

서울시 전기차 온실가스 간접배출량 산정과 인벤토리 반영 방안

한진이* · 유정민**†

*경기연구원 기후환경연구실 연구위원, **서울연구원 환경안전연구실 연구위원

Estimation of indirect greenhouse gas emissions from electric vehicles in Seoul and improvement measures for GHG inventory

Han, Jin Yi* and Yu, Jung-Min**†

*Research Fellow, Climate & Environment Research Division, Gyeonggi Research Institute, Korea

**Research Fellow, Division of Environment and Safety, The Seoul Institute, Korea

ABSTRACT

The number of electric vehicles (EVs) in Seoul has been increasing rapidly since 2017, reducing greenhouse gas (GHG) emissions compared to conventional fuel vehicles. However, the current GHG inventory in Seoul does not accurately reflect emissions from EVs, as they are erroneously categorized under the building sector instead of under transportation. Although the emissions from EVs are not significant, their expected growth necessitates proper classification within GHG inventories. Without adequately calculating emissions by sector, it becomes challenging to establish and analyze local GHG reduction policies. To address this issue, this study was conducted in Seoul's 25 districts to determine the amount of charging required for electric vehicles. The study then trialed two different approaches to calculate GHG emissions. Gangnam-gu had the highest amount of emissions in both calculation methods. However, Geumcheon-gu and Yangcheon-gu had much higher emissions when geographical boundaries of charging were used. In order to accurately calculate EVs emissions based on VKT (Vehicle Kilometers Traveled), clear guidelines for the calculation of HEVs (Hybrid Electric Vehicles) emissions are required. This study recommends measures to enhance the precision of the GHG inventory, ensuring that emissions from EVs are appropriately accounted for within the transportation sector.

Key words: Electric Vehicles, Greenhouse Gas Emission Inventory, Seoul, Calculation Methodology, Vehicle Kilometers Traveled

1. 연구의 배경 및 목적

서울시는 2006년부터 기후리더십 그룹인 C40에 가입하여 에너지 전환과 기후위기 대응에 앞장서왔다. 2012년 ~ 2020년 ‘원전하나줄이기’ 정책을 통해 에너지 전환 정책을 적극적으로 추진하였으며, 최근에는 ‘2050 온실가스 감축 추진 계획(2020년 12월)’과 ‘2050 서울시 기후행동 계획(2021년 6월)’을 발표하여 기후위기 대응을 위한 서울시 탄소중립 목표를 수립·추진 중이다. 서울시 탄소중립 정책을 효과적으로 수립하고 이행하기 위해서는 시의 온실가스 배출량과 흡수량에 대한 정확하고 구체적인 정보가 구축될 필요가 있다. 서울시는 그동안 온실가스 배출

량 관리를 위해 국내 지자체에서는 거의 유일하게 매년 자체적으로 온실가스 배출량을 산정(온실가스 인벤토리)하고 있지만, 새로운 배출원의 반영, 정확한 활동자료 수집, 배출계수 업데이트 등 온실가스 인벤토리의 면밀한 검토가 필요하다. 이 연구에서는 서울시 전기차 전환이 가속화되고 있는 현실을 반영하여, 이를 서울시 온실가스 인벤토리에 체계적으로 반영할 방안을 제시하고자 한다.

서울시 온실가스 배출은 대부분 건물(70.7%)과 교통(18.1%) 분야에서 발생하기에, 서울시 탄소중립 정책은 주로 이 두 부문에 집중하여 시행되고 있다(Seoul Metropolitan Government, 2022). 서울시 교통 부문 온실가스 감축정책은 크게 교통수요관리 정책과 친환경 자동차

†Corresponding author : jmyu@si.re.kr (57 Nambusunhwan-ro, 340-gil, Seocho-gu, Seoul 06756, Korea. Tel. +82-2-2149-1281)

ORCID 한진이 0000-0003-4988-476X

유정민 0009-0008-9116-8576

차 전환 정책으로 나눌 수 있는데, 서울시는 2026년까지 전기차(electric vehicles, 이하 EVs) 보급률을 10%로 달성하고, 2023년 전기차 누적 10만 대를 보급한다는 목표를 제시한 바 있다.¹⁾ 이러한 정책의 효과로 2017년도 이후 서울시의 전기차 보급량은 크게 증가하였다.²⁾ 이러한 전기차 확대는 기존 화석연료 차량에 비해 온실가스 배출을 감축시키는 효과가 있지만, 한편으로는 전기차 충전으로 인한 온실가스 발생량도 증가하고 있다. 그러나 현재 지자체 온실가스 인벤토리에서는 전기차 충전으로 인한 배출량을 교통부문에 분류하지 않고, 건물부문의 간접배출량(전력)에 포함하여 산정하고 있다. 이는 전력통계에서 전기차 충전 사용량이 별도의 항목으로 없기 때문이다. 전력통계에서 용도별 분류는 계약종별과 관계없이 용도 및 산업 분류에 의해 분류되는데, 전기차 충전용 전력은 서비스업(순수서비스업과 수도, 전철, 전기사업자)에 속하므로 온실가스 인벤토리에서 건물 상업 부문의 전력사용량에 포함되어 있다.

전기차 기술 발전과 정부와 서울시의 적극적인 정책에 따라 전기차 보급량은 앞으로 지속적으로 증가할 것으로 전망된다.³⁾ 현재 인벤토리의 구성처럼 새로운 배출원인 전기차로 인한 배출량이 건물부문 배출량으로 산정되는 구조를 유지한다면 부문별 감축 정책수립과 효과 분석에 어려움이 발생할 것으로 예상된다.

국가 전체 배출량과는 달리, 지자체의 배출량은 산정방식에 따라 해당 항목 배출량에 차이가 발생한다. 특히, 도로수송 부문과 같이 이동오염원의 경우, 연료 소비(전기차 충전)가 발생한 주소를 기반으로 산정한 경우와 지자체에 등록된 차량대수를 기반으로 산정한 배출량에 차이가 발생한다.

따라서 이 연구에서는 서울시 자치구의 년도별 전기차 충전량을 파악하고, 이로 인해 발생하는 온실가스 배출량을 시범 산정하고, 산정방식에 따른 지역별 배출량의 차

이를 비교하고자 한다. 아울러 산정된 전기차 배출량을 환경부와 서울시의 지자체 온실가스 인벤토리에 반영할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 도로수송 인벤토리 현황 및 선행연구

지역 단위의 온실가스 감축 목표와 계획 수립의 효과적 인 이행을 위해서는 주기적인 온실가스 인벤토리 업데이트가 필수적이다. 환경부 온실가스종합정보센터(Greenhouse Gas Inventory & Research Center of Korea, 이하 GIR)는 매년 새로운 방법론과 배출계수를 업데이트하고 이를 바탕으로 국가 배출량을 재산정하고 있다.

지자체 온실가스 배출량 산정은 ‘기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법(약칭: 탄소중립 기본법)’이 시행되기 이전인 2008년 ‘저탄소 녹색성장 정책’ 시행 시, 한국환경공단에서 발간한 ‘지자체 온실가스 배출량 산정 지침’에 따라 자발적으로 이루어졌다.

2017년까지 한국환경공단이 지역 배출량 산정을 담당하여 산정지침을 업데이트했는데, 탄소중립 기본법의 제정과 시행으로 인해 2020년부터 해당 업무가 온실가스종합정보센터로 이관되었다.⁴⁾ 온실가스종합정보센터는 국가 배출량과 함께 2020년과 2021년 17개 광역지자체 기준 지역별 온실가스 인벤토리(1990~2018), (1990~2019)를 공표했고, 2022년에는 새로운 지침을 기반으로 산정한 지역(시·군·구) 온실가스 배출량(2016~2020)을 시범 산정하여 공표했다.⁵⁾

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 지침에 따르면 배출량 산정방식은 복잡도(complexity)에 따라 세 가지(Tier 1, Tier 2, Tier 3)로 구분된다. Tier 1은 가장 간단한 방식으로 배출량 산정이 용이하고, Tier 3로 갈수록 수집해야 하는 활동자료가 많고 복잡하며 그 결과는 정확한 것으로 간주된다(IPCC, 2019). 배출량 산정에

1) Seoul City Press Release. 2022 August 9, 2023 February 27.

2) 서울시의 전기차 보급량은 꾸준히 증가하고 있는데, 연도별 누적 등록대수는 다음과 같다.

2017년: 4,797대, 2018년: 9,564대, 2019년: 14,952대, 2020년: 23,393대, 2021년: 40,564대, 2022년: 59,327대(Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Automobile Registration Statistics Report)

3) 정부의 ‘탄소중립 녹색성장 기본계획’에 따르면, 수송부문에서 온실가스 배출량을 2018년 대비 37.8% 감축(2018년 9,810만 톤, 2030년 6,100만 톤), 2030년 전기·수소차 등 무공해차 450만 대 보급을 목표로 함(Joint Report by Relevant Ministries and Agencies. 2023 March. Basic Plan for Carbon-Neutral Green Growth)

4) 지자체는 지역별 온실가스 통계 산정·분석 등을 위한 관련 정보 및 통계를 매년 작성하여 온실가스종합정보센터에 제출해야 한다(기후위기 대응을 위한 탄소중립 녹색성장 기본법 제36조(온실가스 종합정보관리체계의 구축), 시행령 제39조, 제68조(탄소중립 지원센터의 설립) 및 시행령 제63조 등)

5) 2022년 지역 온실가스 인벤토리(2016~2020)는 2023년 5월 8일 진행된 2023년 제1차 지역온실가스 통계관리 위원회 개최 결과에 따라 승인된 배출량이다.

어떤 방식을 사용할지는 해당 항목 배출원 자료의 접근성과 배출원의 중요도에 따라 결정된다.

도로수송 배출량 산정을 예로 들면, Tier 1 방식은 해당 지자체 경계 내에서 소비한 연료별 사용량에 배출계수를 곱하여 배출량을 산정한다. Tier 2 방식은 연료별 사용량을 기반으로 하는 것은 Tier 1과 같지만, 국가 고유의 (country-specific) 배출계수(CO₂, non-CO₂)가 사용된다. Tier 3 방식은 주행거리를 기반으로 한 활동자료를 사용하여, 차량의 종류, 연료, 저감 기술에 따른 각각의 배출계수를 사용하여 배출량을 산정한다. 일반적으로 이산화탄소에 대해서는 연료 사용량에 기초한 Tier 1 방식으로 충분하지만, 연료 소비와 차량 운행거리 간의 불일치가 발생할 경우, 다른 방법을 활용해야 한다(IPCC, 2019; Korea Environmental Management Corporation, 2009).

지금까지 국가와 지자체(서울)의 도로수송 부문 온실가스 인벤토리는 모두 연료 사용량을 기반으로 산출되었으나, 주행거리를 고려하여 도로수송 배출량을 산정하는 연구들이 꾸준히 진행되었다. 차량의 통행 특성을 반영하여 지역별로 실측된 주행거리(VKT)를 활용하고, 차종, 연료, 연식별로 재분류한 후, 각각의 배출계수를 적용하여 배출량을 산정한 연구(Choi et al., 2009), 서울지역 간선도로와 이면도로의 배출량을 주행거리(Vehicle Kilometers

Traveled, 이하 VKT)를 활용하여 산정한 연구(Chun, 2010), 경기 지역의 도로수송 배출량 산정에 Tier 1, Tier 2, Tier 3의 방법을 각각 적용하여 비교한 연구(Lee et al., 2012), 국가교통DB를 활용하여 주행거리(VKT) 기반 부산 지역의 도로수송 배출량을 산정한 연구(Shin and Ko, 2013) 등이 있다.

2022년 지자체 배출량(2016~2020)을 시범 산정할 때, 온실가스종합정보센터는 도로부문 배출량 산정에 주행거리(VKT)를 활용했다. 이를 위해 지역별 차량등록 대수와 교통안전공단에 정기검사를 받는 차량의 데이터와 1일 평균 주행거리를 활용하여 산정했다. 이 방식은 기존의 연료 사용량을 기반으로 한 산정방식보다 실제 주행량을 더 정확하게 반영하여 배출량을 산정할 수 있으며, 이를 기반으로 한 정책 수립에 도움이 될 수 있다는 장점이 있다. 그러나 현재의 방식은 산정 과정에 다수의 가정(assumption)이 들어가 있어, 데이터 수집의 노력과 복잡성 증가에 비해 정확성을 높이고, 불확도를 줄였다고 보기 어렵다.

예컨대, 서울시 연료 사용량을 “국가 연료 사용량 x (해당 지자체 VKT/ 전국 VKT)”의 비율로 가정했고, 차량 연간 주행거리 산정 시, 자동차 1대의 연평균 주행거리에 해당 지자체에 등록된 차량 대수를 곱하여 산정했다

Table 1. Comparison of methods of calculating road transportation GHG emissions

	Seoul /GIR (~'21)	GIR ('22)
Calculation methodology	Tier 1,2 (based on fuel consumption)	Tier 3 (based on VKT)
Sources of activity data	- Annual fuel consumption by type for road transport - Based on the fuel consumption data provided by PEDSIS.	- Vehicle Registration Status Report (Ministry of Land, Infrastructure and Transport) • Number of vehicles registered by the region - Vehicle mileage statistics (Korea Transportation Safety Authority) • Vehicle mileage by vehicle type, fuel, region
methods of calculating	- Fuel consumption by fuel type in Seoul area x Emission coefficient	- Annual vehicle kilometers traveled(VKT) = Average kilometer per vehicle per year(by fuel) x Number of vehicles registered by the region - Fuel consumption in Seoul area = National Fuel consumption x (Seoul VKT/ National VKT)
GWP	IPCC 2nd Assessment Report	IPCC 5th Assessment Report
Fuels	gasoline, diesel, propane, butane, LNG	gasoline, diesel, LPG, etc.
Emissions (2020)	7.487 million tCO ₂ eq.	11.047 million tCO ₂ eq.
Emissions form EVs	Not calculated separately	Not calculated separately

(Greenhouse Gas Inventory & Research Center of Korea, 2023). 따라서 주행거리에 기반한 정확한 배출량 산정이 이루어졌다고 보기 어렵다. 주행거리(VKT)를 기반으로 배출량 산정함으로써 정확도를 높이기 위해서는 지금과 같이 가정에 의존한 부분을 줄이고 보다 세분화된 데이터를 활용하여 방법론을 고도화할 필요가 있다. 현재의 방식으로 배출량을 분배한다면 오히려 연료 사용량 기반 배출량과 정합성이 떨어지는 것에 대한 설명이 필요하다.

두 가지 방식으로 전기차 배출량을 시범산정하였다. 연료사용량 기반의 방식(Method 1)은 지자체 경계 내에서 이루어진 전기차 충전량을 기반으로 한다. 이러한 Tier 1, 2의 산정방식은 국가 차원의 배출량 산정에는 문제가 없지만, 지자체 차원에서 산정할 때는 한계가 있다(Kim et al., 2011). 지역경계 내에서 일어난 충전량을 기반으로 하므로 충전소가 많이 위치한 구에 배출량이 많이 산정되기 때문이다.

VKT 방식을 적용한 산정방식(Method 2)은 차량이 등록된 지역에 해당 차종의 연비와 주행거리를 반영하여 산정한다. 따라서 실제 배출량 현황을 정확하게 반영할 수 있으나, 전기차 종별 주행거리와 전비에 대한 데이터 구축, 이를 반영한 세분화된 산정방법이 마련되어야 정확한 배출량 산정이 가능하다. 현재는 전기차 배출량 산정에 대한 명확한 가이드라인이 마련되지 않은 시점이므로, 차

종별 주행거리와 전비는 반영하지 않은 전기차 등록지를 기반으로 하여 배출량을 시범산정한다.

3. 서울시 전기차 보급과 배출량 현황

3.1. 서울시 전기차 보급 현황

2050년 탄소중립 달성을 위해 정부는 수송부문에 친환경차 보급 비중을 85% 이상 늘리는 계획을 세우고 있다. 서울시는 전기차의 보급을 적극적으로 확대하고 있으며, 그 결과 서울시의 전기차 등록대수가 빠르게 증가하고 있다. 2023년 2월 자동차관리정보시스템에 등록된 자료에 따르면, 서울시의 전기차 등록대수는 약 6만 대다.⁶⁾ 구별로 전기차 등록 대수를 살펴보면 강남구(14,026대), 구로구(5,161대), 서초구(4,557대), 송파구(3,273대), 강서구(2,867대) 순으로 나타났다. 각 자치구에 등록된 자동차 중 전기차의 비율이 높은 구는 강남구(5.6%), 중구(3.7%), 구로구(3.5%), 서초구(2.7%), 성동구(2.2%) 순이다(Table 2).

3.2. 서울시 전기차 배출량 현황

전력통계에서 전기차 충전 사용량이 별도의 항목으로 없으므로, 각 자치구별 전기차 충전에 사용된 전력량을

Table 2. Current status of electric vehicles in 'Gu (Seoul)'

Gu	EVs	%	Vehicles registered in each 'Gu'	Gu	EVs	%	Vehicles registered in each 'Gu'
Gangnam	14,026	5.63	248,933	Seodaemun	1,221	1.33	91,705
Gangdong	2,271	1.48	153,609	Seocho	4,757	2.70	176,168
Gangbuk	890	1.18	75,134	Seongdong	2,239	2.16	103,707
Gangseo	2,867	1.39	206,082	Seongbuk	1,482	1.21	122,804
Gwanak	1,355	1.14	118,747	Songpa	3,273	1.31	249,372
Gwangjin	1,069	1.09	97,950	Yangcheon	1,763	1.16	151,905
Guro	5,161	3.48	148,391	Yeongdeungpo	2,182	1.51	144,694
Geumcheon	1,033	1.12	92,099	Yongsan	1,201	1.59	75,553
Nowon	1,561	1.02	152,563	Eunpyeong	1,533	1.15	133,558
Dobong	1,093	1.14	95,639	Jongno	907	1.78	50,971
Dongdaemun	1,112	1.11	99,759	Jung	2,152	3.72	57,822
Dongjak	1,203	1.14	105,916	Jungang	1,457	1.25	116,417
Mapo	1,776	1.45	122,183	Seoul	59,584	1.87	3,191,681

6) 하이브리드를 포함한 전기차 등록대수는 약 23만 4천 대다(Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Automobile Registration Statistics Report).

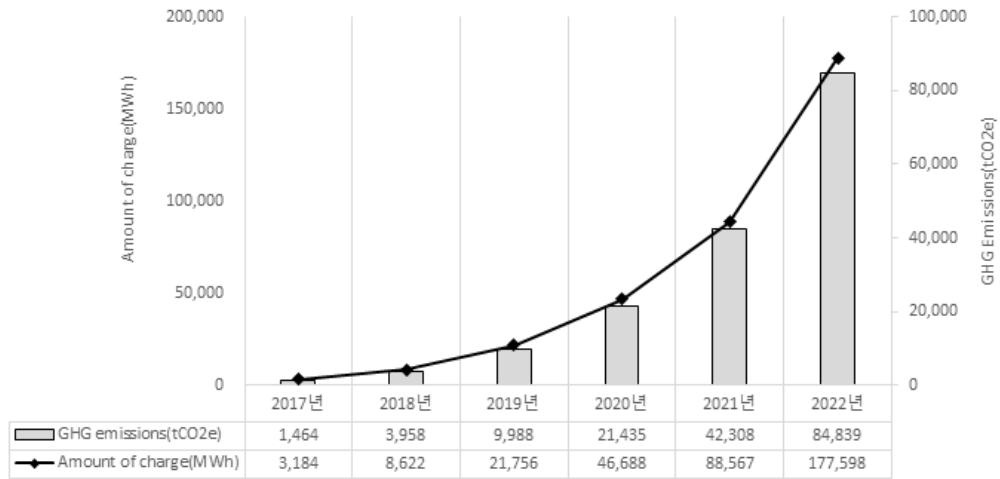


Fig. 1. Emissions from EVs charging in Seoul

파악하였다.7) 전력통계에서 용도별 분류는 계약종별과 관계없이 용도 및 산업 분류에 의해 분류되는데, 전기차 충전용 전력은 서비스업(순수서비스업과 수도, 전철, 전기사업자)에 속하므로 온실가스 인벤토리에서 건물 상업 부문의 전력사용량에 포함되어 있다. 서울시 25개구 서비스업의 전력사용량에서 전기차 충전으로 인한 사용량을 분류해야 하는데, 현재까지 지역별 전기차 충전량에 대해 공개된 시계열 통계가 없어, 이 연구에서는 한국전력에 서울시 전기차 충전용 계약종별(자가소비용, 충전사업자용)에 기반한 전기차 충전량 데이터(2017~2022)를 요청했고, 해당 자료를 활용하여 지역별 전기차 충전량으로 인한 배출량을 계산하였다.8)

서울시에 전기차 보급이 증가함에 따라 전기차 충전량이 2017~2022년 사이 급격하게 증가했고, 배출량 역시 크게 증가하여, 2022년 약 8만 5천 톤의 배출량을 기록하였다(Fig. 1). 향후 전기차 시장 전망을 고려한다면, 직접 배출의 에너지 연료연소 수송부문(1A3b) 항목의 화석연료 배출량은 줄고, 간접배출 전력부문 배출량은 지속적으로 늘어날 것이다.

3.3. 서울시 자치구의 전기차 배출량 현황

전기차 충전으로 인한 배출량을 지자체 온실가스 인벤토리에 반영하기 위해 서울시 자치구를 대상으로 2022년

전기차 배출량을 산정하여 비교·분석하고자 한다. 서울시 전기차 충전에 따른 온실가스 배출량을 산정하는 방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다.

첫째는 현재 서울시에서 사용하는 인벤토리 산정방식인 연료 사용량 기반 방식이고, 둘째는 환경부에서 시범산정에 활용한 주행거리(VKT) 기반 산정방식이다. 연료 사용량 방식으로 산정한다면 전기차 충전이 이루어진 지역(구)에서 해당 전력에 대한 배출량이 산정되고, VKT 방식을 이용한다면 구에 등록된 전기자동차의 마일리지를 기반으로 배출량을 산정하게 된다.

연료기반 산정은 전기차 충전이 발생하는 물리적인 지역의 경계 내 충전량을 기준으로 산정하는 것이고, VKT 방식은 지역 내 등록된 전기자동차의 실제 주행거리를 기준으로 산정한 방식이다. VKT 산정방식을 정확하게 적용하기 위해서는 전기차 기종별, 1일 평균 주행거리 등의 정보가 있어야 가능하므로 이 연구에서는 서울시의 전기차 충전 배출량을 자치구 전기차 등록대수 기준으로 분배하는 방식으로 자치구 전기차 배출량을 시범 산정하였다. 두가지 방법으로 배출량을 산정한 결과를 비교해보면 다음과 같다.

충전이 이루어진 지역을 기준으로 배출량을 산정하는 방식을 적용하면(method 1), 강남(7.3%), 강서(6.6%), 양천(6.6%), 송파(6.2%), 강동(6.1%), 서초(5.7%), 성북(5.5%), 금천(5.2%) 순으로 나타나지만, 전기차 등록대수를 기반으로 산정하면(method 2), 강남(23.5%), 구로

7) 전기차 충전은 충전기의 종류와 충전 시간에 따라 크게 급속 충전과 완속 충전으로 나누어지는데, 이 연구에서는 급속과 완속 충전량은 따로 구분하지 않았고, 구별 전기차 충전에 사용된 전력량을 사용했다.

8) 전력데이터개방포털에서 서울시에서 사용된 전기차 충전용 전력사용량 데이터를 요청(DP-2023-0038-2), 전력사용단 배출계수는 온실가스종합정보센터의 2018년, 2021년 승인 국가 온실가스 전력배출계수에 IPCC 5차 GWP(Global Warming Potential)를 적용하여 활용함

Table 3. GHG emissions (EVs) in 25 districts (Gu, Seoul)

Districts (gu)	EVs charge (MWh)	Rate (%)	Number of EVs	Rate* (%)	method 1 Emissions (tCO ₂ e)	method 2 Emissions (tCO ₂ e)	Difference
Gangnam	13,009	7.3%	14,026	23.54%	6,193	19,971	13,778
Gangdong	10,773	6.1%	2,271	3.81%	5,175	3,234	-1,941
Gangbuk	3,909	2.2%	890	1.49%	1,866	1,267	-599
Gangseo	11,806	6.6%	2,867	4.81%	5,599	4,082	-1,517
Gwanak	5,305	3.0%	1,355	2.27%	2,545	1,929	-616
Gwangjin	3,528	2.0%	1,069	1.79%	1,697	1,522	-175
Guro	5,834	3.3%	5,161	8.66%	2,800	7,349	4,549
Geumcheon	9,225	5.2%	1,033	1.73%	4,412	1,471	-2,941
Nowon	6,750	3.8%	1,561	2.62%	3,224	2,223	-1,001
Dobong	5,243	3.0%	1,093	1.83%	2,545	1,556	-989
Dongdaemun	3,485	2.0%	1,112	1.87%	1,697	1,583	-114
Dongjak	3,417	1.9%	1,203	2.02%	1,612	1,713	101
Mapo	5,366	3.0%	1,776	2.98%	2,545	2,529	-16
Seodaemun	6,909	3.9%	1,221	2.05%	3,309	1,739	-1,570
Seocho	10,212	5.7%	4,757	7.98%	4,836	6,773	1,937
Seongdong	7,305	4.1%	2,239	3.76%	3,478	3,188	-290
Seongbuk	9,775	5.5%	1,482	2.49%	4,666	2,110	-2,556
Songpa	11,085	6.2%	3,273	5.49%	5,260	4,660	-600
Yangcheon	11,802	6.6%	1,763	2.96%	5,599	2,510	-3,089
Yeongdeungpo	6,537	3.7%	2,182	3.66%	3,139	3,107	-32
Yongsan	4,858	2.7%	1,201	2.02%	2,291	1,710	-581
Eunpyeong	6,688	3.8%	1,533	2.57%	3,224	2,183	-1,041
Jongno	2,487	1.4%	907	1.52%	1,188	1,291	103
Jung	4,305	2.4%	2,152	3.61%	2,036	3,064	1,028
Jungnang	7,986	4.5%	1,457	2.45%	3,818	2,075	-1,743
Seoul	177,598	100.0%	59,584	100.0%	84,839	84,839	0

* Rate = Number of EVs registered in each district (Gu) / (Number of EVs registered in Seoul)

(8.7%), 서초(8.0%), 송파(5.5%), 강서(4.8%)순으로 나타난다(Table 3).

산정방식으로 인해 배출량 차이가 큰 자치구는 강남구로 충전량 기준으로 산정한 배출량보다 전기차 등록대수를 기준으로 산정한 배출량이 크다. 구로구, 서초구, 중구, 종로구, 동작구 역시 전기차 등록대수를 기준으로 산정한 배출량이 크다. 반대로 금천구, 성북구, 강동구를 비롯한 다른 구들은 전기차 등록대수를 기준으로 산정한 배출량보다 충전이 이루어진 지리적인 경계를 기준으로 산정한 배출량이 더 크다(Fig. 2).

4. 전기차 배출량 반영을 위한 인벤토리 개선 방안 및 향후 연구 과제

현재 지자체 온실가스 인벤토리와 환경부 지역 온실가스 인벤토리에서는 전기차 배출량을 따로 인벤토리 배출원 항목으로 고려하지 않고 있다. 그러나 앞으로 전기차 보급과 전기차 충전으로 인한 배출량 증가가 예상되므로, 전기차 충전으로 인한 배출량을 인벤토리에 별도로 관리할 필요가 있다.

인벤토리 항목에서 이러한 분리가 이루어지지 않는다면 직접배출 도로수송 부문의 배출량은 전기차 보급이 증

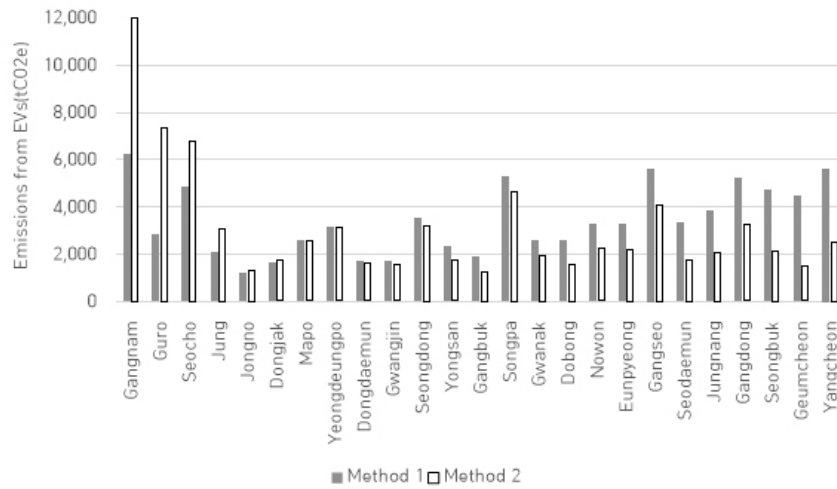


Fig. 2. GHG emissions (EVs) in 25 districts in Seoul according to calculation method

가함에 따라 꾸준히 감소할 것이다. 반면 건물 부문의 전력 간접배출량은 도로수송에서 발생하는 전기차 배출량으로 인한 증가분이 발생할 것이다. 온실가스 인벤토리에서 전기차 배출량을 별도의 항목으로 분리하지 않는다면 건물 부문의 온실가스 감축 노력으로 인한 온실가스 감축량을 인벤토리 상에서 명확히 확인할 수 없어, 배출량을 기반으로 수립하는 온실가스 감축 정책과 정책 효과 환류에 어려움이 발생한다.

이 연구에서 시범 산정한 전기차 배출량은 산정방식에 따라 구별 배출량의 차이가 있지만, 인벤토리에 전기차

배출량(B)을 별도로 추가하는 방법은 동일하다. 지자체 온실가스 인벤토리에서 간접배출_전력 항목에 도로수송을 추가하고, 건물_상업(서비스)부문(A)에서 제외하는 방식으로 온실가스 인벤토리에 반영할 수 있다(Table 4).⁹⁾

환경부 지역 온실가스 인벤토리는 서울시 온실가스 인벤토리와는 달리, 이미 간접배출_전력부문에 도로수송(Scope2_1A3b) 항목이 존재하지만, 2022년 지역 온실가스 인벤토리(2016~2020)에서는 해당 항목 배출량이 ‘0’이다. 따라서 해당 항목에 전기차 배출량을 건물 배출량으로 분리하여 산정해야 한다.

Table 4. An example of improving the GHG inventory sector for Seoul

Present		Improvement	
Scope 2_Sector	Emissions ¹ (tCO ₂ e)	Scope 2_Sector	Emissions (tCO ₂ e)
Residential	6,429,248	Residential	6,429,248
Public	1,578,140	Public	1,578,140
Commercial (A) (Service)	12,350,310	Commercial (A-B) (Service)	12,265,471
Industry	695,589	Industry + Transportation (B) ²	695,589 84,839

1. Emissions (2020)

2. Emissions from EVs (2022)

- This table is an example of improving the inventory sector.

- The amount of emissions may be different, because the reference year of emissions 1 and 2 is different

9) 전기판매량 통계는 계약종별 분류와 용도별 분류가 있다. 전기요금 계약 시, 전력판매량은 사용 용도에 따라 주택용, 일반용, 교육용, 산업용, 농사용, 가로등용으로 분류되는데 전기차 충전은 일반용으로 분류된다. 전력판매량의 용도별 분류는 계약종별과 관계없이 용도 및 산업분류에 의한 분류를 의미하는데, 전기차의 충전의 계약종은 용도별 분류에서 서비스업(순수서비스업, 전기사업자)로 분류된다(한국전력통계, 2022와 한전 판매통계 담당자와 통화로 해당 분류 확인).

서울시 자치구를 대상으로 시범 산정한 전기차 배출량이 산정방식에 따라 큰 차이가 있었던 것과 같이, 전국 지자체(시·군·구)를 대상으로 전기차 배출량을 산정할 때 역시, 어떤 산정방식을 적용하느냐에 따라 해당 지자체의 배출량이 달라질 수 있다. 따라서 지자체 배출량 산정에 어떤 방식을 사용할지 결정하기 위해서는 활동자료의 접근성을 고려해야 하고, 복잡한 산정방식을 채택한다면, 산정방식의 복잡성 증가에 따라 배출량 산정의 정확성을 높이고, 불확도를 줄여드는 것에 대한 확인이 선행되어야 한다.

전기차 배출량 산정을 위한 지침을 마련하기 위해서는 데이터 확보가 선행되어야 한다. 연료사용량 기반 산정에는 지자체별 전기차 충전에 사용된 전력량에 대한 시계열 데이터가 필요하다. VKT방식을 적용하기 위해서는 전기차 기종별 연간주행거리, 전비(전기 연비·kWh당 주행거리)에 대한 데이터가 필요하고, 이를 고려한 고도화된 산정방식을 마련해야 한다. 하이브리드차에 대한 주행 데이터와 별도의 배출량 산정방식도 마련되어야 한다.

기존의 내연기관차를 대체한 전기차의 배출량 감축 효과 분석과 전기차 충전 인프라 보급 전략을 마련하기 위해서는 Kim and Jin (2022)의 충전소별 충전량과 시간대별 전기차 배출계수를 반영하여 배출량을 산정해야 한다.

사사

이 논문은 서울연구원 “2023년 서울특별시 탄소중립 지원센터: 서울시 온실가스 인벤토리 산정방식 고도화 (2023-AR-02)” 과제의 지원을 받아 수행되었음.

References

- Choi K, Lee K, Ahn S. 2009. Study on improvement of bottom-up approach technique for estimating emission from mobile pollution sources on roads. *Journal of Korean Society of Transportation* 27(4): 183-193.
- Chun S. 2010. Estimation of carbon dioxide emissions from road transport in Seoul [master's thesis]. University of Seoul.
- Greenhouse Gas Inventory & Research Center of Korea. 2023. Guidelines for Calculating Regional Greenhouse Gas Statistics.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2019. 2019 Refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories; [accessed 2023 June 15]. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/05/01_2019rf_OverviewChapter.pdf
- Joint Report by Relevant Ministries and Agencies. 2023 March. Basic Plan for Carbon-Neutral Green Growth.
- Kim D, Jin T. 2022. Estimation of hourly emission factors for electric vehicle greenhouse gas reduction potential calculation. *Environmental Policy* 30(1): 201-229. doi: 10.15301/jepa.2022.30.1.201
- Kim K, Ko H, Lee T, Kim D. 2011. Comparison of greenhouse gas emissions from road transportation of local government by calculation methods. *Journal of Korean Society for Atmospheric Environment* 27(4): 405-415. doi: 10.5572/KOSAE.2011.27.4.405
- Korea Environmental Management Corporation. 2009. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (Korean Version).
- Lee T, Kim K, Jung W, Kim D. 2012. Comparison of GHG emissions in cities and counties in Gyeonggi Province according to road transport sector emission calculation methods. *Journal of Korean Society for Atmospheric Environment* 28(4): 454-465. doi: 10.5572/KOSAE.2012.28.4.454
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Automobile Registration Statistics Report; [accessed 2023 Apr 24]. <https://stat.molit.go.kr/portal/cate/statFileView.do?hRsId=58&hFormId=&hSelectId=&sStyleNum=&sStart=&sEnd=&hPoint=&hAppr=&oFileName=&rFileName=&midpath=>
- Seoul City Press Release. 2022 August 9. Additional distribution of 10,000 electric vehicles in the second half of the year. Accelerating the electric vehicle era; [accessed 2023 May 25]. <https://news.seoul.go.kr/env/archives/520246>
- Seoul City Press Release. 2023 February 27. Apply for electric vehicle subsidies in 2023!; [accessed 2023 May 25]. <https://news.seoul.go.kr/env/archives/522645>
- Seoul Metropolitan Government. 2022 December. Seoul City Greenhouse Gas Inventory Report.
- Shin Y, Ko K. 2013. Methodology for constructing regional road transport carbon emission inventory. *Journal of the Korean Society of Civil Engineers* 33(1): 297-304. doi: 10.12652/Ksce.2013.33.1.297