

## 자동차에 의한 대기오염물질이 고속도로 주변지역에 미치는 영향에 관한 연구

### A Study on the Effect of Air Pollutant from Vehicle Emission Near the Highway

박성균, 김신도, 김종호\*

서울시립대학교 환경공학과, \*한서대학교 환경공학과

#### 1. 서론

최근 대도시의 대기오염에 있어서 자동차에 의한 선오염원이 차지하는 비중이 상대적으로 크게 증가하고 있으며, 이 선오염원에 의한 오염도 평가시 대상지역의 오염원이 독립적이기 보다는 복합적인 현상이기에 선오염원에 의한 영향만을 별도로 실측하기가 어려운 실정이다. 그러므로 선오염원에 의한 오염도 분석에는 모델의 이용이 필수적이라 할 수 있다. 그러나, 이러한 모델은 현실적 제약과 여러 가지 가정 상태에서 복잡한 현상을 단순화한 것이기 때문에 실제의 대기오염관리에 적용하는데 있어서 문제점과 한계를 가지고 있는 것도 사실이다. 이에 대기확산모델을 현실에 적용하기 위해서는 현실 상황에 맞게 모델을 검증하고 보정하는 것이 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 고속도로 주변에서의 대기오염의 정도를 파악하고, 선오염원을 대상으로 기존에 개발된 예측모델의 예측치와 실측치와의 비교 평가를 바탕으로 자동차에 의한 대기오염물질이 주변 지역으로의 확산 형태 및 영향을 정량적으로 예측할 수 있는 기법을 개발하고자 하였다.

#### 2. 연구 방법

실제 고속도로 주변의 지형, 고속도로 및 교통 조건에서 연구 목적에 맞는 고속도로를 선정하고, 고속도로 주변에서의 대기오염정도를 파악하기 위하여 대표적인 자동차 오염물질인 NO<sub>2</sub> 농도 및 기상인자를 실측하였다. 이 현장조사의 실측치를 바탕으로 선오염원 대상으로 개발된 CALINE3를 이용한 예측치와의 비교 평가를 통하여 본 모델을 사용할 때의 문제점을 파악하고, 모델을 수정한 후 자동차에 의한 오염물질이 주변 지역으로의 확산 형태를 파악하고자 하였다.

#### 3. 현장조사

##### 3.1. 고속도로 선정 및 측정

선정 대상 고속도로는 경부고속도로 안성-천안간 일부 구간으로 주변에는 논밭만으로 되어있는 지점을 선정 하였으며, 측정위치는 경기도 안성군 공도면의 불당리와 용정리의 고속도로를 중심으로 양방향으로 뻗어있는 농로를 따라 도로변에서 200m 떨어진 지점까지로 하였다. 측정 일시는 1997. 8. 23, 13:00~8. 25, 12:00 [1차], 1997. 9. 22, 13:00~9. 24, 12:00 [2차]으로 2회 측정하였다. 측정대상 대기오염물질은 NO<sub>2</sub>로 하였으며, 오염원인 고속도로로부터 일정 거리별로 양방향 각각 8개 지점(5m 높이)에서, NO<sub>2</sub> Passive sampler(Filter Badge NO<sub>2</sub>, ADVANTEC TOYO, JAPAN)를 각 지점에서 3개씩 설치하여, 약 48 시간 정도 노출시킨 후 실험실에서 분석하였다. 또한, 기상인자는 Weather monitor II(Davis Co., USA)를 이용하여 풍향, 풍속, 온도, 습도 등을 동시에 측정하였다.

##### 3.2. 측정결과 및 고찰

고속도로변에서 일정 거리별 NO<sub>2</sub>의 2일 평균농도는 <Table 1.>과 같다. 1차 측정결과는 도로를 기준으로 동쪽에 도로변에서 30m까지 NO<sub>2</sub> 농도가 약 30ppb 이상 이었는데, 이때 주풍 방향은 서풍과 남남서풍이 우세하였으며, 평균 풍속은 약 0.7%로 풍하측은 동쪽으로 나타났다. 2차 측정결과는 서쪽에 도로변에서 100m까지 NO<sub>2</sub> 농도가 약 30ppb 이상 이었는데, 이때 주풍 방향은 북풍과 동풍이 우세하였으며, 평균 풍속은 약 1.0%로 풍하측은 서쪽으로 나타났다.

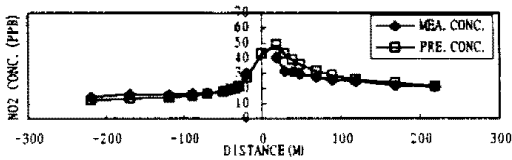
<Table 1.> NO<sub>2</sub> Concentration from Vehicle Near the Highway

| Sampling Site                                      |          | Horizontal Distance(m) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|----------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|  |          | 0                      | 10   | 20   | 30   | 50   | 70   | 100  | 150  | 200  |
| First Measured NO <sub>2</sub> Concentration(ppb)  | Eastward | 40.7                   | 31.8 | 31.3 | 29.7 | 27.6 | 25.8 | 24.8 | 23.7 | 21.5 |
|  | Westward | 30.0                   | 20.7 | 19.6 | 18.7 | 17.3 | 17.1 | 16.4 | 16.7 | 14.8 |
| Second Measured NO <sub>2</sub> Concentration(ppb) | Eastward | 16.3                   | 10.0 | 9.9  | 9.3  | 8.8  | 8.7  | 8.9  | 8.7  | 8.4  |
|  | Westward | 43.9                   | 39.7 | 36.9 | 35.2 | 32.9 | 31.0 | 29.0 | 26.9 | 24.9 |

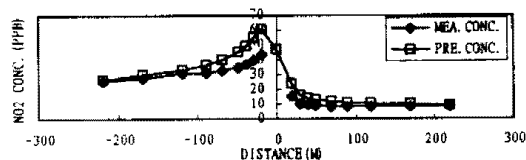
#### 4. 모델의 수행 및 보정

##### 4.1. 실측치와 예측치의 비교

선정한 CALINE3 모델에 측정기간 동안의 시간대별 교통량에 따른 NO<sub>2</sub> 배출량, 실제 기상자료와 기타 지형조건 등을 입력한 후 실측한 지점과 동일 지점에서의 48시간 평균농도와 비교는 <Fig. 1.>과 <Fig. 2.>와 같으며, 1차의 경우 예측치가 도로변에 가까운 풍하측에서, 2차의 경우 풍상 및 풍하측에서 실제보다 상당히 과대평가 되고 있음을 알 수 있다. 따라서, 본 모델을 이용하여 도로변에서 인접한 도시규모지역에서의 예측시에는 적절한 보정이 필요한 것으로 판단된다.



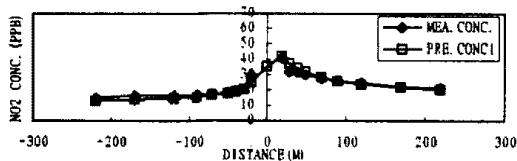
<Fig. 1.> Comparison Measured Conc. VS. Predicted Conc.(1st)



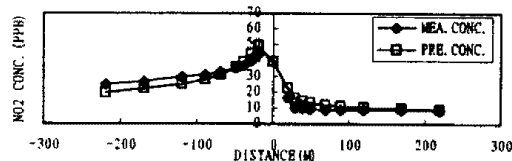
<Fig. 2.> Comparison Measured Conc. VS. Predicted Conc.(2nd)

##### 4.2. 모델의 보정 및 고찰

선정한 CALINE3는 가우시안 확산식에 근거하여 풍하측의 오염농도를 계산하고, 농도는 풍속에 선형적으로 반비례함을 가정하고 있는데, 이는 상대적으로 고풍속인 경우에 유효하지만, 풍속이 0%에 가까운 경우에는 약간의 문제점을 안고 있다. 저풍속인 경우에 대해서는 기타의 다른 모델에서도 도로변에서 가까운 지역에서의 평가에 대한 문제점을 지적하고 있으며, 측정당시의 평균 풍속이 각각 0.7%, 1.0%이었음을 고려하여 저풍속에 대한 보정이 필요하고, 또한 도로와 인접한 지역에서의 평가는 교통 흐름에 의한 주행 난류에 대한 기상변화의 고려가 불충분하다고 판단된다. 따라서, 측정치를 바탕으로 자연상태의 풍속을 그대로 이용하지 않고 가상풍속( $U_f = U + 0.25 \text{EXP}(-0.22 \times U)$ )을 구하여 계산함으로써 도로변에서 예측치와 실측치와의 상관도(<Fig. 3.>, <Fig.4.>)를 높일 수 있었다.



<Fig. 3.> Comparison Measured Conc. VS. Predicted Conc. after Modification(1st)



<Fig. 4.> Comparison Measured Conc. VS. Predicted Conc. after Modification(2nd)

#### 5. 결론

자동차에 의한 대기오염물질이 고속도로 주변지역에 미치는 영향을 파악하기 위하여 오염원인 고속도로변에서 NO<sub>2</sub> 농도를 측정된 결과 주풍방향에 따라 풍하측의 오염도는 상당히 다른 형태를 나타내었다. 또한, CALINE3의 예측치와 실측치를 비교하였을 때 예측치가 도로변에 인접한 지역에서 과대평가되고 있음을 알 수 있었고, 따라서 측정치를 바탕으로 실제 풍속을 가상풍속으로 보정하였을 때, 고속도로와 인접한 지역에서 예측의 정확성을 높일 수 있었다.