

대기확산모델을 이용한 도로주변의 대기질 평가에 관한 연구

A Study on the Air Quality Assessment near Road using Air Dispersion Model

도연지 · 김신도

서울시립대학교 환경공학과

1. 서론

교통은 도시나 지역의 공간을 연결시켜 주는 기능을 갖고 있어, 사람들의 행동반경을 증대시켜주는 도시의 중요한 기능 중의 하나이다. 그러나 근래에 들어 도시인구의 급격한 증가 및 도시규모의 확대에 따라 교통수요는 폭발적으로 증가함으로써, 도시 자체의 도로시설 공급만으로는 늘어나는 수요를 감당할 수 없을 정도가 되어 교통문제는 날이 갈수록 악화되고 있는 실정이다.

교통문제의 해결과 원활한 교통소통을 위해 서울시에서는 2개의 순환도로(내부순환도로, 외부순환도로)를 비롯한 도시고속화도로 건설을 계획하고 일부 건설중에 있다. 그러나 이와같은 도시고속화도로의 건설에 따라 예상되는 각종 부정적인 영향에 대해서는 구체적으로 분석이 이루어지지 않아 환경적인 측면에서 적지않은 문제점이 예상되고 있다. 고속화도로의 경우 차량의 속도가 빠를 뿐 아니라 교통량도 많기 때문에 사전에 예상되는 문제점을 파악하여 이에 대한 적절한 대책을 제시하여야 할 필요성이 있다.

본 연구에서는 현재 서울시에서 건설 완료 후 이용되고 있는 동부도시고속화도로의 일부 구간에 대해서 기존의 대기확산모델(HIWAY-2)을 적용하여 확산의 형태를 파악하였다. 또한 실측을 통하여 얻은 자료와 비교하여 기존 모델의 적용성을 검토하여 미래에 건설되는 도로의 영향을 파악하는데 기본적인 방법을 제시하고자 하였다.

2. 측정 및 조사

2.1 조사방법

측정대상 도로로는 서울시 내에 건설되어 있는 도시고속화도로인 동부간선도로로 하였으며, 도로는 3차선으로 도로폭은 약 10.5 m 정도이며, 차량의 이동방향은 남쪽 성수대교에서 북쪽으로는 상계동 방향으로 향하는 일방향 도로이다. 도로에서 발생되는 오염물질이 이동하여 가는 정도를 알기 위해 오염물질이 발생되고 있는 도로에서부터 일정 간격을 두고 6개 지점에 대해 측정을 실시하였다. 측정일시는 1995. 1. 18 - 1. 19이다. 모델의 수행을 위한 측정대상 오염물질은 일산화탄소(CO)로 하였다. 기상측정항목으로는 온도, 습도, 풍향, 풍속, 기압 등이다. 기상측정장치는 주변의 지형이나 나무 등의 영향을 최소화할 수 있는 지점을 선정하여 지상 4 m 정도의 높이에 설치하여 측정을 실시하였다. 교통량은 Vedio Camera를 도로변에 설치하고 연속적으로 녹화한 후, 통과 차량을 계수하는 방식으로 하였다.

2.2 측정결과

교통량 변화 추이를 보면 퇴근 시간에 비교적 교통량이 많으며, 이 중 대부분을 승용차와 택시가 차지하고 있었다. 또한 이 시간대의 차속이 비교적 늦게 나타나 오염물질의 배출량이 많을 것으로 생각된다. 겨울철에 측정하였기 때문에 기온은 측정기간중 지속하여 영하의 날씨를 나타내고 있어 기온이 오염물질의 확산에 음의 영향을 미칠 것으로 사료된다. 풍속은 저녁시간에는 비교적 높게 나타났지만 낮시간 동안에는 아주 낮게 나타나고 있었다. 따라서 풍속에 대한 영향을 모델에 비교적 용이하게 반영시킬 수 있을 것으로 생각된다. 풍향은 다양하게 나타나고 있어 풍향에 따른 영향의 파악에도 용이할 것으로 사료된다. 도로변에 비교적 근접하고 있는 지점인 1, 2, 3에서는 저녁의 퇴근시간대에 높은 농도를 보이다가 23:00시 이후로 점차 감소하는 추세이다. 또한 지점 1과 2는 같은 좌표이나 수직 높이가 다른 지점으로 아래쪽에 위치하고 있는 지점 1의 농도가 매시각 더 높게 나타났다.

3. 확산모델의 수행

3. 1 모델의 수행 조건

본 연구에서는 국립환경연구원의 자동차공해연구소에서 1989년 - 1991년에 걸쳐 실시한 도시지역 대기질 개선에 관한 연구 중 자동차 배출계수 산정에 관한 부분을 인용하였다. 본 연구에서는 기존의 연구 중 구분된 자동차 종류 중 교통량을 구분하기에 용이하도록 승용차, 택시, 소형버스, 대형버스, 소형트럭, 대형트럭 등 6종으로 구분하였으므로 이들에 대한 배출계수식만 인용하였다. 도로로 부터 영향권이 될 수 있는 수용점의 크기를 500 m × 500 m로 간주하여 수용면의 중앙에 도로가 위치하도록 하였으며, 이 때 도로의 기하학적 구조는 실제 조사가 이루어진 동부도시고속화도로의 조건을 입력하였다.

3. 2 모델 수행의 결과

모델을 수행한 후 출력된 시간별 결과 중 산측지점과 동일한 좌표에서의 농도만을 실측치와 상관분석을 하여 상관계수를 산출하였다. 지점 1에서는 0.39, 지점 2는 0.47, 지점 3은 0.01, 지점 4는 0.84, 지점 5는 0.77, 지점 6은 0.81로 산출되었다. 또한 본 연구에 이용된 기상 및 배출량 현황을 이용한 모델 수행의 결과를 시간의 경과에 따른 풍향방향에서의 농도분포로 파악해 보면 풍향이 북서계열에서 시계방향으로 움직여가면서 도로를 중심으로 고농도 영역이 내략 80 여m 까지는 진행되는 것으로 나타났다.

모델의 출력결과와 상관분석을 통하여 실제 농도는 예측치와 1시간 정도의 지연을 나타내는 것으로 파악되어 지연된 값과 실측치와의 상관분석을 행하였다. 상관분석의 결과 지점 1, 2, 3에서는 상관계수가 높은 값을 보이고 있어서 도로에서 가까운 지점에서는 교통에 의한 영향을 많이 받는 것으로 사료된다. 그러나 지점 4, 5, 6에서는 상관계수가 도로변에 비하여 상대적으로 낮으며 역상관의 관계를 나타내고 있는 것으로 보아 도로에 의한 영향보다는 다른 면이나 점오염원에 의한 영향이 더 큰 것으로 추정된다.

3. 3 모델의 응용

모델의 보정 및 평가 방법의 응용으로 기상 변동에 의한 연직고도별 농도분포를 알아보았다. 기상요소 중 풍향은 도로와 평행(0°), 직각(90°), 경사(45°)의 3방위, 풍속은 1, 2, 3, 4 m/s의 4단계, 안정도는 불안정(2등급), 중립(4등급), 안정(6등급)의 3단계, 혼합고는 500 m로 하였다. 기상 중 특히 풍향에 의해 풍향방향면에서의 농도 차이가 나타나는 것 뿐만아니라 연직고도별 농도 분포도 다르게 나타나는 것으로 보아 영향권의 결정에 있어서 수평 및 연직 방향 모두가 고려되어야 한다.

4. 결론

1. 모델의 수행 결과 수용점에서의 오염물질 농도는 오염물질의 이동 및 축적, 기상 변동에 의하여 과거에 배출된 오염물질이 지연되어서 현재의 농도를 나타낸 것으로 파악되었다. 본 연구의 배출상황과 기상상황에서는 약 1시간 정도의 지연현상을 나타냈다.

2. 선오염원으로 부터 배출된 오염물질의 확산은 대기가 안정한 상태에서 내략 풍하거리 100 여 m 까지의 영향권을 형성한다.

3. 풍향 및 풍속, 안정도 등 기상요소의 변동에 따라 연직고도별 오염물질의 농도가 다르게 나타나므로 확산 영역의 평가에 있어서 풍하거리 뿐만아니라 연직고도도 포함되어야 한다. 특히 우리나라와 같이 평지보다는 수위의 건물이나 지형의 제한이 있는 곳을 평가할 때는 수평 및 연직방향에 대한 철저한 평가가 요구된다.

참고문헌

1. 이종범, 김용국, Pasquill 안정도계급의 평가와 안정도 Parameter 추정방법의 개발, 한국대기보전학회지, 제6권 제2호, pp. 168-175, 1990
2. 국립환경연구원 자동차공해연구소, 도시지역 대기질 개선에 관한 연구(Ⅲ) - 이동배출원의 오염물질 배출부하량 산정을 중심으로, 1991
3. Rao S.T., Sistia G., Keenan M.T., Wilson J.S., An Evaluation of Commonly Used Highway Dispersion Models, JAPCA, Vol.30, No.3, pp. 239-246, 1980