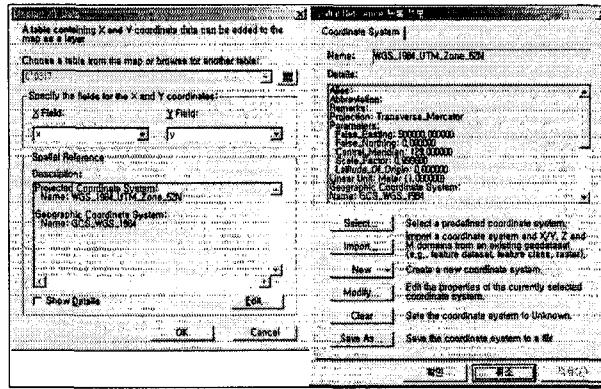


그림 1. TM좌표의 공간데이터 표시

2.2.2 속성자료 입력

속성자료의 입력은 이미 구축된 공간자료에 속성값들을 추가하는 과정으로서 MS사의 Excel에 일괄의 속성자료를 입력하고 이를 동사의 Access에서 MDB 형식의 데이터베이스 파일로 변환하고 변환된 MDB 형식의 파일은 ArcGIS에 속성데이터 형식으로 입력하였다. 측정자료의 경우 대상지역의 오염농도 측정값들을 측정소별로 입력하였다. 속성데이터 구축시에는 공간자료와의 연관성을 유지해주기 위해서 각 측정소별로 ID를 부여하였다. 다음 그림 2는 측정소별 오염자료를 MS사의 Excel에 일괄적으로 입력한 화면을 나타내고 있다.

그림 2. 측정소별 오염측정자료 입력

그림 3은 ArcGIS에 속성데이터를 추가하고 있는 화면을 나타내고 있다.

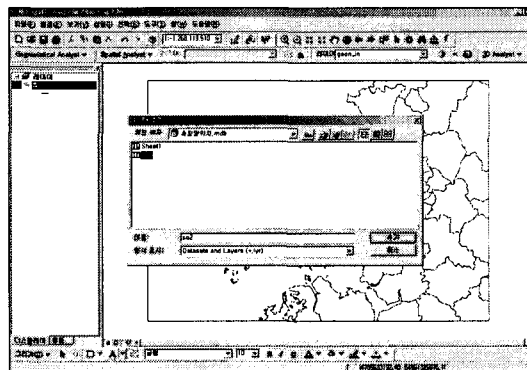


그림 3. 속성데이터 추가

2.3 공간추정

대기오염물질의 분포현황등을 비롯한 연속면의 특성을 가진 환경인자의 공간 분포를 도면화하기 위해서는 몇몇의 한정된 지점에서 측정된 점관측자료에 의존하여 전 지역의 분포를 추정하게 된다. 특히 대기오염에 관한 자료는 전형적으로 점 측정치의 형태이며, 대기오염의 경우 영구적으로 설치된 일련의 측정소나 특정 연구를 위해 설치된 일시적 측정소에서 자료가 얻어진다.

다양한 대기환경분야에서 적용될 수 있는 공간보간기법중 최적의 방법은 현재 많은 비교연구에서도 명확하게 제시되지 않았으며 단지 표본밀도와 분포를 고려하여 현상내의 잠재적인 공간변수의 성질을 포함하는 인자의 수에 기인한다. 그리고 최소의 인자수를 결정하는 문제 역시 아직까지는 간단히 정의 내릴 수 없는 부분으로 남아있다.^{1,5,6)}

여러 가지 보간법중에는 Bilinear 보간법, Cubic convolution 기법, 거리반비평균법(Inverse distance weighting; IDW), 그리고, 크리깅(Kriging) 보간법 등이 있는데, 그중 대기환경분야에서 일반적으로 사용되는 기법은 IDW법과 Kriging보간법이 있다.^{2,5,7,10,11)}

3. 오염분포도 작성 및 분석

본 연구에서는 2001년 8월 인천지역을 포함한 수도권지역의 총 68개 자동오염측정소에 대한 대기오염 측정 자료중 O₃의 월평균 측정값중 통계적 처리과정을 거쳐 58개 측정소의 자료를 사용하였다.^{8,9,12)} 또한 IDW기법과 Kriging기법을 이용하여 오염현황에 대한 대기오염분포도를 작성하였다.

경계조건으로는 둘레는 약 255.452 km이며 면적은 4078.49 km² 이는 인천지역을 중심으로 서울과 경기도 지역을 포함하는 범위를 나타내고 있다.

다음 그림 4와 그림 5는 공간추정기법중 IDW기법을 이용한 대상지역의 2001년 8월 O₃의 오염분포도와 보간후 자료의 분류를 나타내고 있다. 검색반경내 포인트수는 12개이며 검색반경은 무한대로 하여 대상지역내 모든 점들을 검색이 가능하게 설정하고 출력대상의 셀 크기는 200 m로 설정하였다.



그림 4. IDW기법에 의한 대기오염분포도

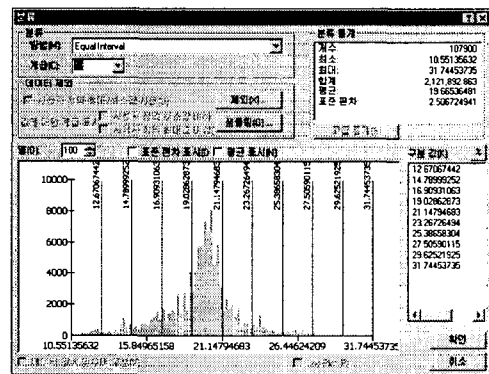


그림 5. IDW 보간 자료 분류

다음 그림 6과 그림 7은 공간추정기법중 Kriging 방법을 이용하여 대상지역의 2001년 8월 O₃의 오염 분포도와 보간후 자료의 분류를 나타내고 있다. 일반적인 Semivariogram 모델로는 Exponential 모델을 사용하였으며 검색반경내 포인트 개수는 12개로 설정하고 출력대상의 셀크기는 200m로 설정하였다.

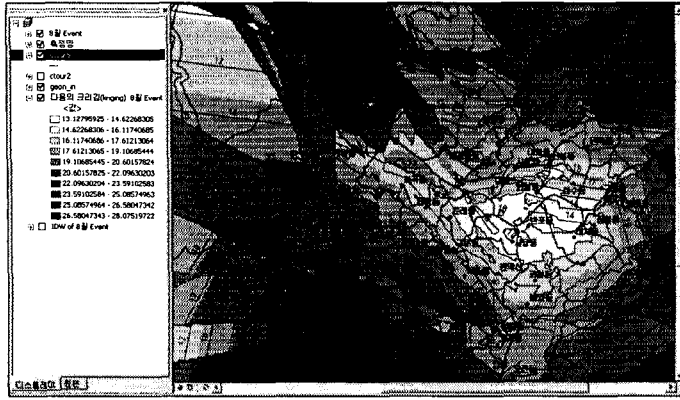


그림 6. Kriging 기법에 의한 대기오염분포도

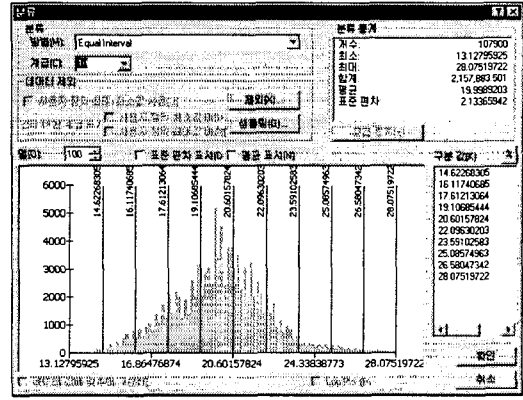


그림 7. Kriging 보간 자료 분류

대상지역에 대한 200×200의 셀의 개수는 107,900개이며 IDW기법에 의한 전지역의 오염평균값은 19.66 ppb, 표준편차는 2.51 ppb 이며 Kriging 기법에 의한 전지역의 오염평균값은 19.99 ppb, 표준편차는 2.13 ppb 이다.

4. 결론

GIS기법을 활용한 대기오염현황의 공간분석을 위해 대기오염측정망 58개소의 측정항목중 2001년 8월의 O₃에 대한 월평균값을 사용하여 공간데이터베이스로 구축하고 Kriging기법과 IDW기법의 공간추정기법을 이용하여 대기오염분포도를 작성하였다.

대기오염원의 공간추정 기법중 일반적으로 널리 이용되고 있는 크리깅(Kriging) 기법과 거리반비례평균법(IDW)을 적용하고 통계분석한 결과 Kriging기법이 정확도면에서 IDW기법에 비해 좀더 정밀하지만 소규모의 간헐적인 등고선군이 형성되었다. 측정소간의 거리가 먼 대기오염측정망의 경우 정확도 면에 있어서 두 방법 중 어느 방법을 사용하여도 큰 차이가 없으며 IDW기법의 경우 Kriging기법보다 평균성이 우수하고 연산시간이 빠름을 알 수 있었다.

대기오염분포도는 대기오염상태에 대한 시간적이고 공간적인 추세자료로 제공하여 대기환경영향평가, 사전환경성검토사업 및 총량대기질 규제등 정책 수립시 합리적이고 과학적인 의사결정 수단으로 활용이 가능 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 인천환경기술개발센터 연구개발사업(과제번호2002-2-40-42)의 지원으로 수행되었던 성과의 일부로 연구비를 지원해주신 인천환경기술개발센터에 감사 드립니다.

참고문헌

1. 김선태, 민병훈 (1996), GIS와 IC를 이용한 NO_x의 배출량 산정과 농도 측정, 1996년도 대한환경공학회 추계학술연구발표회 논문초록집.
2. 김용운 (1999), GIS 환경에서 Kriging 보간법을 이용한 이동 오염원 배출량 산정에 관한 연구, 전북대학교 환경대학원, 석사학위논문
3. 박성현 외 2인 (2002), 통계학개론, 한국방송대학출판부.
4. 배영주 (2001), 현대통계학의 이해와 응용, 교우사.
5. 윤성원 (1997), GIS와 Interpolation기법의 대기환경분야 적용에 관한 연구, 한양대학교 환경대학원 석사학위 논문.

6. 최진무 (1998), GIS를 이용한 대기오염 배출량 분포도의 정확도 향상에 관한 연구, 서울대학교 대학원 석사학위 논문
7. Cressie, N. A. (1991), Statistics for Spatial Data. John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 900.
8. ESRI (2001), ArcGIS Geostatistical Analyst : Statistical Tools for Data Exploration, Modeling and Advanced Surface Generation.
9. ESRI (2001), Using ArcMap.
10. Isaaks, E. H. and Srivastava, R. M. (1989), An Introduction to Applied Geostatistics. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 409.
11. Phillip I. (2002), An Introduction to Geostatistics, <http://citeseer.nj.nec.com>
12. Puliafito E., Guevara M., C. Puliafito (2002), Characterization of Urban Air Quality Using GIS as a Management System. Elsevier Environ.