

교통 조건에 따른 도로변 대기오염 특성 분석 연구

이주형*, 전해준*, 신성균*, 송민영*

*서울기술연구원 기후환경연구실

e-mail: jhlee@sit.re.kr

Influence of Traffic Condition on Roadside Air Pollution

Joohyoung Lee*, Haejoon Chun*, Sung-Kyun Shin*, Min Young Song*,

*Dept. of Climate & Environmental Research, Seoul Institute of Technology

요 약

차량에서 배출되는 대기오염물질의 확산과 대기오염에 대한 이해를 위해 도로변 환경에서 교통 조건(교통량, 교통속도)가 차량 원인 대기오염 특성에 미치는 영향을 분석하였다. 다양한 사례를 통해 교통량과 교통속도의 변화는 도로 이동오염원의 농도 변화를 일으킬 수 있으며 이러한 결과는 환경개선 목적의 교통정책 수립에 근거로 활용될 수 있다.

1. 서론

UN 경제사회국(DESA)에 따르면 2050년 전 세계 인구가 90억 명에 육박할 것이며, 이 중 2/3 이상이 도시에 거주할 것으로 예측했다. 급격한 도시화는 도심 환경에 대한 포괄적인 분석과 지속가능한 계획/관리의 필요성을 불러일으키고 있다. 다양한 도시문제 가운데서 차량에서 배출되는 대기오염물질의 확산과 오염은 그 유해성과 시급성에서 매우 중요하게 다뤄져야 하는 문제이다. 도심 환경의 바람과 분산 특징에 대한 자세한 예측은 도시에 거주하는 시민들의 건강 악영향을 완화하기 위한 필수 정보를 제공할 수 있다. 하지만 도심 유동(Urban flow)의 복잡하고 불균질한 특성으로 인해 높은 정확도를 가지고 도심 대기질을 분석/예측하는 것은 매우 어려운 일이다. 이러한 이유로 본 연구에서는 도로변 환경에서 교통 조건(교통량, 교통속도)에 따른 차량 원인 대기오염 특성을 분석하고자 한다.

2. 본론

2.1 교통량

도심지 대기오염은 차량에서 배출되는 대기오염물질 정도

에 따라 결정되며 교통량은 오염정도에 큰 영향을 미친다. 도로 환경변화로 인한 교통량의 극적인 변화는 도로변 대기오염을 개선/악화시킬 수 있다. [그림 1]과 같이 고속도로가 36시간 동안 폐쇄되는 동안 해당 구간의 미세먼지와 블랙카본 등 차량 발생 대기오염물질의 감소를 확인할 수 있었다. 이러한 효과는 해당 도로구간의 국지적인 저감 효과에 그치지 않고 지역 전체의 평균 초미세먼지 농도가 18-36% 감소하는 효과로 이어졌다.

차량이 주행하는 과정에서 주위로 난류유동을 발생시켜 오염물질의 확산을 유도하는데 교통량에 따라 확산정도 또한 변화가 나타난다. 교통량이 적은 경우 단일 차량에 의해 유도되는 유동 구조 간의 간섭이 발생하지 않지만 교통량이 증가하여 유동 구조 간의 간섭이 발생하는 경우 복잡한 유동 구조를 가지게 되는데 이러한 교통에 의해 형성되는 난류량은 차량의 특성(차종, 거리간격, 속도) 등의 변수로 표현된다.



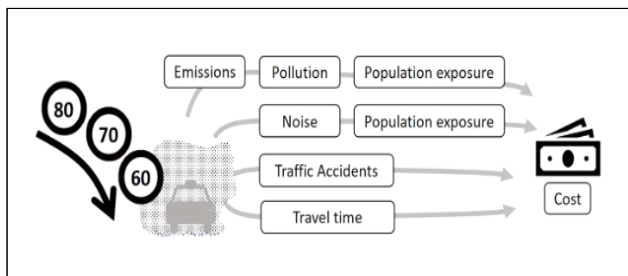
[그림 1] 도로 폐쇄에 의한 교통량 변화[1]

2.2 교통속도

차량속도는 오염물질의 확산과 밀접한 연관을 가지고 있다. 앞서 언급했듯이 차량이 주행하는 동안 차량 후류에서 유동구조가 발생하는데 유동구조의 특징과 형성과정은 차량속도에 의존한다. 다중 차선에서 다중 차량의 구조는 복잡한 유동구조를 형성하는데 두 차량이 근접하게 일렬로 배치한 경우 유동 간 상호작용과 병합이 나타난다[2].

교통속도는 타이어 및 노면 마모에 의한 분진 발생량에 영향을 미친다. 도로의 마모 입자 및 부유 배출물의 농도 정량화를 위해 개발된 NORTRIP 모델에서는 타이어 및 노면의 마모에 의한 분진 발생량과 교통속도를 선형관계로 나타내었다[3].

노르웨이 오슬로 市에서는 미세먼지 등 차량 발생 오염물질 관련 위해성 저감을 위한 조치로 환경 속도제한(Environmental Speed Limit, ESL)을 시행하였으며 6-12%의 미세먼지 농도 저감 효과를 확인하였다[4]. 이를 통해 연구진은 시민의 건강, 기후, 교통사고 발생과 같은 민간 및 사회적 비용변화를 모델링한 결과, 엄격한 속도제한 준수를 통해 사회적 비용의 감소를 달성할 것으로 예측했다.



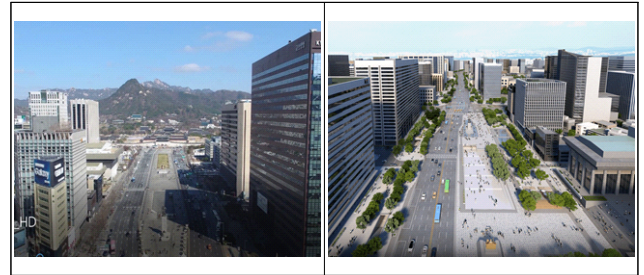
[그림 2] 공사에 의한 교통량 변화[4]

3. 향후 계획

위의 교통 조건에 따른 도로변 대기오염 특성 분석한 내용을 바탕으로 서울시에서 추진 중인 광화문 재구조화 사업[그림 3]이 주변 대기질에 미치는 영향을 분석할 계획이다. 광화문광장 재구조화 사업을 통한 교통환경 변화는 아래와 같다.

- 광장 서측도로(세종문화회관 측)
 - 광장에 편입해 보행도로 확장
 - 시민 활동과 일상 담는 공원 조성
- 광장 동측도로(주한 미대사관 측)
 - 양방향 통행이 가능한 7-9차로로 확장

광장 재구조화 이후 대기질 집중관측을 시행하여 주변 대기질 농도 및 성분 분석을 실시할 예정이다. 이를 통해 교통환경 변화가 대기질에 미치는 영향을 규명할 것이며 이러한 결과는 도심 대기질의 특성을 파악하는 데 활용할 것이다. 나아가 대기질 개선을 위한 교통 정책의 효과를 정량화하고 관련 정책의 타당성을 검토하는 데 도움이 될 것으로 기대된다.



[그림 3] 광화문광장 재구조화 계획(전/후)

사사

본 연구는 서울기술연구원 과제(2022-AE-001, 교통량 변화에 따른 대기오염물질 배출량 변화 및 특성 분석)의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

참고문헌

- [1] Quiros, D. C., Zhang, Q., Choi, W., He, M., Paulson, S. E., Winer, A. M., ... & Zhu, Y. "Air quality impacts of a scheduled 36-h closure of a major highway", *Atmospheric Environment*, 67, 404-414, 2013.
- [2] McAuliffe, B., Sowmianarayanan, B., & Barber, H. "Near-to-Far Wake Characteristics of Road Vehicles Part 1: Influence of Ground Motion and Vehicle Shape", *SAE International Journal of Advances and Current Practices in Mobility*, 3, 2025-2045, 2021.
- [3] Denby, B. R. "NORTRIP emission model user guide", NILU TR. 2012.
- [4] Lopez-Aparicio, S., Grythe, H., Thorne, R. J., & Vogt, M., "Costs and benefits of implementing an Environmental Speed Limit in a Nordic city", *Science of the Total Environment*, 720, 137577, 2020.