

## BA11) 통과 교통량 자료를 이용한 자동차 대기오염물질 배출량 산정

### Vehicle Emission Calculation by Using Traffic Volume

박성규 · 김신도 · 윤중섭<sup>1)</sup> · 황의현<sup>2)</sup>

서울시립대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>서울시보건환경연구원, <sup>2)</sup>경도대학 건설환경시스템과

#### 1. 서 론

서울지역의 자동차에 대한 정확한 대기오염 기여도의 확인 없이 대기오염의 약 85%를 자동차가 차지하는 것으로 추정하여 광화학 스모그(고농도 오존농도) 유발 등이 자동차의 기여로 간주하고 있다. 따라서, 서울의 대기오염의 주원인으로 간주하고 있는 선오염원에 대한 자료 구축의 체계가 조속히 확립되어야 할 필요성이 대두되고 있다.

이 선오염원의 배출량을 산정 하는 방법으로 차종별 평균주행거리(VKT; Vehicle Kilometer Travelled)를 이용하는 방법은 현실적으로 사용할 수 있는 평균화된 개념을 도입하여 전체적인 배출량을 추정한 다음 지역현황에 따라 배분하는 방법이다. VKT 방법은 광역단체 단위의 차종별 평균주행거리(VKT)를 산정 한 후 해당 지역의 자동차 등록 대수를 고려하여 해당 지역별로 할당하고, 배출계수를 적용하여 산정 하는 방법으로 현재 환경부에서는 이 방법을 통하여 자동차 배출 대기오염물질량을 산정하여 발표하고 있다. 그러나 이 VKT 방법은 자동차의 배출계수가 차량의 종류와 사용기간, 특히 주행 속도에 매우 민감하여 일률적으로 적용할 경우 큰 오차를 가져올 수 있다는 문제점이 있다. 또한, 도시 지역에 산재해 있는 도로구간의 교통량에 대한 정보를 정확히 반영하기 어렵고, 각 도로구간의 주행 속도를 고려하기가 어렵다. 따라서 이 방법은 해당 지역의 실제 도로에서 발생하는 대기오염물질 배출량을 정확하게 산정하기 어려우며, 고농도 오존과 같은 광화학 오염현상을 규명하기 위한 시·공간적인 해상도가 낮을 수 있지만, 도시 전체지역의 배출량 산정 시에는 매우 경제적이며, 간편한 방법이다.

또한, 통과 교통량 자료를 이용하는 방법으로 대상도로의 통과대수와 통과속도를 고려한 배출계수를 적용하여 배출량을 산정 하는 방법이다. 이 방법을 적용하기 위해서는 정확한 교통정보의 수집이 가능해야 한다. 현재 국내에서 실시간으로 통과 교통량 자료가 수집되는 곳은 한국도로공사의 각 요금소 교통량과 서울의 경우 강남구 지역의 첨단교통신호시스템, 여의도-잠실구간에 운영되고 있는 올림픽대로 교통관리시스템 등에서 교통량과 차량속도 등의 자료가 수집되어 주로 원활한 교통소통을 주목적으로 한 교통정보를 제공하기 위하여 설치·이용되고 있다(이영인, 1998). 그러나, 아직 실시간 통과 교통량 자료는 일부 지역에서 수집되고 있으며, 일반인이 쉽게 자료를 공유하기 어려운 점이 많다. 앞으로는 서울시 등 대도시를 중심으로 지능형 교통체계(ITS; Intelligent Transport System)를 도입하여 교통체계의 효율성과 안전성을 제고하기 위하여 기존의 교통체계에 전자/정보/통신/제어 등의 첨단기술을 접목시킨 차세대 교통체계로 전환을 추진하고 있는 단계이다(박영주 등, 1999). 따라서, 각 기관별 교통관련 자료 수집의 활용체계 구축과 첨단교통시스템과의 연계를 통한 교통량 자료를 이용하여 차량대수와 주행 속도 자료를 수집하여 대기환경분야로 활용 할 수 있는 자료수집 형태의 제시와 이의 활용에 대한 많은 연구가 필요한 실정이다. 기타 선오염원 배출량을 산정 하는 방법으로는 연료판매량 자료를 이용하는 방법, 각 도로구간의 교통량을 추정하여 산정 하는 방법 등이 있다.

따라서, 본 연구에서는 자동차에 의해 배출되는 대기오염물질의 배출량을 정확히 산정하고 시간 해상도를 높이기 위해 서울시 강남구지역에 설치되어있는 첨단교통신호시스템의 시간대별 통과 교통량과 통과속도를 이용하여 시간대별 자동차 배출량을 산정하고, 기존의 VKT 방법으로 산정한 결과를 비교하고, 각각의 장·단점을 파악하고자 하였다. 또한, 각 기관별 교통관련 자료 수집의 활용 방안의 모색을 통하여 대기질 개선을 위한 자동차의 기여도 산정과 관리대책의 기본 자료로 활용하고자 하였다.

#### 2. 연구 방법

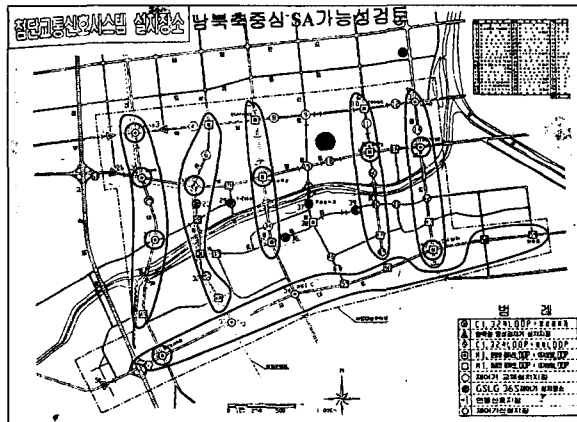
본 연구에서는 기존의 자동차 대기오염물질 배출량 산정시 이용하는 VKT 방법과 강남구 일대의 첨

단교통제어시스템(강남대로-영동대로, 역삼로-양재대로)의 교통량에 따른 자동신호시스템에서 수집되는 교통량 자료 중 통과 교통량과 통과속도 자료를 이용해서 각각의 방법에 따른 배출량을 산정/비교하였다. 기존의 VKT 방법은 식(1)과 같이 계산하였는데, 강남구 전체의 차종별 등록대수를 파악하여, 강남구 전체의 배출량을 산정한 후, 해당지역의 배출량으로 나누어 넣기 위하여 강남구 전체의 도로넓이(도로길이×도로 폭) 중의 대상지역의 도로넓이를 배분하여 계산하였다. 1999년의 강남구 자동차 등록대수는 서울시 통계연보(서울특별시, 1999) 자료를 이용하였으며, 차종별 혼입율은 서울시 교통센서스 및 데이터 베이스 구축-코든·스크린라인 교통량조사(서울특별시, 1997) 자료를 활용하였다. 차종별 배출계수 및 일일주행거리는 대기오염물질배출량'97(환경부, 1998) 자료를 이용하였다.

$$Q_{VKTi}(\text{kg/day}) = F_i(\text{대}) \times \text{VKT}(\text{km/hr. day. 대}) \times \text{EF}(\text{g/km}) \times 10^{-3}(\text{kg/g}) \times \frac{\text{대상 도로넓이}}{\text{강남구 도로넓이}} \dots \dots \dots (1)$$

그리고, 통과 교통량과 통과속도를 이용한 산정에서는 서울지방경찰청 첨단교통신호시스템의 1999년 6월 9일의 시간대별 통과 교통량과 통과속도 자료를 분리하여 시간대별 평균주행속도에 따른 배출계수와 각 도로의 길이를 고려하여 식(2)와 같이 계산하였다.

$$Q_{VOLI} = V_{OLI}(\text{대/hr}) \times \text{EF}(\text{g/km. 대}) \times \text{도로길이}(\text{km}) \times 10^{-3}(\text{kg/g}) \dots \dots \dots (2)$$



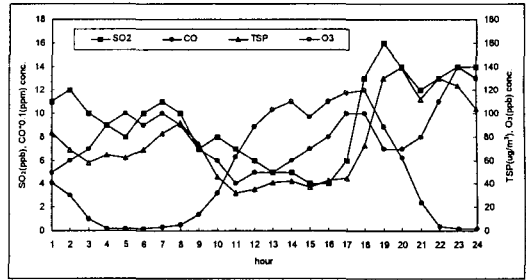
<Fig. 1> 첨단교통신호시스템(영동대로-강남대로, 역삼로-양재대로)

### 3. 결과 및 고찰

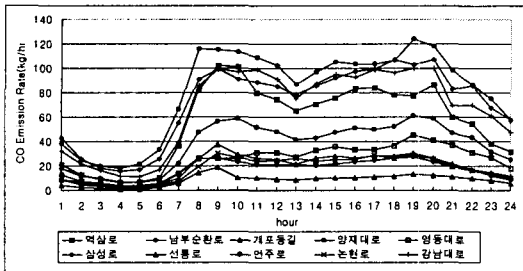
기존의 VKT 방법에 의한 대상지역의 CO 일배출량을 산정한 결과 약 22,428 kg/day로 산정 되었으며, 통과 교통량과 통과속도를 고려한 방법은 약 9,646 kg/day로 산정되어 약 2.3 배의 차이를 나타내었다. 이는 VKT 방법에서는 연중 어느 특정일과 특정지역의 하루 중 주행속도 변화에 대한 고려를 하지 못하는 점, 서울의 평균 주행속도 21.19 km(서울특별시, 1999)에 대한 차종별 주행거리를 일괄적으로 적용하는 점, 자동차 등록대수와 그 지역의 통행량의 차이 등에 기인한다고 판단된다. 이에 비해 각 시간대별로 통과 교통량과 통과속도를 각 도로별로 적용한 결과는 시간적인 해상도를 높여 하루 중 배출량의 일변화 경향을 파악할 수 있고, 공간적인 해상도를 높일 수 있다.

<Fig. 2>는 대상 지역에 위치한 대치1동의 대기오염측정망 자료의 대기오염도의 일변화를 나타낸 것으로 SO<sub>2</sub>, CO, TSP는 07 시경의 교통량이 증가하기 시작하는 출근 시간대와 19 시경의 퇴근 시간대에 높은 오염도를 나타내는 것으로 교통량에 따른 대기오염도의 영향을 반영한다고 판단된다. <Fig. 3>은 대상 도로에서의 자동차에 의한 대기오염물질 배출량의 하루 중 변화를 나타내는 것으로 배출량은 자동차 통행량이 증가하는 07 시를 시작으로 급격히 증가하여 야간 시간대에 감소함을 알 수 있다. 따라서, 이 통과 교통량과 통과속도 자료를 활용한다면 대상도로의 시간대별 배출특성 파악과 교차로에 의한 오염물질 배출 특성 등을 파악하는데 유용하다고 생각한다. <Fig. 4>는 각 도로별로 산정된 통과 교통량과 통과속도를 고려한 대상지역의 시간대별 CO 배출량과 VKT 방법으로 산정한 대상지역의 CO 일배

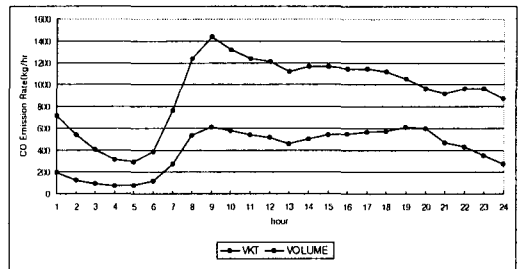
출량 약 22,428 kg/day을 서울지방경찰청의 '98년도 교통량 조사자료에서 정리된 시간대별 교통량 비율을 이용하여 시간대별로 배분하여 하루중 일변화로 나타내었다. 두 방법에 의한 배출량의 일변화 경향은 절대적인 배출량의 차이는 있지만 변화 양상은 아주 유사하게 나타나고 있다. 이는 대상지역의 평균적인 배출특성은 유사하게 나타날 수 있지만, 각 도로별 특성을 나타내기 위해서는 통과 교통량 자료를 활용할 수 있다면 시·공간적인 배출량 해상도를 높여서 교통량에 의한 배출 특성 파악에 유리하다고 판단된다.



<Fig. 2> 대상지역 내의 대치1동 대기오염자동측정의 대기오염도 변화



<Fig. 3> 통과 교통량과 통과 속도를 고려한 대상도로별 대기오염물질 배출량 변동 특성



<Fig. 4> 하루 중 VKT 방법과 통행량에 의한 대상지역의 대기오염물질 배출량 변동 특성

### 참 고 문 헌

박영주, 김호중, 장석철, 안병하 (1999) 차량위치파악을 위한 위성항법/개인이동통신/인터넷의 통합시스템 구현 및 분석, 대한교통학회지 제17권 제3호, 7~20  
 서울특별시 (1997), 서울시 교통센서스 및 데이터 베이스 구축(코든·스크린라인 교통량조사)  
 서울특별시 (1999), 1999년도 정기속도조사자료  
 서울특별시 (1999), 서울통계연보(제39회)  
 서울지방경찰청 (1999), '98 서울시 교통량 조사자료  
 이영인 (1998), 교통정보 종합처리센터 구축방향 연구, 서울시립대학교 도시과학연구원 도시과학논총 제 24권, 105~123  
 장영기, 김동영, 조규탁 (1995), 먼 및 이동오염원 조사방법 개발 및 지침서 작성에 관한 연구, 환경부  
 환경부 (1998), 대기오염물질배출량('97)