

# O/D 데이터를 활용한 녹색교통지역 및 서울시 자동차 운행제한 확대 연구

## A Study on the Expansion of Low Emission Zone in Green Transport Zone and Seoul Metropolitan Government Using Origin-Destination Traffic Volume

정재은\* · 손의영\*\*

\* 주저자 : 서울시립대학교 교통공학과 박사수료

\*\* 교신저자 : 서울시립대학교 교통공학과 교수

Jae Eun Jeong\* · Eui Young Shon\*\*

\* Dept. of Transportation Eng., Univ. of Seoul

\*\* Dept. of Transportation Eng., Univ. of Seoul

† Corresponding author : Eui Young Shon, eyshon@uos.ac.kr

Vol.19 No.3(2020)

June, 2020

pp.90~99

pISSN 1738-0774

eISSN 2384-1729

<https://doi.org/10.12815/kits.2020.19.3.90>

2020.19.3.90

### 요약

전 세계적으로 대기환경 개선을 위해 대기오염물질 배출이 많은 차량의 진입을 제한하는 “공해차량 운행제한지역(LEZ : Low Emission Zone)” 제도 시행이 확산되고 있다. 국내에서도 2012년부터 서울시 전 지역과 일부 수도권 지역을 대상으로 노후경유차 운행제한을 시행하고 있으며, 특히 2019년 12월부터는 서울 도심인 한양도성 녹색교통지역에 진입하는 자동차 배출가스 5등급 차량의 운행을 제한하고 있다. 이에 본 연구에서는 녹색교통지역 자동차 운행제한 운영현황을 살펴보고, 기·종점통행량(O/D) 자료와 지역별 자동차 배출가스 등급별 자료를 활용하여 추후 운행제한 대상차량 확대시 등급별 교통량을 추정해 보고자 한다. 또한 서울시 25개 자치구에 진입하는 배출가스 등급별 교통량을 추정하여, 추후 자동차 운행제한 대상지역 추가 확대시 효과가 클 것으로 예상되는 대상지역(안)을 제안해 보고자 한다.

핵심어 : 녹색교통지역, 자동차 운행제한, 자동차 배출가스 등급, 5등급, O/D

### ABSTRACT

The “Low Emission Zone” (LEZ) system restricts entry of vehicles with high air pollutants into city centers. Implementation of the system improves air environment around the world. Since 2012, operating restrictions have been applied to all of Seoul’s metropolitan areas and some other metropolitan areas in the state. Beginning in December 2019, entry of 5th class vehicles to the central green transport zone of Seoul has been restricted. In this study we examine the status of operational restrictions in this zone, and predict the amount of traffic reduction expected when numbers of target vehicles are expanded in the future, we use data for each vehicle’s emission grade: by region and ‘Origin-Destination Traffic Volume’. After estimating the amount of traffic entering Seoul’s 25 autonomous districts, by emission class, we propose a target region that may have a significant effect if target areas for automobile operation restrictions expand in the future.

Key words : Green transport zone, Low Emission Zone, Emission gas level, Grade 5, O/D

Received 27 April 2020

Revised 6 May 2020

Accepted 2 June 2020

© 2020. The Korea Institute of Intelligent Transport Systems. All rights reserved.

## I. 서론

전 세계적으로 대기오염 증가에 따른 문제를 개선하고자 대기오염물질 배출이 많은 차량을 대상으로 도심 내 특정지역에 대한 진입을 제한하는 “공해차량 운행제한지역(LEZ : Low Emission Zone)” 제도가 확산되고 있다. 국내에서도 2012년부터 서울시 일부 지역을 시작으로 2005년 이전에 제작된 총중량 2.5톤 이상 경유차의 운행제한을 시행하고 있으며, 2017년부터는 서울시 전역, 인천 및 경기도 등으로 운행제한을 확대하고 있다. 또한 2019년 12월부터는 기존 노후 경유차 운행제한보다 제한 대상 및 방법이 강화된 “녹색교통지역 자동차 운행제한”이 시행되어, 녹색교통지역의 모든 진입도로에 진입하는 경유 및 휘발유 등 자동차 배출가스 5등급 차량의 진입을 제한하고 있다. 이에 운행제한 단속대상인 자동차 배출가스 5등급 차량의 감소와 노후 차량의 매연저감장치 부착 등 저공해화 조치건수가 증가하고 있으나, 서울시 전체 면적의 약 3%에 해당하는 특정 지역에만 한정되어 있고 실제 단속대상 차량 수가 적어 예상보다 큰 효과를 거두지는 못하고 있는 실정이다. 최근 LEZ 제도를 기시행하고 있는 런던 등 해외도시의 경우 운행제한 효과를 높이기 위해, 점차적으로 대상지역을 확대하고 차량 기준을 강화하고 있다. 또한 기존 국내 연구에서도 운행제한 대상지역은 소규모 특정 도심만 운영하기 보다는 수도권 전역으로 확대할 경우 대기질 개선효과가 클 것이나, 시·도간 정책 협의 및 예산 확보를 위해 장시간이 소요되고 이해당사자의 다수 발생으로 정책 시행이 어려울 것임을 언급하였다. 다만 지자체별로 주요 도심지역을 대상으로 운행제한을 할 경우에는 각 지자체별 역할이 커 사업지역 범위와 구체적인 운영 방법이 명확하여 운영 효율성이 커질 수 있다는 장점을 제시하였다. 이에 본 연구에서는 서울시를 중심으로 수도권 여객 기·종점통행량(O/D) 자료와 지역별 자동차 배출가스 등급별 등록대수 통계자료를 분석하여, 추후 수도권 전역의 운행제한 확대에 앞서 서울시 내의 자동차 운행제한 대상지역 추가 확대시 효과가 클 것으로 예상되는 대상지역(안)을 제안해 보고자 한다.

## II. 선행연구 및 국내외 사례 검토

### 1. 선행연구 검토

국내 공해차량 운행제한지역(LEZ) 제도와 관련한 선행연구는 2012년 수도권 노후 경유차 운행제한 시행 전에는 운행제한 대상지역 및 차량 선정 등 운영 방법에 따른 효과를 분석한 연구가 대부분이었다. Kim(2008)는 차량운행제한 대상지역을 수도권 대기관리지역 전체, 서울시 전역, 경기도내 주요 도심지역을 다수 지정하는 방안 등 대상지역에 따라 대기질 개선효과를 예측한 결과, 수도권 대기관리지역 전체를 노후경유차량 운행제한지역으로 시행시 가장 큰 효과가 발생할 것으로 예측하였다. 다만, 서울 및 경기지역에 위치한 대단위 물류시설을 이용하는 대형 화물 경유차량이 운행제한 대상이 되어 경제적으로 매우 큰 영향을 미치며, 서울·경기·인천 등 3개 지자체가 모두 포함되어 정책시행에 어려움이 클 것으로 예상하였다. Choi(2009)는 수도권 이 대기질 개선을 위한 환경지역 운영을 위한 대상지역 및 대상차량 선정 등을 검토하였는데, 소규모 특정도심만 운영할 경우 단기적으로는 효과가 발생할 수 있겠으나 단속대상 차량이 해당 지역을 우회함으로써 타 지역은 오히려 배출물질이 증가될 수 있어 수도권 전체로는 대기질 개선효과가 미미할 것으로 예상하였다.

또한 2012년 수도권 노후 경유차 운행제한 시행이후에는 현행 제도의 문제점을 파악하고 개선방안을 제시하는 등 정책 실효성을 제고하기 위한 연구가 주로 진행되었다. Kang(2015)는 수도권 노후 경유차 운행제한의 효과성을 높이기 위해서는 수도권 대기관리권역을 대상으로 비수도권 등록차량을 단속대상에 포함하


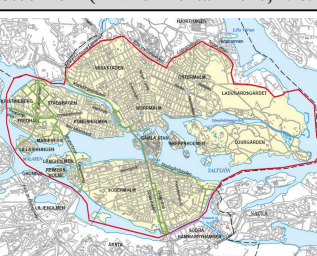
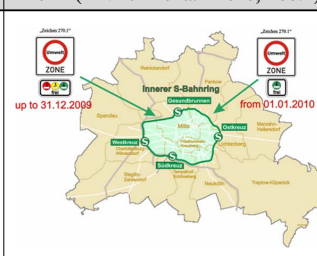
고, 단속시스템 설치 확대, 통행관리시스템 및 수도권 대기환경 관리체계 구축 등이 필요하다고 제안하였다. Hahn(2018)은 2019년 환경부의 자동차 배출가스 등급제 본격 시행에 앞서, 배출가스 5등급에 해당하는 차량을 녹색교통지역 및 서울시 전역으로 운행제한을 할 경우 대기오염 배출량을 추정하였다.

이와 같이 기존 연구에서는 대부분 운행제한 대상지역을 수도권 대기관리권역, 서울시 전체, 녹색교통진흥지역 등으로 한정하고 대상차량 선정에 따른 대기오염 배출량을 추정하였다. 그 결과 수도권 전 지역을 대상으로 하였을 경우 그 효과가 가장 클 것으로 예상되지만, 운행제한 대상차량이 많아 이해당사자에 대한 설득이 어렵고 수도권 3개 지자체의 긴밀한 업무 협조에 따른 공동 단속시스템 구축 등 예산 확보 문제의 어려움이 발생할 것이라고 예상하였다. 이에 각 지자체별로 시행효과가 클 것으로 예상되는 주요 도심지역을 대상으로 운행제한을 우선 추진하고, 대상지역을 점차적으로 확대하는 것이 정책 실행력을 높일 수 있을 것으로 판단된다. 이에 본 연구에서는 대상지역(안)을 미리 한정하여 정책 시행효과를 예측한 기존 연구와는 달리, 지역별 통행량 분석을 통해 효과가 클 것으로 예상되는 대상지역(안)을 제안해 보고자 한다.

## 2. 국내외 LEZ 운영 사례

세계 주요도시는 기후변화, 에너지 위기에 대한 우려와 이에 대한 대응방안 마련을 위하여 친환경 교통정책을 적극적으로 추진하고 있다. 특히 유럽 선진국에서는 도심지역의 대기오염물질 배출 증가를 억제하고 이와 더불어 도심 교통량 집중을 억제하기 위해 친환경적인 교통수요관리 정책의 일환으로, 대기오염이 심각한 지역에서 차량의 운행을 제한하는 LEZ(Low Emission Zone, 공해차량 운행제한지역) 제도를 시행하고 있다. 전 세계 최초로 1996년 스웨덴 스톡홀름에서 ‘Environmental Zone’을 운영하였고, 이를 시작으로 2017년 현재 유럽에서만 264개 도시에서 LEZ 제도를 시행중에 있다. 특히, 2008년 런던은 대권역인 Greater London 전 지역을 대상으로 LEZ 제도를 시행하였고, 도심지역인 Central London 지역은 LEZ 제도 이외에도 혼잡통행료 제도를 병행하여 시행하고 있다.

<Table 1> Comparison of Low Emissions Zone Cases in Foreign Countries

| Classification    | London(Low Emission Zone, '08.~)  | Stockholm(Environmental Zone, '96.~)  | Berlin(Environmental Zone, '08.~)  |
|-------------------|---|---|--|
| Low Emission Zone |  |  |  |
| Target            | • over 3.5 ton freight cars and buses   | • over 3.5 ton freight cars and buses   | • all diesel and gasoline cars   |
| Penalty           | • 500~1,000GBP(0.85~1.7million won)   | • 1,000SEK(2million won)  | • 80EUR(1million won)  |

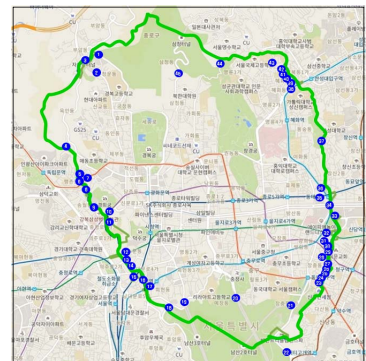
우리나라에서는 수도권 내 미세먼지를 저감하기 위해 「수도권 대기환경개선에 관한 특별법」을 근거로 ‘12년부터 서울 일부 지역에서 시행되던 노후 경유차(’05년 이전, 총 중량 2.5톤 이상) 운행제한 단속이 ‘17년부터 서울시 전역, 인천 및 경기도까지 확대되어 운영되고 있다. 위반차량 1차 적발시 경고, 2차 적발시 20만원 과태료를 징수하며, 누적 200만원까지 부과 가능하며 월 1회 부과하고 있다. 또한 ‘18.6월부터는 미세먼지 비상저감조치 발령시 서울시 전 지역을 대상으로 자동차 운행을 제한하는 “서울형 공해차량 운행제한”이 시행

되었는데, 자동차 배출가스 5등급 차량을 대상으로 오전 6시부터 오후 9시까지 제한하고 있으며 과태료는 1일 1회 10만원을 부과하고 있다.

특히, 전국 최초로 지정된 서울의 구도심인 한양도성 내부 녹색교통지역(16.7km<sup>2</sup>)을 대상으로, '19.12.1일부터 보다 강력한 자동차 운행제한이 시행되었다. 녹색교통지역 자동차 운행제한은 '19.6월 환경부에서 '자동차 배출가스 등급 산정방법에 관한 규정'에 따라 유종, 연식, 미세먼지와 질소산화물 등 오염물질의 배출 정도에 따라 분류한 5개의 자동차 배출가스 등급 중 최하위 등급인 5등급 차량을 대상으로 하고 있다. 자동차 배출가스 5등급 차량은 휘발유·가스 차량의 경우 '87년 이전 기준 적용 차종이며, 경유 차량의 경우 '02.7.1. 이전의 차종이 이에 해당한다. 녹색교통지역 자동차 운행제한은 매일 오전 6시부터 21시까지, 저공해 조치를 하지 않은 전국의 모든 5등급 차량이 진입할 경우 10만 원('20.2.12.까지는 25만원)을 부과되고 있다. 단속은 녹색교통지역 모든 진출입로(45개소)에 설치된 카메라를 통해 자동으로 이뤄지고 있으며, '19.10월까지는 저공해 조치를 신청한 차량과 저감장치 미개발 또는 장치 장착이 불가능한 차량에 대해서 제한적으로 단속을 유예하고 있다. '19.12월 자동차 배출가스 5등급 운행제한 시행 후, 5등급 차량은 시행 전 12,147대/일에서 시행 후 9,699대로 약 20%가 감소하였고, 실제 운행제한 단속대상인 5등급 차량 중 배출가스 저감장치(DPF) 미부착 차량은 5,966대에서 3,217대로 약 46% 감소하였다. 특히 시행 1개월 후 '20.1월에는 운행제한 단속대상인 저공해 미초치 5등급 차량의 단속대수는 일평균 140대 수준으로 나타났다.)

<Table 2> Low Emission Zone in Green Transport Zones

|                    |   |
|--------------------|---|
| Target             | All Vehicles of Emission Gas Grade 5 coming into Green Transport Zone   |
| Time/Period        | 06:00 to 21:00, 365days   |
| Restriction Method | Automatic license plate recognition   |
| Exception          | vehicles equipped with DPF(Diesel Particulate Filter), cars of the disabled and emergency vehicles  |
| Grace Period       | Vehicles applying for low-pollution measures by October 2019 : ~'20.6.30.<br>Vehicles for which DPF has not been developed or cannot be installed : ~'20.12.31. |
| Penalty            | 100,000 won per violation per day   |



<Fig. 1> Low Emission Zone

### Ⅲ. 녹색교통지역 및 자동차 운행제한 대상지역(안) 분석

#### 1. 분석방법

본 연구에서는 녹색교통지역에 진입하는 차량의 지역별 교통량 특성을 파악하고, 운행제한 단속대상인 배출가스 5등급 차량 외에 추후 녹색교통지역 운행제한 대상차량으로 포함될 가능성이 큰 배출가스 4등급) 차량의 교통량을 추정해 보고자 한다. 또한 서울시 25개 자치구를 목적지로 하는 자동차 배출가스 등급별 교통

1) 서울시 보도자료(2020.2.13.) 인용

2) 자동차 배출가스 4등급 차량은 휘발유·가스 차량의 경우 '88~'99년 기준 적용 차종, 경유 차량은 '06년 기준 적용 차종임(3등급 차량 : 휘발유·가스 차량 '00~'03년 기준 적용 차종, 경유 차량 '09.9월 이후 적용 차종)

량을 추정하여, 추후 한양도성 녹색교통지역 외 타 지역으로 자동차 운행제한 대상지역 확대시 효과가 클 것으로 예상되는 대상지역(안)을 제안하고자 한다.

이에 우선 2018년도 여객 기·종점통행량(O/D) 현행화 자료('17년 기준)를 바탕으로 녹색교통지역(총 15개 동)과 서울시 각 25개 자치구별로 진입하는 기종점별 승용차, 택시, 버스, 화물 등 도로이용 교통량을 추출하였다. 또한 서울시 25개 각 자치구의 총 자동차 등록대수와 자동차 배출가스 4, 5등급의 등록대수 데이터로 자치구별로 등급별 차량 비율을 산정하였고, 인천시 및 경기도는 시군별로 구분된 등급별 데이터 확보의 한계가 있어 환경부의 각 시도 배출가스 등급별 평균비율<sup>3)</sup>을 활용하여 분석하였다. 이를 바탕으로 식 1과 같이, 녹색교통지역 및 서울시 25개 각 자치구에 도착하는 자동차 배출가스 등급별 진입 교통량을 추정하였다.

$$X_{ijn} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m T_{ij} \times \frac{G_{in}}{C_i} \dots\dots\dots (1)$$

$X_{ijn}$  = 기점존 i에서 종점존 j로의 n등급 진입 교통량  
 $T_{ij}$  = 기점존 i에서 종점존 j로의 진입 교통량  
 $G_{in}$  = 기점존 i의 n등급 자동차 등록대수,  $C_i$  = 기점 i의 총 자동차 등록대수

## 2. 분석결과

서울시 25개 자치구별 자동차 배출가스 4, 5등급의 자동차 등록대수 통계분석 결과, <Table 3>과 같이 5등급 차량은 서울시 전체 자동차 등록대수의 약 6.14%, 4등급 차량은 약 7.61%를 차지하고 있었다. 각 구별 총 자동차 등록대수 중 5등급 차량의 비율을 살펴보면, 영등포구가 7.75%로 관내 자동차 등록대수 중 5등급 차량의 비율이 가장 높은 자치구로 분석되었다. 또한 4등급 차량의 보유 비율은 서울시 25개 자치구 중 용산구

<Table 3> Percentage of vehicles by class of distinct emissions

| Rank | Grade 5         |       | Grade 4         |       | Rank | Grade 5      |       | Grade 4      |       |
|------|-----------------|-------|-----------------|-------|------|--------------|-------|--------------|-------|
|      | Area            | Ratio | Area            | Ratio |      | Area         | Ratio | Area         | Ratio |
| 1    | Yeongdeungpo-gu | 7.75% | Yongsan-gu      | 9.29% | 14   | Seodaemun-gu | 6.13% | Seongbuk-gu  | 7.78% |
| 2    | Jungnang-gu     | 7.42% | Jongno-gu       | 9.04% | 15   | Gwangjin-gu  | 6.00% | Yangcheon-gu | 7.69% |
| 3    | Geumcheon-gu    | 7.41% | Dongdaemun-gu   | 8.79% | 16   | Seongbuk-gu  | 5.98% | Mapo-gu      | 7.60% |
| 4    | Jung-gu         | 7.40% | Geumcheon-gu    | 8.79% | 17   | Mapo-gu      | 5.94% | Seodaemun-gu | 7.57% |
| 5    | Gangbuk-gu      | 7.34% | Jung-gu         | 8.75% | 18   | Gangseo-gu   | 5.88% | Gangseo-gu   | 7.49% |
| 6    | Dongdaemun-gu   | 7.33% | Gangbuk-gu      | 8.67% | 19   | Yongsan-gu   | 5.83% | Gangdong-gu  | 7.41% |
| 7    | Guro-gu         | 6.99% | Jungnang-gu     | 8.53% | 20   | Nowon-gu     | 5.81% | Nowon-gu     | 7.39% |
| 8    | Gwanak-gu       | 6.94% | Dobong-gu       | 8.20% | 21   | Dongjak-gu   | 5.54% | Dongjak-gu   | 7.15% |
| 9    | Yangcheon-gu    | 6.68% | Gwanak-gu       | 8.20% | 22   | Secho-gu     | 5.39% | Songpa-gu    | 6.55% |
| 10   | Dobong-gu       | 6.64% | Guro-gu         | 8.09% | 23   | Songpa-gu    | 5.25% | Secho-gu     | 6.47% |
| 11   | Eunpyeong-gu    | 6.50% | Yeongdeungpo-gu | 8.09% | 24   | Gangnam-gu   | 4.48% | Gangnam-gu   | 6.38% |
| 12   | Jongno-gu       | 6.38% | Eunpyeong-gu    | 8.03% | 25   | Seongdong-gu | 4.39% | Seongdong-gu | 6.11% |
| 13   | Gangdong-gu     | 6.17% | Gwangjin-gu     | 7.81% |      | Average      | 6.14% | Average      | 7.61% |

3) 환경부 보도자료(2019.6.27.) : 인천시(4등급 6.4%, 5등급 7.2%), 경기도(4등급 8.3%, 5등급 8.9%)

가 9.29%로 가장 높고, 성동구는 4·5등급 차량의 보유비율이 25개 자치구 중 가장 낮은 것으로 분석되었다. 이에 배출가스 하위등급 차량의 등록대수가 많은 지역의 경우, 배출가스 하위등급 차량의 매연 저감장치 장착 및 조기 폐차 등 저공해 조치 지원 사업 등을 보다 적극적으로 추진할 필요가 있을 것으로 판단된다.

녹색교통지역(총 15개 동)에 진입하는 기점별 교통량을 추출하여, <Table 3>의 각 기점별 등급별 교통량 비율을 적용하여 녹색교통지역에 진입하는 자동차 배출가스 등급별 교통량을 추정하였다. 그 결과 <Table 4>와 같이 녹색교통지역에 진입하는 5등급 교통량은 23,567대로 전체 교통량 682,407대의 약 3.5%를 차지하고 있었다. 특히, 인천시 및 경기도 등 타 지역에서 진입하는 교통량은 총 교통량의 24.2%를 차지하고 있으나, 이 중 5등급 교통량은 전체 5등급 진입 교통량의 약 41.7%로 5등급 진입 비율이 매우 높은 것을 알 수 있었다. 이를 통해 녹색교통지역 운행제한에 따른 대기질 개선 효과를 증대시키기 위해서는 서울시 차량뿐만 아니라 인천 및 경기 등 기타 수도권 차량의 저공해 조치가 동시에 수반되어야 할 것으로 판단된다. 또한 녹색교통지역에 진입하는 4등급 교통량은 약 25,577대로 추정되어, 추후 4등급 차량으로 운행제한 대상 확대 시 녹색교통지역에 진입하는 전체 교통량의 약 3.7%가 기존 5등급 차량에 더하여 제한 대상이 될 것으로 예상된다. 다만, 추후 운행제한 대상차량 확대 시 단속 예외차량 기준설정 등에 따라 운행제한 대상 확대에 따른 교통량 감축효과는 상이할 것으로 판단된다.

<Table 4> Analysis of Traffic Volume by Entry Level in green transport zone

(unit: vehicle/day)

| Traffic Volume | Total            | Seoul   | Incheon | Gyeonggi | etc.   |
|----------------|------------------|---------|---------|----------|--------|
| Grade 1~3      | 633,264 (92.8%)  | 486,642 | 14,046  | 118,234  | 14,342 |
|                | 100.0%           | 76.8%   | 2.2%    | 18.7%    | 2.3%   |
| Grade 4        | 25,577 (3.7%)    | 16,744  | 909     | 7,216    | 708    |
|                | 100.0%           | 65.5%   | 3.6%    | 28.2%    | 2.8%   |
| Grade 5        | 23,567 (3.5%)    | 13,739  | 1,030   | 7,739    | 1,059  |
|                | 100.0%           | 58.3%   | 4.4%    | 32.8%    | 4.5%   |
| Total          | 682,407 (100.0%) | 517,125 | 15,986  | 133,188  | 16,108 |
|                | 100.0%           | 75.8%   | 2.3%    | 19.5%    | 2.4%   |

녹색교통지역에 진입하는 기점별 및 등급별 교통량을 추정하기 위하여, 서울시 내부는 25개 자치구로 인천시 및 경기도는 성남, 수원, 의정부, 고양, 구리 등 총 10개 권역<sup>4)</sup>으로 세분화하여 분석하였다. 분석결과 <Table 5>와 같이 녹색교통지역에 진입하는 5등급 교통량 중 성북구에서 진입하는 교통량이 2,235대로 가장 많았고, 이는 녹색교통지역에 진입하는 5등급 차량의 약 9.5%를 차지하고 있었다. 뿐만 아니라 성북구는 녹색교통지역에 진입하는 총 교통량도 52,959대(전체 교통량의 7.8%)로 가장 많았는데, 이는 녹색교통지역과 거리가 가까워 단거리 통행수단으로 승용차의 이용을 선호하는 통행특성이 반영된 것으로 판단된다. 성북구에 이어 녹색교통지역에 진입하는 교통량은 용산구, 성남, 서대문구, 강남구 순으로 많았지만, 5등급 교통량은 성남, 수원, 동대문구, 강북구 순으로 많아 차이가 있는 것으로 분석되었다. 이는 녹색교통지역으로 진입하는 교통량이 많은 지역이라 하더라도, 지역별 배출가스 등급별 차량의 등록비율에 따라 5등급 진입 차량이 많은 지

4) 지역별 인접도 및 도로축을 고려하여 성남(성남시, 용인시, 안성시), 수원축(수원시, 안양시, 평택시, 과천시, 오산시, 군포시, 의왕시, 화성시), 의정부(의정부시, 동두천시, 양주시, 포천시, 연천군), 고양(고양시, 파주시), 구리(구리시, 남양주시, 가평군, 양평군), 하남(하남시, 인천시, 광주시, 여주시), 광명(광명시, 안산시, 시흥시), 부천(부천시), 김포(김포시), 인천(인천광역시) 등 총 10개 권역으로 구분

역이 달라질 수 있음을 나타내고 있다. 또한 추후 4등급 차량을 운행제한 대상에 포함시키더라도 제한대상 교통량만 증가할 뿐, 녹색교통지역에 진입하는 교통량의 지역별 순위는 차이가 없을 것으로 나타났다.

<Table 5> Ranking of traffic volume by area entering green transport zone

(unit: vehicle/day)

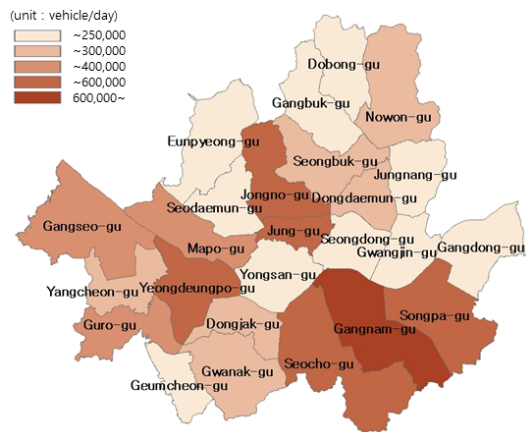
| Rank | Grade 5       |                | Grade 4+5     |                | Total Entering Traffic Volume |                |
|------|---------------|----------------|---------------|----------------|-------------------------------|----------------|
|      | Origin        | Traffic Volume | Origin        | Traffic Volume | Origin                        | Traffic Volume |
| 1    | Seongbuk-gu   | 2,235          | Seongbuk-gu   | 4,481          | Seongbuk-gu                   | 52,959         |
| 2    | Seongnam      | 1,899          | Seongnam      | 3,669          | Yongsan-gu                    | 51,637         |
| 3    | Suwon         | 1,806          | Suwon         | 3,491          | Seongnam                      | 41,800         |
| 4    | Dongdaemun-gu | 1,748          | Dongdaemun-gu | 3,461          | Seodaemun-gu                  | 39,918         |
| 5    | Gangbuk-gu    | 1,469          | Gangbuk-gu    | 2,723          | Gangnam-gu                    | 39,285         |
| 6    | Goyang        | 1,285          | Goyang        | 2,484          | Jongno-gu                     | 37,038         |
| 7    | Incheon       | 1,030          | Yongsan-gu    | 2,305          | Jung-gu                       | 36,457         |
| 8    | Jongno-gu     | 1,020          | Jongno-gu     | 2,043          | Mapo-gu                       | 33,111         |
| 9    | Yongsan-gu    | 999            | Incheon       | 1,940          | Dongdaemun-gu                 | 30,729         |
| 10   | Jung-gu       | 792            | Jung-gu       | 1,741          | Suwon                         | 27,306         |

또한 서울시 25개 자치구에 진입하는 자동차 배출가스 등급별 교통량을 추정한 결과, <Table 6>과 같이 서울시 각 구별로 진입 교통량이 많은 지역은 강남구가 704,379대로 전체 교통량의 9.0%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 그 뒤를 이어 서초구 554,864대(7.1%), 송파구 497,446대(6.3%)로 지역별 진입 교통량 순위가 많은데, 이는 강남, 서초, 송파 등에 각종 업무 및 상업시설이 집중되어 있어 이 지역을 목적지로 하는 진입 교통량이 많은 것으로 분석되었다. 또한 강남권 외의 지역은 종로구, 중구, 영등포구 등의 진입 교통량이 많은 것으로 분석되었는데, 해당 지역 모두 업무 및 상업시설 등이 다수 밀집되어 있는 지역특성이 있었다.

<Table 6> Ranking of traffic volume by area entering in Districts of Seoul

(unit: vehicle/day)

| Rank        | Area            | Traffic Volume | Ratio |
|-------------|-----------------|----------------|-------|
| 1           | Gangnam-gu      | 704,379        | 9.0%  |
| 2           | Seocho-gu       | 554,864        | 7.1%  |
| 3           | Songpa-gu       | 497,446        | 6.3%  |
| 4           | Jung-gu         | 445,976        | 5.7%  |
| 5           | Yeongdeungpo-gu | 445,594        | 5.7%  |
| 6           | Jongno-gu       | 404,743        | 5.2%  |
| 7           | Gangseo-gu      | 358,245        | 4.6%  |
| 8           | Guro-gu         | 327,527        | 4.2%  |
| 9           | Mapo-gu         | 312,941        | 4.0%  |
| 10          | Seongbuk-gu     | 284,634        | 3.6%  |
| Total Seoul |                 | 7,844,790      | -     |



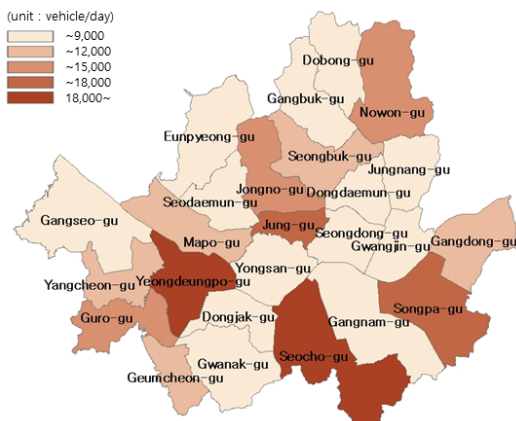
<Fig. 2> Total Traffic Volume

각 지역별로 진입하는 5등급 교통량이 많은 지역을 분석한 결과, <Table 7>과 같이 서초구가 18,289대로 서울시 각 지역별로 진입하는 5등급 교통량 255,717대 중 7.2%를 차지하여 5등급 진입 교통량이 가장 많은 지역으로 분석되었다. 그 다음으로는 영등포구 18,164대, 송파구 17,480대로 5등급 진입 교통량이 많은 지역으로 분석되어, 앞에서 기술한 지역별 총 진입 교통량이 많은 지역과는 순위가 상이함을 알 수 있었다. 이를 토대로 추후 서울시 일부 지역에 배출가스 5등급 차량의 운행을 제한할 경우, 서초구, 영등포구를 우선적으로 운행제한 대상지역으로 선정할 경우 운행제한에 따른 교통량 감축 및 대기질 개선의 효과가 가장 클 것으로 예상된다. 또한 단기적으로는 이와 같이 영향도가 큰 지역부터 운행제한을 시행하고, 단계적으로 대상지역을 점차 확대하여 장기적으로는 서울시 전역을 대상으로 운행제한을 시행하면 정책의 실효성이 증대될 것으로 예상된다. 여기에 더하여 4등급 진입 교통량이 많은 지역을 분석한 결과, 강남구가 28,531대로 가장 많았고 서초구 22,087대, 송파구 20,014대의 순으로 높은 비율을 차지하였다. 4~5등급 차량 전체를 모두 포함하였을 경우에는 서초구, 영등포구, 송파구, 강남구의 순으로 진입 교통량이 많은 것으로 분석되어, 추후 배출가스 4~5등급까지 운행제한 시행을 고려할 경우에는 서초구 및 영등포구 등을 우선적으로 검토해야 할 것으로 판단된다.

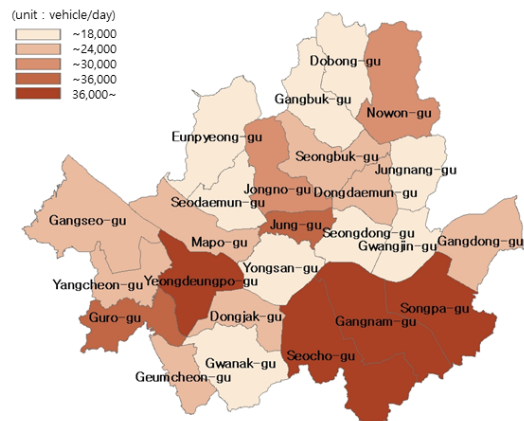
<Table 7> Ranking of traffic volume by area entering in Districts of Seoul

(unit: vehicle/day)

| Rank | Grade 5         |                |       | Grade 4         |                |       | Grade 4+5       |                |       |
|------|-----------------|----------------|-------|-----------------|----------------|-------|-----------------|----------------|-------|
|      | Area            | Traffic Volume | Ratio | Area            | Traffic Volume | Ratio | Area            | Traffic Volume | Ratio |
| 1    | Seocho-gu       | 18,289         | 7.2%  | Gangnam-gu      | 28,531         | 8.6%  | Seocho-gu       | 40,376         | 6.9%  |
| 2    | Yeongdeungpo-gu | 18,164         | 7.1%  | Seocho-gu       | 22,087         | 6.6%  | Yeongdeungpo-gu | 38,169         | 6.5%  |
| 3    | Songpa-gu       | 17,480         | 6.8%  | Songpa-gu       | 20,014         | 6.0%  | Songpa-gu       | 37,495         | 6.4%  |
| 4    | Jung-gu         | 16,772         | 6.6%  | Yeongdeungpo-gu | 20,005         | 6.0%  | Gangnam-gu      | 36,495         | 6.2%  |
| 5    | Guro-gu         | 13,510         | 5.3%  | Jung-gu         | 18,236         | 5.5%  | Jung-gu         | 35,008         | 6.0%  |
| 6    | Jongno-gu       | 12,850         | 5.0%  | Guro-gu         | 16,591         | 5.0%  | Guro-gu         | 30,101         | 5.1%  |
| 7    | Nowon-gu        | 12,490         | 4.9%  | Jongno-gu       | 16,134         | 4.9%  | Jongno-gu       | 28,984         | 4.9%  |
| 8    | Geumcheon-gu    | 10,789         | 4.2%  | Gangseo-gu      | 14,783         | 4.4%  | Nowon-gu        | 25,913         | 4.4%  |
| 9    | Yangcheon-gu    | 10,643         | 4.2%  | Nowon-gu        | 13,423         | 4.0%  | Geumcheon-gu    | 23,970         | 4.1%  |
| 10   | Seongbuk-gu     | 9,812          | 3.8%  | Geumcheon-gu    | 13,181         | 4.0%  | Yangcheon-gu    | 22,013         | 3.7%  |
|      | Total Seoul     | 255,717        | -     | Total Seoul     | 332,203        | -     | Total Seoul     | 587,920        | -     |



<Fig. 3> Grade 5 entry traffic volume



<Fig. 4> Grade 4+5 entry traffic volume



## IV. 결 론

최근 미세먼지 고농도화, 온실가스 배출량 증가 등 환경문제에 대한 위기감이 고조되었고, 이에 따른 사회적 관심과 개선요구가 증가되고 있다. 전 세계적으로 대기오염 저감대책의 주요 대책으로 도로이동오염원의 주요 원인인 자동차 이용에 따른 대기오염물질 배출 저감을 위해 공해차량 운행제한 정책의 확대 등이 추진되고 있다. 우리나라에서는 '17.3월 전국 최초로 지정된 서울 도심 “한양도성 녹색교통지역”에 진입하는 자동차 배출가스 5등급 차량의 운행제한이 '19.12월부터 본격적으로 시행되었다. 그러나 저공해 조치 예정 및 매년 저감장치 미개발 차량 등 운행제한 단속 유예차량을 제외한 실제 위반차량은 일평균 100여대 수준으로, 운행제한에 따른 교통량 감축 및 대기질 개선 등의 효과는 매우 미미한 실정으로 추후 운행제한 지역 및 대상 확대 검토가 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 서울시를 중심으로 수도권 여객 기·종점통행량(O/D) 자료와 지역별 자동차 배출가스 등급별 등록대수 통계자료를 분석하여 녹색교통지역의 등급별 진입 교통량 특성을 살펴보고, 이에 더하여 추후 수도권 전역의 운행제한 확대에 앞서 서울시 내의 자동차 운행제한 대상 지역 추가 확대시 효과가 클 것으로 예상되는 대상지역(안)을 제안해 보고자 하였다.

현재 시행되고 있는 녹색교통지역을 대상으로 해당 지역에 진입하는 등급별 교통량을 추정한 결과, 녹색교통지역에 진입하는 1~3등급 차량은 92.8%, 4등급 차량은 3.7%, 운행제한 대상인 배출가스 5등급 차량은 3.5%를 차지하고 있었다. 특히 녹색교통지역에 진입하는 5등급 교통량의 경우 성북구, 성남·용인시, 수원·안양, 동대문구에서 진입하는 차량이 많은 것으로 추정되었다. 이는 서울시 등록 차량뿐만 아니라, 인천시 및 경기도 등 기타 수도권 지역의 저공해 조치 노력이 함께 수반되어야 녹색교통지역의 운행제한 효과가 증대될 것임을 시사하고 있다고 해도 과언이 아니다. 또한 현재 녹색교통지역의 5등급 운행제한에 더하여, 4등급 차량까지 운행제한 대상에 포함할 경우 녹색교통지역에 진입하는 전체 교통량의 약 3.7%가 기존 5등급 차량에 더하여 제한 대상이 될 것으로 예상된다. 다만, 4등급 운행제한 대상차량 확대시 단속 예외차량 기준설정 등에 따라 운행제한 대상 확대에 따른 교통량 감축효과는 상이할 것으로 판단된다.

여기에 더하여 서울시 25개 각 구별로 진입하는 자동차 배출가스 등급별 교통량을 추정한 결과, 배출가스 5등급 진입 교통량이 많은 자치구는 서초구, 영등포구, 송파구 순으로 분석되었으며, 이 결과는 각 구별로 진입하는 총 교통량이 많은 지역의 순위와는 상이함을 알 수 있었다. 이는 추후 서울시 전역을 대상으로 배출가스 5등급 차량의 운행제한시 서초구, 영등포구를 우선적으로 대상지역으로 선정할 경우 운행제한에 따른 교통량 감축 및 대기질 개선의 효과가 가장 클 것으로 예측됨을 시사하고 있다. 또한 지역별로 추정된 4등급 진입 교통량을 분석결과를 바탕으로, 4~5등급 교통량 전체를 모두 포함하였을 경우에는 서초구, 영등포구, 송파구, 강남구의 순으로 진입 교통량이 많은 것으로 분석되었다. 이에 추후 5등급 차량뿐만 아니라 4등급 차량까지도 운행제한 대상에 포함할 경우에는, 일부 대상지역이 달라질 수도 있음에 따라 이와 같은 결과를 고려하여 대상지역(안)을 선정하는 것이 필요할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 서울시 각 구별로 등급별 진입 교통량을 추정하여, 추후 운행제한 대상지역 확대시 영향도가 클 것으로 예상되는 지역을 도출하였다. 그 결과 운행제한 대상차량의 기준 설정에 따라 시행효과가 극대화되는 대상지역이 상이할 것으로 예측되었는데, 이는 추후 운행제한 대상지역 확대시 고려해야할 가장 주요한 변수임을 시사하고 있다.

## REFERENCES

- Berlin. de, <https://www.berlin.de/en/tourism/travel-information/1760452-2862820-environmental-zone.en.html>, 2020.3.19.
- Choi K. J.(2009), “An Evaluation and Management Strategy of Environmental Zone for Improving Air Quality in the Seoul Metropolitan Area,” *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, vol. 29, no. 7D, pp.693-702.
- Green-Zones.eu, <https://www.green-zones.eu/en/environmental-zones/sweden/stockholm.html>, 2020.3.19.
- Hahn J. S.(2018), “Particulate matter control in transportation sector of local governments based on Seoul city green rating system,” *KEI*, pp.31-32.
- Kang K. K.(2015), “A Study on the Improvement of the Low Emission Zone System,” *KEI*, pp.37-79.
- Kim D. Y.(2008), *Environmental Zone in Seoul Metropolitan Zone*, GRI.
- Kim J. W.(2018), “Study on Low Emission Zone System of Improving Effectiveness,” *GRI REVIEW*, vol. 20, no. 3.
- Ministry of Environment press release(2019), *Completed classification of automobile emissions*.
- Seoul Metropolitan Government(2019), *Restrictions on the operation of grade 5 vehicles entering the Green Transport Zone from Dec. 1*.
- Seoul Metropolitan Government(2020), *Seoul Metropolitan Government, Two Months to implement LEZ in Green Transport Zone*.
- Transport for London, <https://tfl.gov.uk/modes/driving/low-emission-zone>, 2020.3.19.
- Urban Access Regulations in Europe, <https://urbanaccessregulations.eu/>, 2020.4.1.