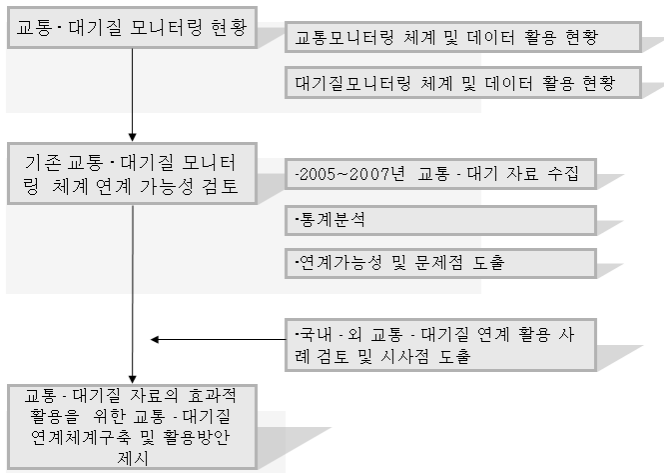


I. 연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적

- 교통관련 대기정책들의 효과는 대기오염 농도 뿐만 아니라 교통관련 인자들의 모니터링 및 이의 체계적인 분석을 통해서만 평가할 수 있음. 현재, 서울시에서는 대기오염도 및 교통흐름을 모니터링하기 위한 체계가 각기 개별적인 목적을 가지고 구축되어 활용되고 있으나, 두 모니터링시스템을 연계한 활용은 이루어지지 않고 있는 상황임.
- 이 연구에서는 서울시에서 각기 개별적으로 구축되어 수집되고 있는 대기 및 교통 모니터링자료들의 현황을 파악하고, 기존의 두 데이터 수집체계를 연계하여 활용할 수 있는지를 대기오염물질과 교통량과의 상관 분석을 통해 검토하고자 함. 또한 국내외에서 교통·대기질 데이터를 연계하여 활용한 사례를 수집하여 시사점을 도출하고, 교통·대기질 데이터를 효과적으로 연계하여 활용하기 위한 교통·대기 모니터링 데이터 연계 방안을 제시하고자 함.

2. 연구의 체계



<그림 1> 연구 체계도

II. 주요 연구결과

1. 서울시 교통 및 대기질 모니터링 체계 현황

- 서울시에서 시행중인 교통 모니터링은 기관별로 독립적으로 구축되어 있고, 모두 독자적으로 자료수집, 자료가공, 정보제공 등의 기능을 수행함.
- 이 중 서울시내의 주요도로와 주요간선도로의 교통량, 속도, 점유율, 통행 시간 등의 데이터를 상시적으로 수집하는 서울 지방경찰청의 교통 모니터링 체계가 기존의 대기측정망 체계와 연계하기에 가장 효율적인 것으로 판단됨.
- 서울시에서 운영 중인 대기 모니터링 체계 중 상시적으로 기준성 대기오염물질을 모니터링하는 측정망은 도시대기측정망 27개소, 도로변측정망 7개소로 도시 지역의 평균 대기질 및 자동차 통행이 많은 도로변의 대기질을 감시하기 위해 운영됨.

2. 교통-대기질 데이터 상관분석

1) 분석방법

- 기존 교통-대기질 모니터링 시스템의 연계 가능성을 검토하기 위해, 34개 대기측정소와 118개 교통조사지점간의 이격거리를 계산하였음. 이 중 대기측정소를 기준으로 반경 1km내에 교통측정지점이 있는 측정소만을 선별함.
- 교통과 대기오염도와의 상관관계 분석을 위해 대기오염물질 중 이동오염원과 연관성이 있는 것으로 조사되고 있는 CO(일산화탄소), NO(일산화질소), NO₂(이산화질소), PM10(미세먼지)을 선정하고, 2005년~2007년의 시간별 자료를 사용하여 대기오염물질과 교통량과의 상관관계를 분석함.
- 또한, 혼잡상황 때 교통량은 감소하나 오염물질 배출량은 증가하는 경향을 반영하여, 차량속도가 20km/h 이하일 경우의 자료들을 제외한 상관관계 분석도 실시함.
- 24시간 모든 시간별 자료를 이용하거나, 기상 및 기타 오염원의 영향이 적은 오전 6시~9시 사이의 자료만을 이용하여 분석함.
- 별도로, 가장 상관성이 높게 나타난 지점에 대해, 외부로부터 유입된 오염물질이 강우에 의해 일부 제거될 수 있을 것으로 판단되는 강우 다음날의 자료만을 추출하여 위와 동일한 상관분석을 실시함.

2) 분석결과

- 기존의 교통과 대기 모니터링체계가 각각 교통흐름과 대기질 상태를 관측할 개별적 목적으로 구축되어 있어서, 각 모니터링망의 측정지점이 동일 장소에 위치하여 운영되고 있는 사례는 없었음. 두 측정지점사이의 이격거리가 340m정도가 가장 근접한 경우임. 따라서, 기존의 두 모니터링의 자료 연계 분석은 측정지점의 불일치에서 발생할 수 있는 한계성을 내포하고 있음.

- 기존의 두 측정체계에서 수집된 자료를 분석한 결과, 소수의 지점 사이에서 NO와 NO₂가 교통량과 어느 정도 양의 상관성을 보인 반면, CO와 PM10은 교통량과의 상관성을 관찰하기가 어려움.
- NOx(질소산화물), CO, PM10이 차량배출과 관련이 있는 것으로 알려져 있음에도 불구하고 NOx에 대해서만 소수지점이지만 상관성을 관찰할 수 있었던 이유는, 교통과 대기측정 지점사이의 공간에 NOx의 주요 발생원이 관측시간대 주변지역의 자동차 운행이기 때문임. 반면, CO와 PM10의 경우 자동차외의 다양한 또는 주요한 다른 발생원이 두 측정지점 사이의 공간에 존재하여 나타나는 현상으로 추론됨.
- CO는 NOx와 PM10보다 물에 잘 녹지 않기 때문에 강우에 의한 제거가 적으며 대기 중의 다른 오염물질과의 반응도 미비하여 대기 중에 오랜 기간 머물 수 있으므로 공간적으로도 바람에 의한 장거리 이동이 가능함. 그러므로 관측시점 이전에 발생되어 제거되지 않고 남아있던 CO가 이동되어 관측농도에 크게 영향을 미친 것으로 판단됨.
- PM10은 관측된 PM10의 농도에 영향을 미치는 주요배출원이 자동차운행에 따른 연료연소 배출뿐만 아니라 도로나 건설현장의 비산먼지일 수도 있음.
- NO₂ 기준성 대기오염물질의 경우, 4곳의 대기-교통 지점(서소문동(도시대기)-칠폐길(교통), 동대문(도로변대기)-장충체육관(교통), 동대문(도로변대기)-장충단길(교통), 동대문(도로변대기)-성동여상(교통))에서 오전 6시~9시 사이의 NO₂오염도와 교통량의 변화경향을 조사하여 교통량변화에 따른 NO₂ 증감을 관찰하고 정책효과 및 개발에 간접적인 참고자료로는 활용할 수 있음. 하지만 PM10과 CO는 기존의 대기-교통 모니터링체계로는 교통과의 관련성을 관찰하기는 어려울 것으로 사료됨.
- 또한, 기존의 교통측정지점에서는 차종별, 연료별 교통자료가 세분화되어 조사되지 않기 때문에 연료전환, 저공해사업 등 차종별, 연료별로 시행되

는 자동차 저공해 사업에 따른 대기오염물질 저감효과 등의 세부적인 관찰에는 상당한 한계가 있음.

- 교통량과 대기오염물질 간의 상관분석을 통해 기존의 교통량과 대기오염 수집체계를 연계하여 활용할 수 있는지 검토한 결과를 종합하면, 두 데이터 수집체계가 당초 다른 목적을 가지고 설치되어 있어서 자동차관련 대기 개선 정책의 실행 효과를 기존의 대기-교통 측정소 자료만을 이용하여 관찰하고 효과적으로 활용하기에는 어려울 것으로 판단됨. 따라서 교통-대기질의 관계를 보다 효과적으로 관찰하기 위해서는 대기-교통 자료 연계를 목적으로 하는 계획적인 대기-교통 모니터링 체계를 구축할 필요가 있음.

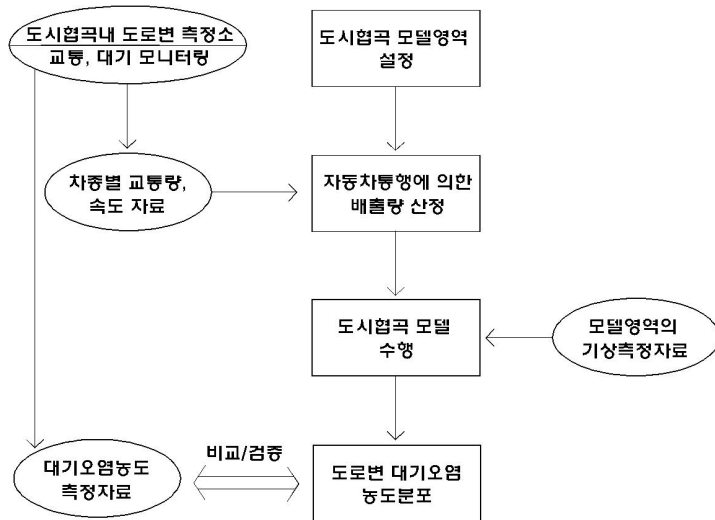
3. 교통-대기질 데이터 연계 활용 해외사례

1) 영국 런던

- 런던시는 2008년 2월 시행될 저배출지역(Low Emission Zone) 정책을 고려하면서, 대기와 교통이 같은 위치에서 모니터링될 필요성을 인지함.
- LEZ 정책의 도입에 앞서 2006년 기존의 도로변 대기모니터링 지점 중 혼잡한 도로와의 근접성 및 LEZ의 도입에 따른 주요 대기오염물질의 예측농도 변화 정도를 고려하여 대기오염도와 교통흐름까지 함께 모니터링할 수 있는 7개 지점(기존 도로변 대기측정소 6개 지점 + 신설 1개 지점)을 선정하여 강화된 모니터링망을 구성함.
- 7개 지점에 대해 모니터링한 대기 및 교통자료는 LEZ의 시행에 따른 교통과 지역 대기질과의 관계를 보다 효과적으로 규명하는 데에 중요한 기초자료로 사용될 예정임.

2) 스웨덴 스톡홀름

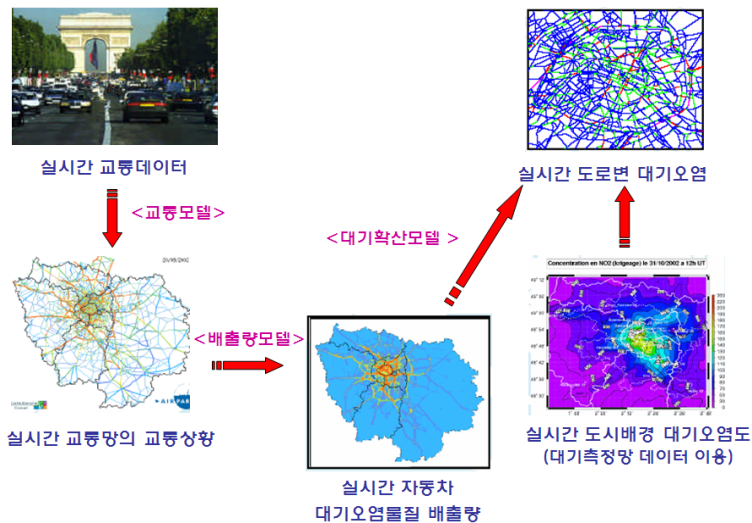
- 스웨덴 스톡홀름시는 일반 도시대기측정지점 외에 교통(교통량, 속도, 차종)과 대기를 함께 모니터링하고 데이터를 수집하는 2곳의 **Street-monitoring** 지점을 운영하고 있음.
- 스톡홀름시는 2006년 8월 혼잡통행료 징수제도를 도입하기 전 7개월 간의 시범기간을 거쳐, **Street-monitoring** 지점의 교통, 대기 모니터링 자료를 분석하여 환경적 영향평가를 실시함.
- 또한, **Street-monitoring** 지점의 교통-대기 모니터링 자료들은 도시협곡 모델의 정확성을 검증하기 위해 사용됨.



<그림 2> 도시협곡내 대기질 모델 적용 및 검증과정

3) EU의 HEAVEN 프로젝트

- HEAVEN(Healthier Environment through the Abatement of Vehicle Emission and Noise)은 EU(European Union)가 2000년~2002년에 실시한 프로젝트로, 로마, 파리, 베를린, 로테르담, 프라하, 레스터시가 시범도시로 참여함.
- 도시교통에서 야기되는 환경적 피해를 최소화하기 위한 해결책을 찾는 것에 목적을 두고, 교통모니터링 자료를 바탕으로 대기와 소음공해를 모형화하여 환경적 피해를 줄일 수 있는 실시간 교통수요관리 시스템을 만들 고자 함.



<그림 3> 파리 HEAVEN 프로젝트 사례

Ⅲ. 정책건의

1. 교통 및 대기 데이터의 효과적 연계 활용을 위한 단기적 방안

1) 이동측정차량 도입 확대를 통한 대기-교통 데이터 수집

- 서울시 보건환경연구원에서는 대기질 관측이나 대기오염 긴급상황 발생 시 신속한 대처를 위해 6대(2대는 교통량 측정까지 가능)의 이동측정차량을 확보하여 운영하고 있음. 그러나, 교통정책이 미치는 영향은 서울시 전역에 걸쳐 광범위하게 나타날 수 밖에 없으므로 현재 운영되고 있는 이동측정차량의 도입 확대가 필요함.
- 특히, 교통정보(차종별, 연료별, 교통량, 속도 등)까지 모니터링할 수 있는 장비를 이동차량에 추가 장착하여 해당 교통정책이 대기질개선에 직접적으로 미치는 영향을 파악할 필요가 있음.

2) 지구온난화현상을 고려한 온실가스 측정 추가

- 기존의 일반 대기 측정망체계에서는 전세계적 이슈인 온실가스에 대한 측정이 실시되지 않으므로, CO₂를 포함한 주요 온실가스를 측정하여 서울시의 대기 중 온실가스 농도의 상황을 파악할 필요가 있음.

2. 교통 및 대기 데이터의 효과적 연계 활용을 위한 중·장기적 방안

1) 교통-대기 모니터링 측정소 설립

- 런던이나 스톡홀름의 사례에서처럼 교통과 대기질을 함께 모니터링할 수 있는 도로변 측정소 도입 : 서울시에 위치한 기존의 도로변 대기측정소는 교통량의 모니터링이 어려운 교차지점에 있어 교통량 등 교통관련 정보들이 수집되지 않고 있으므로, 교통정보를 함께 모니터링할 수 있는 가로변으로 기존의 도로변 측정소를 이전하거나 가로변 측정소를 신설하는 것이 바람직함.

○ 측정소 설치 장소 선정 및 장비설치 공간확보를 위한 고려사항은 아래와 같음.

① 도로변 대기측정소 설치기준 강화 : 자동차배출 변화에 따른 대기질 변화와 자동차 배출성분의 위해성을 보다 효과적으로 관찰하기 위해서는 교통흐름정보가 필수적이므로 도로변 측정소의 가로변 설치가 우선적으로 추진되어야 함. 이에 따라, 교통량, 차종, 연료, 속도 등의 교통정보 측정이 필수항목으로 선정되도록 측정망 설치 기준의 수정이 필요함.

② 측정소 선정 : 관측 목적에 따라 측정소 설치 지점 선정

- 저배출지역이나 혼잡통행료 등의 교통수요관리정책 도입에 따른 효과 분석 : 정책이 적용되는 지역의 기존 교통측정지점 중 정책시행에 따른 영향을 예측하고(런던 LEZ 도입사례 참고) 통행량을 고려하여 우선순위를 정함. 해당 장소에 대기측정장비를 설치함.

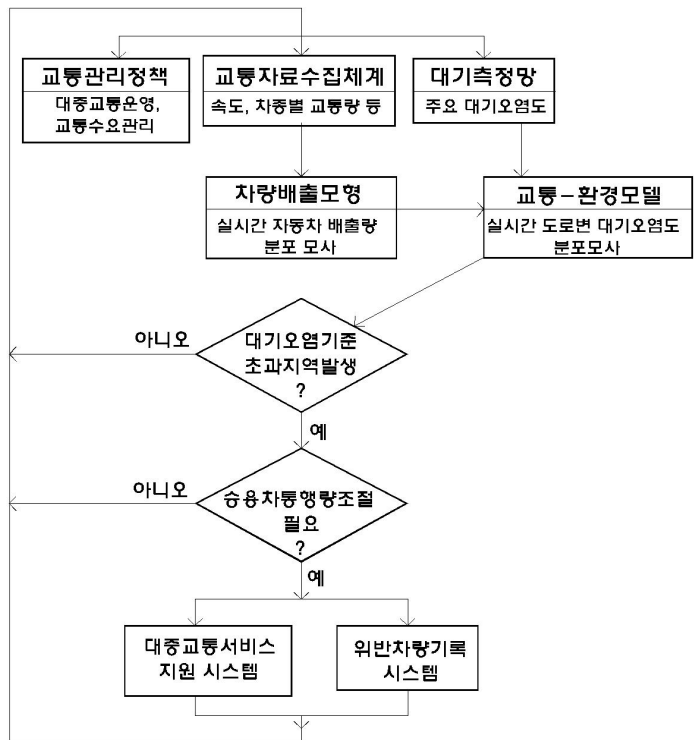
- 저공해사업에 따른 효과분석 : 기존 교통측정지점 중 저공해 사업 대상 차종의 통행량을 고려하여 우선순위를 정하고 해당 장소에 대기측정장비를 설치함. 예를 들면, 대형트럭이나 경유버스의 저공해사업 효과를 관찰하고자 할 경우 기존 교통측정지점 중 위 차종의 통행이 많은 장소를 우선적으로 고려함.

③ 측정소 설치관련 공간확보 문제 : 공간확보가 어려운 지점에서는 측정항목 중 중요항목만을 선별하여 측정장비를 최소화할 필요가 있음. 장기적으로는 국내의 사업체와 R&D 사업을 전개하여 측정장비의 소형화를 유도한다면 많은 지점에 측정망을 배치할 수 있음.

2) 교통-대기측정망을 연계하는 환경-교통 통합 모델 및 체제 구축

○ 현재 측정되고 있는 교통량 및 대기질 자료의 상관성 분석결과, 현재의 자료수집 체계로는 교통정책을 실시간으로 평가하고 이를 활용하여 세밀한 교통관리 정책을 실현하는 데는 한계가 존재할 것으로 판단됨. 따라서,

중장기적으로는 교통-대기 통합관리 체계를 실현할 수 있는 방안을 마련해야 함. 이를 위해서는 단순한 자료의 수집체계 뿐만 아니라 교통상황과 대기질이라는 두 변수를 연계시킬 수 있는 시스템 즉, 교통-대기 시물레이션 모델을 도입하여 대기질 수준에 따라 적절한 교통관리가 즉각적으로 실시될 수 있는 체계를 구성할 필요가 있음.



<그림 4> 통합 교통-대기 관리 체제를 이용한 교통-대기 관리 흐름도