

## 온실가스 감축목표에 따른 고속도로 구간 배출량 변화 연구

## Changes in Emissions of Highway Sections according to the GHG Reduction Target

최성훈<sup>1</sup> · 장현호<sup>2\*</sup> · 윤병조<sup>3</sup>Seonghun Choi<sup>1</sup>, Hyunho Chang<sup>2\*</sup>, Byungjo Yoon<sup>3</sup><sup>1</sup>Researcher, Urban Science Institute, College of Urban Science, Incheon National University, Incheon, Republic of Korea<sup>2</sup>General researcher, Urban Science Institute, College of Urban Science, Incheon National University, Incheon, Republic of Korea<sup>3</sup>Professor, College of Urban Science, Incheon National University, Incheon, Republic of Korea

\*Corresponding author: Hyunho Chang, nettrek@hanmail.net

## ABSTRACT

**Purpose:** Greenhouse gases are one of the major causes of global warming, a global disaster. It aims to improve how effective the GHG reduction policy, which is the main cause of global warming in the transportation sector, has been effective on the highway and how to calculate GHG emissions. **Method:** Using the DSRC raw data, we estimate the emissions of Namhae Expressway (Yeongam-Suncheon) from 2017 to 2019 in two ways, a macro method (conventional) and a micro method (individual vehicle). **Result:** As a result of calculating the emission of the highway, the result was far exceeding the estimated emission, and it was found that when the calculation was performed for each vehicle, it was underestimated by more than 20%. **Conclusion:** If more emissions are continuously emitted than expected in the current transportation sector, additional emission reduction policies are needed to achieve the current greenhouse gas reduction targets. In addition, in the calculation of emissions, which is the basis of this policy, analysis was conducted for each individual vehicle using the current DSRC raw data, but using GPS afterwards will enable precise emission calculation through a more microscopic analysis.

**Keywords:** GHGs Emission, Individual Vehicles Speed, Accurate GHG Emission Estimation, Emissions by Year

## 요약

**연구목적:** 온실가스는 전 세계적인 재난인 지구 온난화의 주요 원인 중 하나이다. 수송부문에서 펼쳐지고 있는 지구온난화의 주요 원인인 온실가스 저감 정책이 고속도로에서 얼마나 효과가 있었는지와 온실가스 배출량 산정 방법의 개선하는 목적을 가진다. **연구방법:** DSRC 원시자료를 사용해 거시적 방법(기준)과 미시적 방법(개별차량) 두 가지 방법으로 2017년부터 2019년까지의 남해고속도로(영암-순천) 배출량 산정을 진행한다. **연구결과:** 고속도로의 배출량을 산정한 결과 예측하고 있던 배출량을 훨씬 넘어선 결과가 나왔으며 개별차량별로 산정을 진행할 때 20%이상 과소추정되고 있었다는 결과가 나왔다. **결론:** 현재 수송부문에서 예상하고 있던 온실가스 배출량보다 더 많은 배출량이 지속적으로 배출될 경우 현 상태에서 온실가스 감축목표를 달성하기 위해서는 추가적인 배출량 저감정책이 필요하다. 또한 이 정책의 기본이 되는 배출량 산정에서 현재 DSRC 원시자료를 통해 개별차량별로 분석을 진행하였지만 이후 GPS를 활용하면 좀 더 미시적인 분석을 통해 정밀한 배출량 산정이 가능할 것이다.

**핵심용어:** 온실가스 배출량, 개별차량 속도, 정밀한 온실가스 배출량 산정, 연도별 배출량

Received | 15 December, 2020

Revised | 28 December, 2020

Accepted | 28 December, 2020

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in anymedium, provided the original work is properly cited.

© Society of Disaster Information All rights reserved.

## 연구의 배경 및 목적

전 세계적인 재난인 지구온난화의 주요 원인 중 하나인 온실가스는 중요한 관심사로 떠오르고 있다. 당연하게도 지구 온난화에 위협을 느낀 전 세계의 많은 국가들이 온실가스 배출량 감축의 필요성을 강조하며 각종 국제 협약을 맺어 온실가스 배출량을 감소시키려는 노력을 보이고 있다. 대표적인 국제협약들은 최초인 UN기후변화협약부터 교토의정서, 최근으로는 파리협약으로 이어졌고 2015년 파리협약에서 채택된 190여개 국가는 2016년 post-2020 온실가스 감축 목표를 담은 INDC (Intended nationally Determined Contribution)을 UN에 제출하고 신기후체제에 들어갔다. 2015년 이전까지의 기후변화협약에서 대한민국은 개발도상국 자격으로 참가해 온실가스 감축 국가의 명단에 올라가지 않았다. 하지만 2015년 파리협약을 통해 개발도상국에서 벗어나 자발적 온실가스 감축국에 포함되게 되었다. 온실가스 감축 목표를 2030년까지 BAU (Business As Usual) 대비 37%를 낮추기로 하였으며(UNFCCC, 2015) 각종 정책을 펼쳐 온실가스 감축을 위한 실질적인 노력을 시작하였다.

전 세계 CO<sub>2</sub>배출량 현황을 보면(2016년 기준) 전력과 열 생산 부문이 42%로 가장 높은 비율을 차지하고 수송 부문이 배출량 중 25%로 2번째 높은 비중을 차지하고 있다. 우리나라로 한정된 CO<sub>2</sub>배출량 현황을 살펴보면(2015년 기준) 총 배출량 중에서 에너지 관련이 93%로 대부분을 차지하고 산업 공정이 8% 농업이 3.19% 토지이용이 부문이 -6.88%를 차지한다. 본 연구에서 다루게 될 수송부문은 그 중 에너지 부문에 포함되어 있다. 수송부문이 에너지 부문 중에서 15.7%를 차지하고 있고 총 배출량 중에서는 13.6%를 차지하고 있기에 CO<sub>2</sub>감축에 매우 중요한 분야라고 볼 수 있다. 우리나라의 2030년까지의 온실가스 배출전망 결과는 에너지 부문은 연 1.32%증가하고 비에너지 부문에서는 1.43%의 증가율을 가져 2030년 850MtCO<sub>2</sub>-eq의 배출량을 가질 것으로 예측된다. 이 예측 배출량에서 37%를 낮추기로 한 것으로 목표 중 수송부문에서의 감축 목표는 14.6%이다. 온실가스 배출량 감축을 위한 각종 정책을 실행하거나 감축결과에 따른 실효성을 확인하기 위해서는 온실가스 배출량이 얼마나 되는지에 대해 파악하는 기초 작업이 중요하다.

우리나라는 온실가스 감축 목표수립 이후 수송부문 온실가스 감축을 진행하기 위해서 진행한 정책은 다음과 같다. 전기자동차 확대 보급(100만대→300만대), 승용차와 소형승합·화물차 평균연비기준 강화, 중·대형차 평균연비제도 도입, 유무선 충전 전기버스 상용화 등의 정책을 통해 23.1MtCO<sub>2</sub>-eq 감축을 목표로 하고 있다. 본 연구에서는 1차적으로 우리나라가 온실가스 배출량 감축을 위한 정책을 도입하고 진행하고 있는데 실제로 배출량이 얼마나 감소하고 있는지 아니면 지금도 늘어나고 있는지 남해고속도로(영암-순천) 구간을 분석하여 파악하고자 한다.

또한 도로부문 온실가스 배출량 즉 차량의 CO<sub>2</sub>배출량에 대해 다룬다. 도로부문 온실가스 배출량을 분석하기 위해서 가장 중요한 것은 각 차량의 속도 및 통행거리의 자료이다. 그러나 전국 모든 도로에 대한 자료는 수집되지 않고 있으며 주요 도로 구간에 한정하여 수집된다. 온실가스 배출량 감축을 들어가기에 앞서 배출량의 정밀한 산정은 중요한 문제다. 하지만 과거에 배출량 산정방법 개발 당시 가용 기술의 한계를 고려하여 개발되었기 때문에 진보된 기술로 인해 차량의 통행 정보를 micro하게 수집 가능한 현재에는 맞지 않다고 본다. 따라서 본 연구에서는 현재 기술로 수집 가능한 개별차량의 속도를 기준으로 배출원단위를 구해서 배출량의 산정을 진행한다.

본 연구에서는 수송부문에서 온실가스 배출량 감축을 위해 여러 가지 정책들을 시행하고 있는데 실제로는 얼마나 배출량에 영향을 주었는지 DSRC 자료를 통해 고속도로 구간의 배출량 산정을 진행하여 살펴본다. 또한 기존 AADT를 기반으로 한 공간평균속도를 이용한 온실가스 배출량 산정결과와 개별차량의 속도기준 온실가스 산정 방법결과의 비교를 진행한다.

## 선행 연구

도로부문 온실가스 배출량 관련 연구들은 대부분이 국립환경과학원의 보고서를 토대로 이루어지며 온실가스 배출물질들에 대한 연구, 차량의 상태에 따른 배출량의 변화, 차량의 배출계수식 산정 연구 등 배출량을 직접 산정하는데 필요한 연구들과 온실가스 배출량을 줄이기 위한 정책적 변화 등이 있다.

NIER(2008)에서는 차량별로 배출계수식을 산출하는 실험을 진행하였다. 실험은 한국자동차공업협회에서 제공하는 차량별 자동차등록대수 자료를 토대로 시장점유율이 높은 차량모델 중 점유율이 80%이상 되는 차종을 대상으로 시험차량을 선정하여 진행되었고 실험결과를 기반으로 도로이동오염원에 대하여 Tier 1, 2, 3의 목표 온실가스인 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O에 대한 차종별 속도에 따른 배출계수식을 제시한다.

두 번째로 배출량을 산정하는 연구들이 있다. 이 연구들은 국내외의 배출량 산정 방식을 다루는 연구들과 차량의 상태에 따른 온실가스 배출량 산정 및 기존과 다른 배출량 산정 방법 등의 연구가 있다.

NIER(2013)에서는 차량의 상태에 따른 배출량 산정방법을 자세하게 다루었다. 배출원 분류체계를 엔진 가열, 엔진 미가열, 휘발유 증발 배출로 나누어 분류한 배출량 산정 방법을 다루었으며 시도별 자동차 등록 현황, 천연가스 보급현황, 전국 택시 대수, 자동차 주행거리, 고속도로 구간정보, 배출가스 저감장치 부착현황 등에 대해 다루었다.

Kim et al.(2001)은 서울시를 대상으로 교통의정서의 지구온난화 주요 발생 원인인 온실가스를 대상으로 총량적으로 서울시의 온실가스 배출량을 IPCC의 Tier 1 방법을 사용하여 예측하였다.

Hong et al.(2017)는 기존의 배출량 산정 방법에 대해 정리하고 한계점을 제시하였으며 주행속도와 교통량 자료 수집의 필요성을 강조하였다.

Chang et al.(2019)는 개별차량의 속도기반 온실가스 배출량 산정 방법을 통해 기존의 배출량 산정 방법보다 정밀한 배출량 산정을 제시하였다.

Ryu et al.(2012)는 대전광역시의 도시부 첨단교통관리시스템인 ATMS에서 수집되는 교통정보를 이용하여 Tier3 방법을 적용해 링크단위의 온실가스 배출량을 산정하였다.

Rakha et al.(2000)는 Oak Ridge 국립 연구소에서 얻은 데이터를 적용한 교통 시뮬레이션 모델 내에서 차량의 즉각적인 속도와 가속도 데이터를 이용해 연료 소비 및 배출량에 대한 분석을 진행하여 배출량 산정을 진행할 때 도로 구간에서의 정체와 링크에서의 차량 정지 횟수 등을 고려하지 못하는 것에 대한 연구를 진행하였다.

Joint Ministry(2018)에서 2030년 국가 온실가스 감축목표 달성을 위한 기본 로드맵을 계획하여 2030년까지 온실가스 감축을 위해 실행할 부문별 정책 및 방법 등을 정리하였다.

2016년 배출저감 목표 발표 후 수송부문에서 여러 가지 배출량을 낮추기 위한 정책들을 실행하고 있다. 하지만 목표 발표 이후로 연도별 배출량 산정 후 비교를 통해 정책이 효과가 있었는지 살펴보는 연구는 찾아보기 힘들었다. 또한 IPCC의 Tier 3, COPERT-Ⅲ과 같은 Bottom-up 방법론은 통행조건을 고려 할 수 있기 때문에 배출량 산정을 위한 지속적인 연구가 진행되고 있지만 대부분 거시적 방법을 통한 배출량 산정을 진행하고 있고 미시적인 배출량 산정은 진행되지 않고 있다. 이에 본 연구에서는 남해 고속도로의 연도별 배출량을 비교해 배출량 저감 정책이 얼마나 효과가 있었는지 확인하고 거시적 배출량 산정 방법과 미시적 산정 방법의 비교를 통해 배출량 산정 방법의 변화가 필요함을 제시한다.

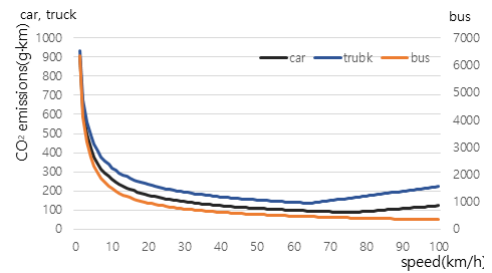
## 방법론

### 배출계수식

도로부문 온실가스 배출량 산정은 차량의 속도를 각 차종에 맞는 배출계수식에 집어넣어 산정한 배출원단위에 거리를 곱해 구해진다. 배출원단위를 구하는 단계에서는 국립환경과학원의 대기 보전정책지원 시스템의 실험결과로 나온 결과인 Table 1의 배출계수식을 사용하였다.

**Table 1.** Emission Factor for Vehicle type

Vehicle type	Component	Speed	Emission factor
Car (gasoline)	CO <sub>2</sub>	79.6km/h 미만	$y = 900.6x^{(-0.54)}$
		79.6km/h 이상	$y = 1.493x - 26.28$
City Bus (CNG)	CO <sub>2</sub>	-	$y = 6338x^{(-0.63)}$
Pick-up (Diesel)	CO <sub>2</sub>	65.4km/h미만	$y = 932.6x^{(-0.4626)}$
		65.4km/h이상	$y = 1.2158x^{(1.1317)}$



**Fig. 1.** Emission factor graph

### 이상치 제거

배출량 산정에 이용하는 Data는 DSRC 원시자료로 차량의 Data를 수집하는 기술이 발달하였으나 기상악화 등으로 인한 통신상태의 불안, 기기의 고장 같은 어쩔 수 없는 상황이 발생하면 Data에 이상치가 기록된다. 본 연구에서는 고속도로를 대상으로 배출량 산정을 진행하는데 차량 Data의 이상치를 제거하기 위해 차종별 온실가스 배출원단위 그래프 Fig. 1를 살펴보면 속도가 낮을 때와 높을 때 대량의 배출원단위를 가진다. 때문에 식 (1)의 공정을 거쳐 5km 이하의 속도를 가진 차량은 5km로 200km 이상의 속도를 가진 차량은 200km로 간주하고 산정을 진행한다.

$$\text{If } v_n < 5 \text{ then } v_n = 5 \tag{1}$$

$$\text{If } v_n > 200 \text{ then } v_n = 200$$

### AADT 기반 구간속도를 적용한 기존 방법과 개별차량의 속도를 활용한 방법의 배출량 산정

본 연구에서는 한국도로공사에서 제공하는 고속도로 Dataset 중 DSRC 원시자료를 이용한 온실가스 배출량 산정을 진행한다. 먼저 대상 구간으로 정한 남해고속도로(영암-순천) 구간에 대해 분류를 진행하고 총 40구간 중 휴게소와 졸음쉼터가 존재해 차량의 Data에 문제가 생길 수 있는 구간을 제외하고 31개 구간을 분석한다.

$$\text{If } \text{Line}(id) = \sum_{r=1}^n rse_r \text{ then} \tag{2}$$

$$DB = [obu\_id, rse_r, dt, veh]$$

식 (2)의  $Line(id)$ 는 분석 중 나오는 data의 줄별 rse id를 뜻한다. n개의 구간에 대해 하루 약 5천만에서 약 1억 줄의 검지 Data를 차량 번호( $obu\_id$ )에 따라 rse 구간번호( $rse_r$ )별로 검지시간( $t$ ) 및 차종( $veh$ )을 저장한다.

For each  $obu\_id$   $veh$

If  $rse_r$  and  $rse_{r+1} <> null$  then

If  $rse_r < rse_{r+1}$  then

$$down_{rt} = t(rse_{r+1}) - t(rse_r)$$

If  $rse_{r+1} < rse_r$  then

$$on_{rt} = t(rse_r) - t(rse_{r+1})$$

$$v_r = d_r \times 3600 / on_{rt}$$

$$v_s = \sum_{i=1}^{cnt} d_{ri} / \sum_{i=1}^{cnt} obu\_id_{rti}$$

배출량 산정을 진행하려면 차량의 속도를 구해야 한다. 구간의 차종별 차량의 속도를 구하기 위해서 식 (3), (4)과 같이 우선 대상 차량을 각 차종별( $obu\_id$   $veh$ )로 분류를 진행한다. 분류된 차종별로 앞 구간( $rse_r$ ) 연속되는 구간( $rse_{r+1}$ )에 차량이 검지되었는지를 확인해 대상 차량이 구간을 지나갔는지를 판별한다. 그 후 앞 구간( $rse_r$ )과 연속되는 구간( $rse_{r+1}$ )의 값을 비교하여 상행 구간( $on$ )인지 하행 구간( $down$ )인지 판별을 진행한 후 대상 rse구간의 거리( $d_r$ )를 통과시간으로 나누어 대상 구간( $r$ )의 개별차량의 속도( $v$ )를 산정한다. 식 (5)에서는 총 구간거리( $\sum_{i=1}^{cnt} d_{ri}$ )를 합해주고 총 통행시간( $\sum_{i=1}^{cnt} obu\_id_{rti}$ )으로 나누어 주어 공간평균속도( $v_s$ )를 산정한다.

$$e_{v_s} \times cnt \times \sum_{i=1}^{cnt} dist_{ri} = \text{Total vehicles Emission(existing) of the r interval}$$

식 (6)은 기존의 배출량을 구하는 식으로 대상 구간의 일일동안 구간평균속도( $v_s$ )를 배출계수식에 집어넣어 배출원단위( $e_{v_s}$ )를 구한 후 총 차량대수( $cnt$ )와 총 거리( $\sum_{i=1}^{cnt} dist_{ri}$ )를 곱하여 산정을 진행해 배출량의 총 합을 구한다.

$$\sum_{i=1}^{cnt} e_{v_r} \times d_{ri} = \text{Total vehicles Emissions of the r interval}$$

개별차량의 속도기반 배출량 산정 방법은 기존과 다르게 각 차량별로 산정을 진행한다. 식 (7)과 같이 앞서 산정해서 집계한 각 차량의 속도( $v_r$ )를 배출계수식에 넣어 차량별 배출원단위( $e_{v_r}$ )를 구한다. 차량별로 구한 배출원단위에 대상구간거리( $d_r$ )를 곱해주고 합산하여 개별차량의 속도에 따른 배출량의 총 합을 구한다.

### 총 배출량 연도별 보정

본 연구에서 사용하는 DSRC원시자료는 고속도로의 차량의 전수 자료가 아닌 하이패스 단말기를 보유한 차량을 검지하는 표본자료이다. 하이패스 단말기 이용율은 지속적으로 증가하고 있으며 연도별로 사용량을 국가에서 제공하고 있어 비교를 진행하기에 앞서 해당 비율에 맞추어 보정을 진행한다.

### 적용 및 분석

본 연구에서는 온실가스 배출량 산정 및 특성 분석 진행을 위해 고속도로에서는 구간검지 시스템을 운영 중인 한국도로공사 DSRC원시자료를 사용하였다. 자료는 기준일자, 요일명, RSE수집시분초, RSE\_ID, 가상OBU\_ID, DSRC차종구분명, 노선번호, 도로이정, DSRC차종구분코드로 구성되어 있다.

분석의 시간적 범위는 2017년 1월 1일부터 2019년 12월 31일까지 3년간의 자료를 사용하였다. 공간적 범위로는 고속도로 노선 중 남해고속도로(영암-순천) 구간 105.3km를 대상으로 분석을 진행하였으며 상행과 하행 모두 진행하였다. rse구간별로 구분하면 총 40구간이 존재하는데 이 중 휴게소와 졸음쉼터가 존재하는 9구간을 제외하고 배출량 산정을 진행하였다. 자료의 한계로 2017년 DSRC원시자료의 경우 365일 중 349일 2018년의 경우 354일 2019년의 경우 360의 자료가 수집되고 나머지 일수는 기록이 되지 않았다. 본 연구에서는 연도별 비교를 진행하기 때문에 일수 자체가 틀릴 경우 제대로 된 비교라고 볼 수 없기에 원시자료가 누락된 일수에 대해서는 해당 월 평균 배출량을 적용하여 더해 일수를 맞추는 보정을 진행하였다.

분석결과 Table 2와 같은 결과가 나왔는데 온실가스 배출량 중 에너지 부문에 속한 수송부문의 경우 2013년부터 2020년까지는 1.94%씩 증가할 것으로 예상하였다. 하지만 남해 고속도로를 직접 분석한 결과 2018년에는 2017년에 비해 2.48%, 2019년에는 2018년 예측치보다 10.68% 증가한 결과가 나왔다. 또한 전체 차종에 대한 기존 방법과 본 연구의 방법의 배출량을 비교하면 기존이 20%이상 과소 추정되었고 점점 더 늘어나는 결과가 나타났다.

Table 2. Comparison of emissions by year

구분	Estimated emissions by Basic Roadmap 2018		Existing Method emissions	Individual Vehicles Speed Method emissions		error	
	Existing/estimated	Vehicles Speed Method /estimated		Existing/estimated	Vehicles Speed Method /estimated		
2017	9134.75	9134.75	2.46% ↑	11142.85	3.79% ↑	0.52%	1.85%
2018	9360	each 1.94% ↑	9360	11564.9			
2019	10359.75	10359.75	10.68% ↑	13091.53	13.2% ↑	8.74%	11.26%



배출량을 보다 세부적으로 차량별로 나누어 살펴본 결과 Fig. 2과 Table 3같은 결과가 나왔다. 승용차와 트럭의 경우 20%에서 40%정도 배출량이 기존에 비해서 과소 추정되고 있음이 나타났다. 하지만 버스의 경우 오히려 기존 방법의 산정 방법이 약 14% 과대 추정되고 있다는 결과가 나타났다.

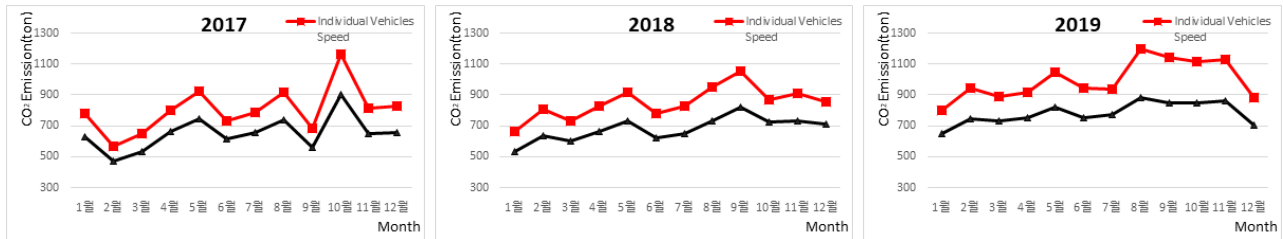


Fig. 2. Comparing existing method and individual vehicles speed method

Table 3. Comparing of average speed methods and individual vehicles speed methods

구분	unit(ton)					
	Car		Bus		Truck	
	Individual Vehicles Speed	Existing Method	Individual Vehicles Speed	Existing Method	Individual Vehicles Speed	Existing Method
2017	9650.58	7828.46	414.07	480.53	593.10	432.23
2018	10197.29	8168.71	368.41	428.13	580.67	417.35
2019	11944.12	9376.08	343.49	398.37	608.41	433.26

## 결론 및 향후 연구

지구온난화에 온실가스 감축에 앞장서기로 한 우리나라의 경우 2030년 BAU 기준 37%를 감축하기로 국제협약에서 자발적으로 약속을 하였다. 2013년부터 2020년까지는 에너지 부문에 속한 수송 부문은 매년 증가율이 1.94%로 예상되고 있었고 최종적으로 2030년에는 2013년보다 11.88% 증가된 온실가스 배출량을 가질 것으로 예상되었다. 본 연구에서 고속도로 구간 중 남해고속도로(영암-순천) 노선 전체의 온실가스 배출량 증가율을 직접 산정 후 분석해보았다. 2017년과 2018년을 비교한 결과 2.46% 증가하였고 2018년과 2019년을 비교한 결과 10.68% 증가하였다. 이러한 결과는 예상 증가량인 1.94%를 각각 0.52%, 8.74% 추가적으로 배출한 온실가스 배출량이 감축되지 않고 오히려 늘어나고 있는 결과로 2030년 14.6% 감축하겠다는 목표와 크게 벗어나는 값이다. 2016년에 목표를 정하고 정책을 실행하였기 때문에 효과가 아직 나타나지 않았다고 볼 수도 있고 고속도로에 대한 정책이 아니라고 할 수 있지만 목표한 배출량 감축 약속을 지키기 위해서는 기존의 전기차 동차 확대 보급, 승용차와 소형승합·화물차 평균연비기준 강화, 중·대형차 평균연비제도 도입, 유무선 충전 전기버스 상용화 등의 현재 시행되고 있는 수송부문 배출량 저감 정책 외에 추가적인 배출량 저감 정책이 시급하다고 본다.

기존에 쓰이고 있는 도로부문에서의 온실가스 배출량 산정모형은 2000년 이전에 주로 개발되었기 때문에 당연하게도 당시의 가용자료의 여건에 맞게 개발되었다. 현재는 GPS 자료로 개별차량의 이동을 속도 및 경로 등 1초 및 3초 단위로 정밀하게 얻을 수 있게 되었다. 지금까지 기존에 쓰고 있던 거시적인 방법의 AADT에 이은 공간평균속도를 이용한 배출량 산정이 아닌 미시적인 배출량 산정 방법인 개별차량의 속도기반 방법을 본 연구에서도 적용하여 비교분석을 진행하였다. 비교결과 개별차량의 속도에 따라 배출량 산정한 결과가 승용차와 트럭의 경우 약20%~약40% 과소 추정되고 있었으며 버스의 경우 약 14% 과대 추정되고 있다는 결과가 나타났다. 이제 본 연구에서 쓰인 DSRC 원시자료보다 더 미시적인 산정이 가능한 GPS자료를 통한 배출량 산정도 진행 가능할 것으로 보이기 때문에 개별차량 속도기반 배출량 산정 같은 미시적인 배출량 산정 방법을 통한 배출량에 대한 지속적인 연구가 필요하다.

연구의 한계로 본 연구에서는 고속도로의 한 구간을 이용해 3년간의 배출량 산정을 진행하였는데 고속도로 전 구간에 대한 분석 또한 필요해 보인다. 또한

## Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 교통물류연구사업의 연구비지원(20TLRP-B148966-03)에 의해 수행되었습니다.

## References

- [1] Chang, H.H., Choi, S.H., Yoon, B.J. (2019). "GHGs emissions based on individual vehicles speed." Journal of the Korea Society of Disaster Information, Vol. 15, No. 4, pp. 560-569.
- [2] Hong, D.H., Jang, D.I., Lee, S.J., Kim, S.I., Park, J.Y. (2017). Study on Air Pollutant Emission Estimation Method in Transportation Section, The Korea Transport Institute.
- [3] Joint Ministry (2018). Amendment to the Basic Roadmap for Achieving the National Greenhouse Gas Reduction Target in 2030.
- [4] Kim, Y.S., Chang, J.H. (2001). A Study on the Role of Seoul City Government implementing the UN Framework Convention Climate Change. Seoul Development Institute. 2001-R-12.
- [5] National Institute of Environmental Research (2008). Establishment of Climate Change responding System for Transportation Sector( I ). NIER, Nier 11-1480523-000361-01.
- [6] National Institute of Environmental Research (2013). CAPSS Model National Air Pollutant Emission Estimation Manual. NIER, Nier-GP2013-097.
- [7] Rakha, H., Aerde, M.V., Ahn, K., Trani, A.A. (2000). Requirements for Evaluating Traffic Signal Control Impacts on Energy and Emissions Based on Instantaneous Speed and Acceleration Measurements. Transportation Research Record, No. 1738, pp.56-67.
- [8] Ryu, B.Y., Bae, S.H. (2012). "Estimation of greenhouse gas in the urban area by using advanced traffic management systems - Case study of Daejeon." Journal of Transport Research, Vol. 19, No. 3, pp. 119-134.